****

**Samenvatting Systeem aarde**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **1 De actieve aarde** |
|  | De hoofdvraag in dit hoofdstuk is:  *Hoe kunnen de endogene processen die samenhangen met de platentektoniek, worden verklaard?* |
|  | **1.1 Het ontstaan en de opbouw van de aarde** |
|  | **Deelvragen**  *1 Hoe kunnen wij het verre verleden van de aarde bestuderen en begrijpen?*  *2 Hoe is de aarde ontstaan en opgebouwd?* |
| *actualiteitsbeginsel* | **Het verleden van de aarde**  ► De aarde is ongeveer 4,6 miljard jaar oud. Om de ontwikkelingen en de processen (die soms miljoenen jaren duren) die geleid hebben tot de huidige landschappen te achterhalen, wordt een speciaal principe gebruikt.  ● Het actualiteitsbeginsel gaat ervan uit dat processen die we nu op aarde zien, vroeger onder gelijke omstandigheden ook zo hebben gewerkt. Het heden vormt de sleutel tot het verleden. Zo kunnen geologen de ontstaanswijze van landschappen verklaren. |
|  | **De kraamkamer van de aarde**  ► De zon is 4,6 miljard jaar geleden ontstaan uit samentrekking van gas en stof. In de nevel rondom de zon ontstonden acht planeten, waaronder onze aarde.  ● De zon vormt met miljarden andere sterren het Melkwegstelsel. In het heelal bevinden zich talloze sterrenstelsels. |
| *lithosfeer*  *asthenosfeer* | **Schillen**  ► De aarde is gelaagd, bestaat uit schillen en heeft vloeibaar water aan de oppervlakte. Bij de gelaagdheid kun je kijken naar de chemische én fysische eigenschappen.  ● Chemische samenstelling: door inslag van een grote meteoriet, miljarden jaren geleden, smolt de aarde en ontstond door afkoeling een gelaagdheid van schillen met verschillende chemische samenstelling:  ■ Binnenste laag (aardkern): 5.000-6.000 °C, ijzer.  ■ Aardmantel: 2.800-1.800 °C, magnesium en ijzer.  ■ Buitenste dunne laag:  - aardkorst/continentale korst: 30-70 km dik, licht gesteente, graniet.  - oceanische korst: 1-7 km dik: zwaar gesteente: basalt.  ● Fysische eigenschap van lagen: hardheid van lagen.  - De buitenste laag (lithosfeer: aardkorst en bovenlaag aardmantel) is hard.  - Daaronder: asthenosfeer: zachtere laag: plastisch gesteente.  - Daaronder: binnenmantel: vast gesteente.  - Daaronder: buitenkern: vloeibaar.  - Binnenste laag: binnenkern: hard gesteente. |
|  | **Inwendige warmte**  ► De aarde krijgt warmte uit inwendige en uitwendige bronnen.  ● Inwendige bronnen: bij het ontstaan uit hete nevelgassen kreeg de aarde warmte mee. Ook door vroegere inslagen van meteorieten. Ten slotte wordt door radioactiviteit van gesteente nog steeds warmte afgegeven. Daarom is de aarde nog geen koude planeet.  ● Uitwendige warmte: zon. Grote invloed op uitwendige processen als exogene krachten. |
|  | **1.2 Het verhaal van de gesteenten** |
|  | **Deelvragen**  *3 Welke soorten gesteenten komen voor op aarde?*  *4 Wat zegt een gesteente over de geologische geschiedenis van een gebied?* |
|  | **Bouwstenen**  ► De lithosfeer is opgebouwd uit verschillende soorten gesteenten.  ● Een gesteente bestaat uit verschillende mineralen en/of organische stoffen. Een mineraal is een verbinding die in de natuur voorkomt met bepaalde chemische/fysische eigenschappen (bijvoorbeeld kristalvorm of hardheid). |
| *stollingsgesteenten*  *graniet*  *basalt*  *sedimentgesteenten*  *zandsteen*  *kalksteen*  *metamorfe gesteenten*  *leisteen*  *marmer* | **Soorten gesteenten**  ► Er zijn drie hoofdgroepen: stollingsgesteenten, sedimentgesteenten en metamorfe gesteenten.  ● Stollingsgesteenten: door afkoeling en stolling van magma.  Twee subgroepen:  - Dieptegesteente: langzame stolling in mantel: daardoor grote kristallen: graniet.  - Uitvloeiingsgesteente: snelle stolling van lava aan aardoppervlak: zeer kleine kristallen (niet te zien): basalt.  ● Sedimentgesteenten: afzettingen van zand of klei worden samengeperst.  - Klastische sedimentgesteenten: door druk van bovenliggende lagen worden zand en klei verhard tot zandsteen/kleisteen.  - Chemische en organische sedimentgesteenten: door neerslaan van mineralen, druk en verharding (zout in zee wordt steenzout) of ophoping van organisch materiaal (kalk in zee wordt kalksteen).  ● Metamorfe gesteenten: door grote druk en hoge temperaturen verandert de samenstelling van het oorspronkelijke gesteente in een ander gesteente. Dit kan gebeuren door gebergtevorming of druk van tientallen kilometers dikke lagen. Zandsteen wordt kwartsiet; kleisteen wordt leisteen, kalksteen wordt marmer. |
| *gesteentekringloop* | **Wat een steen kan vertellen**  ► De gesteentekringloop laat zien dat het ene hoofdtype van gesteente kan overgaan in een ander hoofdtype van gesteente. Dit gebeurt diep in de mantel, dan wel dicht bij het aardoppervlak. Deze processen kosten erg veel tijd. Zo kan kalksteen, in zee gevormd, door gebergtevormende krachten veranderen in marmer en vervolgens door erosie van bovenliggende lagen hoog in de bergen teruggevonden worden.  ● Je kunt ook toekomstige processen met de gesteentekringloop beschrijven: het marmer kan door verwering en erosie uiteenvallen tot gruis, meegenomen worden door beken en rivieren en de deeltjes kunnen in zee worden gesedimenteerd en verharden tot sedimentgesteente. |
|  | **1.3 Schuivende continenten** |
|  | **Deelvragen**  *5 Hoe oud is de aarde en hoe kunnen we dat meten?*  *6 Welke theorieën bewijzen de beweeglijkheid van de platen?* |
| *superpositie*  *geologische tijdschaal* | **De leeftijd van de aarde**  ► Ouderdom van de aarde kan bepaald worden met volgende feiten:  - sedimenten worden altijd horizontaal neergelegd. Daarna eventueel nog geplooid of gekanteld.  - superpositie: de onderliggende gesteentelaag is ouder dan de bovenliggende laag.  ● Zo kun je de relatieve ouderdom bepalen (hoe dieper, hoe ouder). Lagen kunnen wegslijten en door gebergtevorming omhooggeduwd worden. Dit kost veel tijd: de aarde is oud. Zo heeft men eerst een relatieve geologische tijdschaal opgesteld.  ● Via radioactief verval van elementen in gesteenten kun je de absolute ouderdom van gesteenten bepalen: de ouderdom van de aarde werd op 4,6 miljard jaar vastgesteld. De relatieve geologische tijdschaal kon aangepast worden. Het werd een absolute tijdschaal. |
|  | **De schuivende continenten van Wegener**  ► Vroeger zag men al de overeenkomst in vorm tussen Zuid-Amerika en Afrika.  ● Wegener ontdekte dat de flora en fauna van verschillende continenten duidelijke overeenkomsten vertoonden.  ● De gesteenten van Zuid-Amerika en Afrika sluiten op elkaar aan.  ● Er zijn aanwijzingen van gelijktijdige vergletsjering gevonden op de continenten.  Conclusie: de continenten zaten vroeger aan elkaar vast, en hebben zich daarna bewogen ten opzichte van elkaar. Wegener wist geen verklaring voor de beweging van de continenten te geven. |
| *paleomagnetisme* | **Paleomagnetisme**  ► Ontdekking in 1960 van Mid-oceanische bergrug.  ● Paleomagnetisme: met deze methode kan men het aardmagnetisch veld in oude gesteenten vaststellen. Aangezien het magnetische noorden en zuiden regelmatig zijn omgeslagen, is die wisselende gerichtheid naar het magnetisch noorden ook in stollingsgesteenten aan weerszijden van de mid-oceanische ruggen te ontdekken. Het patroon was perfect symmetrisch. |
| *mid-oceanische rug*  *platentektoniek* | **De oceaanbodem spreidt zich uit**  ► Conclusie: magma komt bij de bergrug onder zee omhoog, stolt en wordt door nieuw magma weggeduwd naar weerszijden. Het gesteente wordt ouder, verder van de bergrug vandaan.  ● De oceanische plaat groeit zo naar twee kanten toe en wordt steeds breder. Bij de mid-oceanische rug jong, verder van de rug vandaan ouder. Dit noem je seafloor spreading.  ● Satellieten kunnen tegenwoordig de afstanden tussen de continenten zeer nauwkeurig opmeten: elk jaar wordt de oceaanbodem een paar centimeter breder. Zo werd de theorie van de schuivende continenten of de platentektoniek bewezen. Wegener was de grondlegger. |
| *convectiestromen* | **De motor van de plaatbewegingen**  ► Een plaat bestaat uit de aardkorst en het harde gedeelte van de aardmantel. Samen de lithosfeer. De beweging van de platen wordt aangedreven door inwendige warmte.  ● De platen, lithosfeer, bewegen: heet gesteente uit het binnenste van de aarde stijgt langzaam op, koelt af en spreidt zich onder de lithosfeer naar twee kanten. De lithosfeer wordt zo meegetrokken. Na afkoeling zal het gesteente weer in de diepte zakken. Deze kringlopen zijn de convectiestromen. Soms breekt een magmabel door de lithosfeer heen en kan het magma via breuken aan het aardoppervlak komen: vulkanisme. |
|  | **1.4 Plaatgrenzen en aardbevingen** |
|  | **Deelvragen**  *7 Welke typen plaatbewegingen zijn er?*  *8 Welke geologische verschijnselen vind je bij de verschillende typen breukzones en hoe is dat te verklaren?*  *9 Welk verband is er tussen aardbevingen en de platentektoniek?* |
| *aardbevingen*  *hypocentrum*  *epicentrum* | **Aardbevingen**  ► Platen (met een stuk oceaan en/of continent) bewegen ten opzichte van elkaar. Als de gesteenten onder druk komen te staan en de energie zich ophoopt, kunnen onverwachte verschuivingen plaatsvinden: aardbevingen. De plaats van de beving in de aardkost heet hypocentrum. Boven het hypocentrum ligt aan het aardoppervlak het epicentrum. |
| *Schaal van Richter*  *magnitudes*  *schaal van Mercalli*  *intensiteit* | **Richter en Mercalli**  ► De kracht van de aardbeving wordt gemeten met de schaal van Richter in magnitudes.  ● De intensiteit en de schade van een beving wordt gemeten met de schaal van Mercalli. |
| *divergente plaatgrens*  *ridgepush*  *slenk*  *horst*  *breukgebergte* | **Divergente breuken**  ► Drie typen bewegingen van platen leiden tot drie typen breuklijnen.  ● Divergente plaatgrens  - Twee oceanische platen bewegen van elkaar af. Magma komt op de rug te liggen en stolt. Door de zwaartekracht zakt het materiaal verder van de rug: ridgepush. Zo ontstaat nieuwe korst. Vulkanen zijn hier niet explosief. Aardbevingen zijn niet zwaar.  - Twee continentale platen bewegen uit elkaar: bijvoorbeeld in IJsland of Oost Afrika. De bodem zakt weg. In de breukzone ontstaat een slenk. Het deel dat omhooggaat heet een horst. Samen vormen ze een breukgebergte.  ■ Voorbeeld: Thingvellir op IJsland. |
| *convergente plaatgrens*  *subductie*  *slabpull*  *diepzeetrog*  *plooiingsgebergte* | **► Convergente breuken**  ● Bij een convergente plaatgrens botst de oceanische plaat tegen een continentale plaat. De dunne, maar zwaardere oceanische plaat duikt onder de dikkere, maar lichtere continentale plaat: subductie. De convectiestromen trekken de plaat onder zijn eigen gewicht de diepte in: slabpull. Er ontstaat een diepzeetrog. In de diepte smelt het gesteente, komt omhoog en vormt bergen en explosieve vulkanen. Aardbevingen zijn zwaar.  ● Een oceanische plaat botst tegen een oceanische plaat. De oudste heeft een hogere dichtheid, is daardoor zwaarder en duikt onder de jongere: ontstaan van diepzeetrog en eilandenboog van vulkanen. Zware aardbevingen.  ● Een continentale plaat botst tegen een continentale plaat. Platen zijn even ‘licht’: geen subductie. Geen smeltend gesteente, dus geen vulkanen. De platen worden verfrommeld tot hoge bergen: plooiingsgebergte. Gesteenten kunnen door druk een metamorfose ondergaan. Voorbeeld: de Himalaya. Door wrijving zware aardbevingen mogelijk. |
| *tsunami* | **Tsunami**  ► Wanneer bij een aardbeving bij een convergente beweging de zeebodem omhoog komt, kan er een tsunami, vloedgolf, ontstaan. Door de oplopende kust en vertraging van het water stijgt de golfhoogte.  ■ Voorbeeld : tsunami bij Japan in 2011. |
| *transforme plaatgrens* | ► **Transforme plaatgrens**  Bij een transforme plaatgrens bewegen twee platen langs elkaar. Voorbeeld: Turkije en San Francisco. Geen subductie en geen vulkanen, wel zware aardbevingen. |
| *schilden* | **Jonge oceanen en oude continenten**  ► Bij mid-oceanische ruggen ontstaat nieuwe oceaanbodem. Bij troggen verdwijnt op den duur de zware oceaanbodem. Daarom zijn de oudste oceaanbodems relatief jong: 200 miljoen jaar.  Continenten bestaan uit licht gesteente en verdwijnen niet bij subductie. Kunnen zeer oud worden. Schilden: 600 miljoen tot 4 miljard jaar oud. |
|  | **1.5 Vulkanen** |
|  | **Deelvragen**  *10 Welke typen vulkanen zijn er en wat zijn hun kenmerken?*  *11 Welke relatie bestaat er tussen het type vulkaan en de platentektoniek?* |
|  | **Geen willekeur**  ► Vulkanisme: magma komt door de mantel en korst omhoog en als lava aan aardoppervlak. De platentektoniek kan het ontstaan van vulkanen verklaren. Er zijn verschillende typen uitbarstingen. |
| *schildvulkaan*  *effusieve erupties* | **Schildvulkaan**  ► Schildvulkanen komen voor bij divergente breukzones, op mid-oceanische ruggen en bij hot spots.  Heet gesteente komt vanuit de diepte omhoog; door minder druk daalt de smelttemperatuur. De lava aan het aardoppervlak is daardoor vrij vloeibaar, kan zich ver uitspreiden en stolt tot basalt. Vulkaan met flauwe hellingen. Effusieve, rustige erupties. |
| *stratovulkaan*  *explosief erupties*  *pyroclastica* | **Stratovulkaan**  ► Een stratovulkaan is opgebouwd uit lagen taaistromend lava, as, vulkanische bommen en puimsteen.  ● Komt voor bij subductiezones. Door het water in de duikende oceanische plaat daalt de smelttemperatuur.  ● Behalve het basalt van de oceanische plaat smelt ook de rand van het continentale gesteente dat de diepte in wordt getrokken. Ook smelt de continentale korst als magma opstijgt. Dit geeft een taai, stroperig magma. Magma kruipt omhoog, stolt en verstopt de kraterpijp. Bij zeer hoge druk leidt dit tot een explosieve eruptie. Er zit ook CO2 in het water, dus extra explosief. Lava is stroperig en vormt steile hellingen. Bij uitbarsting komen vaak pyroclastica voor. |
| *caldeira* | **Caldeira**  ► Bij een zeer krachtige uitbarsting kan de magmahaard leeglopen. De bovenliggende gesteentelagen storten in. Het komvormig gebied dat dan ontstaat, is een caldeira. Kan tot 50 km in doorsnede meten. |
| *mantelpluimen*  *hotspots*  *spleeterupties* | **Mantelpluim en hotspot**  ► Soms vind je vulkanen die niet bij breukzones liggen: bijvoorbeeld Hawaii.  ● Vanuit de rand buitenkern/binnenmantel stijgen grote bellen magma op: mantelpluimen. Bij de aardkorst zal de mantelpluim de korst omhoog drukken en doen scheuren. Deze hete plekken heten hotspots. Het magma vormt aan het aardoppervlak een vulkaan. De plaat schuift over dit gebied. De vulkaan schuift op en dooft uit, maar boven de hotspot ontstaat een nieuwe vulkaan etc. Zo ontstaat een keten van vulkanen. De lavahoeveelheid is enorm.  ● Via langgerekte breuken bij een hotspot kunnen enorme hoeveelheden lava via spleeterupties aan het aardoppervlak komen. Zo wordt in korte tijd een groot basaltplateau gevormd.  ■ Voorbeelden: Lakagigar bij IJsland.  ■ Hotspots kunnen continentale platen doen splijten. Voorbeeld: Oost-Afrika: breed breukensysteem. |
|  | **1.6 Japan en IJsland onder de loep** |
|  | **Deelvraag**  *12 Hoe kun je aan de hand van de platentektoniek verklaren waarom er verschillende vormen van vulkanisme, gebergten en aardbevingen voorkomen in Japan en op IJsland?* |
|  | **Twee voorbeelden**  ► Toepassing van het voorafgaande in twee gebieden.  **Kwetsbaar Japan**  ► Japan bestaat uit een lange rij eilanden met bergen en vulkanen.  Er komen aardbevingen, tsunami’s en vulkaanuitbarstingen voor. |
|  | **Vulkanen**  ► De meest bekende vulkaan is de slapende Fuji.  ● Veel gevaarlijker zijn de Unzen, en Ontake. Japan heeft 118 werkende vulkanen.  ● Er vallen bij de vele uitbarstingen niet vaak doden, maar in 1991 (Unzen) en 2014 (Ontake) wel. |
| *tsunami* | **Aardbevingen**  ► In maart 2011 veroorzaakte een aardbeving bij een convergente breuklijn voor de kust van Japan een tsunami. De 10 meter hoge golf vaagde dorpen en delen van steden aan de kust weg. Er vielen duizenden doden en 450.000 mensen werden dakloos.  ● Er vinden door frictie van platen veel aardbevingen plaats. |
| *plooiingsgebergten* | **Bergen in Japan**  ► Ontstaan bij de subductiezone. Naast vulkanen vind je er ook plooiingsgebergten. De horizontale gesteentelagen zijn door de druk van de convergerende platen geplooid. Je vindt er stollingsgesteente, metamorf gesteente en sedimentgesteente. |
| *divergente breukzone*  *hotspot* | **Hotspot bij IJsland**  ► IJsland ligt op een divergente breukzone. Maar je vindt hier niet alleen schildvulkanen.  ● Er zijn ook spleeterupties, een hotspot en stratovulkanen te vinden.  ● Oorzaak van de variatie: vroeger, toen Pangea uiteenviel, lag hier een mantelpluim. De huidige hotspot ligt nu onder een grote ijskap. Door de enorme hoeveelheden magma die naar buiten kwamen, ontstonden verschillende soorten vulkanen. |
| *breukgebergten*  *slenk*  *horst* | **Breuken en slenken**  ► Op IJsland vind je breukgebergten: bij divergente breukzones zakt een gebied weg tussen twee breuken (slenk) of komt omhoog (horst). Soms vult een slenk zich op met water.  (N.B.: de verklaring van de verschillende verschijnselen in Japan en IJsland vind je in de opdrachten in het werkboek). |

**Samenvatting Systeem aarde**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **2 Afbraak en vorming van landschappen** |
|  | De hoofdvraag in dit hoofdstuk is:  *Hoe werken exogene krachten als verwering, erosie en sedimentatie in op het landschap en hoe kun je die processen verklaren?* |
|  | **2.1 De aarde als systeem** |
|  | **Deelvragen**  *1 Uit welke sferen is het systeem aarde opgebouwd en hoe functioneert het systeem?*  *2 Welke rol spelen de verschillende kringlopen in dit systeem?* |
|  | **Vier sferen**  ► In de fysische geografie wordt bij bestudering van de aarde gebruik gemaakt van vier sferen: atmosfeer, hydrosfeer, lithosfeer en biosfeer. Ze zijn sterk met elkaar verbonden. |
| *atmosfeer*  *troposfeer* | **Atmosfeer**  ► De atmosfeer bestaat uit troposfeer (8-18 km dik), stratosfeer (tot 50 km), mesosfeer en thermosfeer.  ● Klimaatprocessen en kringloop van water spelen zich af in de troposfeer. Belangrijkste gassen qua hoeveelheid in troposfeer zijn: stikstof (78 %) zuurstof (21 %) en argon (0,9 %) en verder CO2, CH4, ozon en waterdamp.  ● Functie van de stratosfeer: bevat ozon dat ultraviolet licht tegenhoudt. |
| *hydrosfeer*  *biosfeer* | **Hydrosfeer en biosfeer**  ► De aarde heeft veel water aan het aardoppervlak.  ● De hydrosfeer omvat oceanen, meren, rivieren, grondwater, bodemwater en ijs. 97 % van het water is zout, 2 % zit in ijskappen, 1 % in meren, atmosfeer, grondwater en bodemwater.  ● Biosfeer: alle levende organismen op aarde. |
|  | **Kringlopen**  ► Kringlopen laten relaties tussen de sferen zien. Hoofdstuk 1: gesteentekringloop. Relatie tussen lithosfeer (opbouw) en atmosfeer en hydrosfeer (afbraak). |
| *hydrologische kringloop* | **Hydrologische kringloop**  ► Op aarde komt water in drie vormen voor: gas, vloeibaar en vast. Wij bestaan voor een flink deel uit water, hebben water nodig voor ons leven. Water bepaalt ook voor een deel het klimaatsysteem.  ● Hydrologische kringloop: water verdampt uit zee, rivieren en meren (evaporatie), planten verdampen ook: transpiratie. Door afkoeling condenseert waterdamp; wolkenvorming. Via neerslag (opslag in ijskappen en smelten) en infiltratie in bodem en afstroming komt water weer in zee. Water met sediment slijt gesteente uit en speelt dus een rol in de vorming van de landschappen. |
| *stralingsbalans* | **Stralingsbalans**  ► De motor van kringlopen en processen in de sferen is de zon.  De gemiddelde temperatuur op aarde is 15 °C. Er is een balans tussen inkomende en uitgaande straling van de zon: stralingsbalans.  ● Zonlicht dat de dampkring binnendringt, wordt deels weerkaatst door wolken en aardoppervlak. Een ander deel wordt opgenomen en omgezet in warmte en uitgestraald. Zo wordt de atmosfeer verwarmd door aardoppervlak. Door broeikasgassen wordt een flink deel van de warmte weer geabsorbeerd en teruggestraald naar de aarde. Dit is het broeikaseffect: anders zou het op aarde gemiddeld -16 °C zijn (dus 31 °C kouder). |
| *albedo* | **Stralingsbalans op verschillende plekken op aarde**  ► Lange termijn: balans constant. Korte termijn: verschillen op aarde.  ● Verschillen gedurende 24 uur (dag en nacht) en gedurende seizoenen (zomer en winter).  ● Verschillen per breedtegraad. Oorzaak: de invalshoek van de zonnestralen is groter bij de evenaar en kleiner bij de polen. En een zonnestraal legt een langere weg af door de atmosfeer bij de polen.  ● Verschillen door verschillen in albedo: reflectievermogen van typen aardoppervlak: aard en kleur spelen een rol. IJs: veel reflectie.  ● Energiebalans. Op hogere breedten: hele jaar tekort, bij de evenaar: overschot. Oceaanstromen en luchtcirculatie (transport van warmte en kou) zorgen voor minder extreme verschillen op aarde. |
|  | **2.2 Klimaten** |
|  | **Deelvragen**  *3 Welke klimaten komen voor en hoe kun je de verschillende klimaten op aarde verklaren?*  *4 Welke rol spelen de zeestromen en luchtstromen bij de verklaring van het voorkomen van de klimaten?* |
| *lagedrukgebied*  *intertropische convergentiezone*  *hogedrukgebied*  *wind* | **Warmtetransport via luchtcirculatie**  ► Bij de evenaar, in de tropen: lagedrukgebied door opwarming, uitzetting en opstijging van lucht. Dit is de intertropische convergentiezone (ITC). In de subtropen daalt de inmiddels afgekoelde lucht: zo ontstaan hoge luchtdrukgebieden. Wind gaat waaien van hoge luchtdruk naar evenaar (lage luchtdruk).  ● Polen: lucht is koud, daalt: hogedrukgebied. Wind waait van de polen naar de gematigde zone. In de gematigde zone botst koude lucht uit de polen met warme lucht uit de subtropen. Warme lucht schuift over de koude lucht heen en stijgt dus op: lage luchtdruk (bijvoorbeeld Nederland). |
| *corioliseffect* | **De wet van Buys Ballot**  ► Door rotatie van de aarde is de luchtcirculatie complexer. Buys Ballot stelde vast: een stroming op het noordelijk halfrond heeft een afwijking naar rechts (wind in de rug) en een stroming op het zuidelijk halfrond heeft een afwijking naar links (wind in de rug). Dit is het corioliseffect. |
| *moessons*  *passaten*  *atmosferische luchtcirculatie* | **Moessons en passaten**  ► Door de schuine stand van de aarde beweegt de loodrechte stand van de zon zich schijnbaar tussen de keerkringen.  ● De ITCZ ligt in juli boven Zuid-Azië en Afrika op 20° NB. Wind waait van het hoge luchtdrukgebied op het zuidelijk halfrond naar het lage luchtdrukgebied van de ITCZ. Bij de evenaar verandert de wind van windrichting. De aanlandige wind bij Azië en Afrika geeft veel neerslag: moessons.  ● In januari ligt de ITCZ op zuidelijk halfrond. Door kou (dalende lucht) hoge luchtdruk op het vaste land van Azië. Aflandige winden (met afwijking naar rechts) richting de ITCZ, die ten zuiden van de evenaar ligt. Droge moessons.  ● Boven Azië is de verschuiving van de ITCZ het sterkst door opwarming in de zomer en sterke afkoeling in de winter. Hier is een droog en een nat seizoen.  ● Op de oceaan waaien passaten. Er zijn geen grote drukverschillen tussen zomer en winter. Het hele jaar door noordoostenwinden op het noordelijk halfrond: noordoostpassaten. Op het zuidelijke halfrond: zuidoostpassaten. Warmte en kou wordt dus door atmosferische luchtcirculatie verplaatst. |
| *oceanische luchtcirculatie*  *warme en koude zeestroom* | **Warmtetransport via de zeestromen**  ► Warmte en koude kunnen ook via zeestromen worden verplaatst: oceanische circulatie. Warme en koude zeestromen ontstaan onder invloed van wind, temperatuur en zoutgehalte.  ● Zon verwarmt de bovenste lagen van de zee. Koude zeestroom: komt uit relatief kouder gebied naar warmer gebied. Warme zeestroom komt uit relatief warmer gebied naar kouder gebied. |
| *diepzeepomp*  *thermohaline zeestroom* | **Thermohaline zeestroom**  ► Bij IJsland en Groenland is het zeewater koud en zout. Daardoor zwaarder. Water zakt de diepte in en stroomt over de oceaanbodem langs Amerika naar Antarctica. Buigt naar het oosten en komt in troggen terecht in de Grote Oceaan. Daar vermengt het water zich met warm water en stroomt als oppervlaktestroom weer terug naar het westen en komt via de Golf van Mexico (warm, dus verdamping, dus hoger zoutgehalte) naar het noorden en koelt weer af. Omdat koud en zout water afzinkt, wordt het warmere zeewater ver aangezogen tot bij de afzinkpunten: de diepzeepompen. Zo heeft het noorden van Noorwegen een mild klimaat dankzij deze thermohaline zeestroom.  ● De pomp komt tot stilstand als er niet genoeg water afzinkt. Dit gaf in het verleden klimaatveranderingen in Europa (ijstijden). |
| *klimaat* | **Klimaatfactoren**  ► Het klimaat is de gemiddelde weertoestand op een bepaalde plek op aarde gedurende dertig jaar. Het klimaat wordt bepaald door stralingsbalans, luchtcirculatie, luchtdrukgebieden en zeestromen. |
| *temperatuurfactoren* | **Temperatuurfactoren**  ► Er zijn verschillende temperatuurfactoren van invloed op het klimaat:  ● Invalshoek van de zonnestralen:  - door breedteligging.  - door scheve stand van de aardas.  ● Hoogteligging (gemiddeld 0,6 °C kouder per 100 meter).  Atmosfeer wordt verwarmd vanaf het aardoppervlak.  ● Ligging aan zee of ver landinwaarts.  De zee warmt minder snel op en koelt minder snel af dan het land. Dus bij aanlandige wind in winter: verwarmend effect. Aanlandige wind in zomer: verkoelend effect (matigende werking van de zee). Ver landinwaarts: grote temperatuurverschillen: geen zee-invloed.  ● Koude of warme zeestromen (bij aanlandige wind). |
| *neerslagfactoren* | **Neerslagfactoren**  ► Er zijn verschillende neerslagfactoren van invloed op het klimaat:  ● Luchtdrukgebieden:  - stijgingsregens in de tropen door hoge zonnestand: lage luchtdruk, stijgende lucht, condensatie, neerslag.  - hoge luchtdruk: dalende lucht: geen neerslag.  - in lage luchtdruk op gematigde breedte: neerslag door botsing koude en warme lucht.  - wind tussen hoge en lage luchtdruk: aanlandig: neerslag; aflandig: droog.  ● Ligging aan zee of ver landinwaarts. Zeewind is vochtig: meer kans op neerslag.  ● Ligging van gebergten: aan loefzijde: stuwingsneerslag door gedwongen stijgende lucht tegen de helling. Aan lijzijde: droog: dalende lucht: regenschaduw. |
| *klimaatgebieden* | **Elk klimaat zijn eigen plek**  ► Op grond van temperatuur en neerslag kun je een indeling in klimaatgebieden maken. Bijvoorbeeld het systeem van Köppen.  ● A-, C-, D- en E-klimaten: gebaseerd op temperatuur. B-klimaten bepaald door neerslag.  - A-klimaten: hele jaar warmer dan 18 °C. Af (hele jaar neerslag: tropisch regenwoudklimaat) en Aw (droge winter: savanneklimaat).  - B-klimaten: droog: minder dan 400 mm neerslag. BW: woestijnklimaat: minder dan 200 mm neerslag; BS (steppeklimaat) tussen 200-400 mm neerslag.  - C-klimaten: gematigde klimaten: winter tussen -3 °C en 18 °C. Cf: zeeklimaat: hele jaar neerslag; Cs: droge zomer: mediterraan klimaat; Cw: droge winter: China-klimaat.  - D-klimaten: landklimaten: zomer >10 °C en winter kouder dan -3 °C; Df: hele jaar neerslag; Dw: droge winter.  - E-klimaten: polaire klimaten: hele jaar kouder dan 10 °C. ET: toendraklimaat: weinig neerslag; EF: sneeuwklimaat: hele jaar onder het vriespunt. EH: hooggebergteklimaat: veel neerslag. |
|  | **2.3 Verwering en erosie** |
|  | **Deelvragen**  *5 Welke vormen van verwering en erosie zijn er?*  *6 Hoe hebben verwering en erosie invloed op het landschap en hoe worden ze beïnvloed door de vier sferen?* |

|  |  |
| --- | --- |
| *verwering* | **Verwering**  ► Twee typen verwering (uiteenvallen van gesteenten onder invloed van weer en planten). |
| *mechanische verwering of fysische verwering* | **Mechanische verwering**  ► Fysische verwering (of mechanische verwering): gesteente valt uiteen zonder dat de samenstelling verandert. Drie vormen:  ● vorstverwering: in koude klimaten komt water in scheurtjes, bevriest in de nacht, zet uit, dooit overdag, bevriest etc. De scheur wordt wijder, water zakt dieper; het proces herhaalt zich totdat steen is gespleten.  ● in droge gebieden: verwering door temperatuurverschillen: overdag zeer heet, in de nacht koud. Gesteente zet uit en krimpt: barst.  ● verwering door plantenwortels die in het gesteente dringen en dikker worden. |
| *chemische verwering* | **Chemische verwering**  ► Chemische verwering: gesteente valt uiteen waarbij de samenstelling is veranderd. Zuur water (door zuren in de bodem of door zure regen) lost in het grondwater met name kalksteen gemakkelijk op. Zo ontstaan in de ondergrond grotten. |
|  | **Waarom verweert niet elk gesteente even gemakkelijk?**  ► Vier factoren zijn van invloed.  ● Aard van het moedergesteente: hard gesteente: minder snel verwering.  ● Het klimaat: extreme temperatuurverschillen bevorderen mechanische verwering of warme klimaten bevorderen chemische verwering.  ● Aanwezigheid/afwezigheid van dekkende bodemlaag (denk aan zure humus bij kalksteen).  ● Tijd: hoe langer een berg blootgesteld is aan het weer, hoe meer verweerd. |
| *erosie*  *transport*  *sedimentatie*  *morene*  *meanderende rivieren*  *delta*  *vlechtende rivieren*  *puinwaaier* | **Erosie en sedimentatie**  ► Erosie: uitschurende werking van rivieren, ijs, wind en zeewater beladen met zanddeeltjes. Het transport van zanddeeltjes is dus belangrijk. Sedimentatie: het materiaal wordt neergelegd.  Vier eroderende en sedimenterende krachten:  ● Door schurende werking van ijs (met zand/stenen) ontstaan U-vormige dalen, spitse bergtoppen, komvormige bekkens. Sedimentatie van morene bij morenewallen.  ● Wind blaast losse deeltjes weg: bodem met grof puin blijft over. Zand in stofstormen kan ook rotsen zandstralen zodat paddenstoelenrotsen ontstaan. Sedimentatie: zandduinen.  ● Snelstromende rivieren, beladen met puin, slijten diepe dalen uit.  ■ Dalvormende rivieren: canyons en V-vormige rivierdalen. Kunnen ontstaan door omhoogkomende gesteentelagen die worden ingesneden door de rivier, of door reliëf.  ■ Bij weinig hoogteverschillen en voldoende neerslag gedurende het hele jaar ontstaan meanderende rivieren: sedimentatie in de binnenbocht, erosie in de buitenbocht. Aan de kust ontstaan deltakusten met veel vertakkingen van de rivier.  ■ Bij onregelmatige afvoer van water (steppegebieden én in koude klimaten) ontstaan vlechtende rivieren. Veel afvoer van puin. Brede vlecht van waterlopen. Soms wordt aan de voet van een berg een puinwaaier gesedimenteerd.  ● Zee, beladen met sediment, kan de kust eroderen: ontstaan van o.a. kliffen en bogen. |
| *massabeweging*  *aardverschuiving*  *puinhelling* | **Het effect van de zwaartekracht**  ► Zwaartekracht kan een massabeweging veroorzaken.  ● Voorbeelden: aardverschuiving (veel fijn puin) en bergstorting (gesteentelawine) en modderstromen (meer water erbij). Er kan een puinhelling worden opgebouwd.  ● Aanleiding (= trigger): natuurlijke oorzaken: aardbeving, heftige regenval of vulkaanuitbarsting. Menselijke oorzaak: bomen kappen op hellingen. |
|  | **2.4 De Colorado en de Donau** |
|  | **Deelvragen**  *7 Hoe worden de landschappen in de stroomgebieden van rivieren in de aride en de gematigde zone vormgegeven en beïnvloed door endogene en exogene krachten?*  *8 Hoe werken deze processen in het gebied van de Colorado en de Donau?* |
| *rivierstelsels*  *stroomgebieden* | **Twee reisbeschrijvingen**  ► De landschappen bij de rivierstelsels en stroomgebieden van de Colorado en de Donau zijn verschillend. Aan de hand van opdrachten in het werkboek beschrijf en verklaar je de verschillen.  ● De Colorado heeft zich in het opgeheven plateau ingesneden. Steile rotswanden met watervallen en de aardlagen zijn goed te zien.  ● De Donau stroomt langs wijngaarden en heuvels met kloosters en kastelen. Maar ook bij Kosovo, dat door de NAVO werd gebombardeerd in de oorlog in voormalig Joegoslavië. |
|  | **Colorado**  ► Oorsprong in Rocky Mountains (bergklimaat). Stroomt door de bergen, vervolgens ingesneden in een plateau (canyons) in steppe- en woestijngebied. Eerste bewoners, Anasazi, leefden in de canyons. Rivier stroomt door het droge woestijngebied en mondt na 2.300 km uit in de Golf van Mexico.  ● Gletsjerwater en smeltende sneeuw leveren in lente en zomer het water. Vroeger veel overstromingen met doden en schade. Soms ook grote droogte in de zomer. Daarom zijn er twintig dammen gebouwd om de waterstand te reguleren.  ● Benedenloop ligt in de buurt van Las Vegas, Phoenix en Los Angeles. Bevolking en landbouw is afhankelijk van water van deze rivier. Ook elektriciteit (witte steenkool). Er wordt te veel water gebruikt, daardoor staat de monding droog en treedt verzilting op.  ● Rivier is ongeschikt voor scheepvaart. Geen belangrijke industriegebieden langs de rivier. Wel van belang voor toeristen (raften en kanoën). |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Donau**  ► Bronnen liggen bij Donaueschingen in Duitsland (Zwarte Woud). De rivier stroomt door tien landen en mondt uit in de Zwarte Zee. Veel zijrivieren.  Bovenloop: middelgebergte en heuvelland. Bij de IJzeren Poort in Roemenië: door diepe kloof. In benedenloop: meanderende rivier, 800 meter breed. Delta (drie vertakkingen) bij monding.  ● De rivier is bevaarbaar van de Zwarte zee tot Roemenië en tot Kelheim in Zuid-Duitsland. Via kanalen en Rijn kunnen schepen tot Rotterdam varen.  ● De rivier levert drinkwater voor 10 miljoen mensen. In een aantal landen (voormalig Oostblok en Oostenrijk) is het water te vervuild. Er zijn veel dammen en sluizen gebouwd. Toch komen nog regelmatig overstromingen voor. Natuurreservaten en Nationale Parken trekken veel toeristen. |

**Samenvatting Systeem aarde**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **3 Landschappen en hun gebruikers** |
|  | De hoofdvraag in dit hoofdstuk is:  *Wat zijn de kenmerken van de landschapszones op aarde en hoe komen de veranderingen in de zones tot stand?* |
|  | **3.1 Natuurlijke landschappen op aarde** |
|  | **Deelvragen**  *1 Hoe kun je een landschap als systeem bekijken?*  *2 Welke landschapszones kun je op aarde onderscheiden en hoe kun je de ligging ervan verklaren?* |
| *geofactoren*  *bodem* | **Landschapsfactoren**  ► Nederland heeft bijna geen natuurlandschappen. Op wereldschaal komen wel veel natuurlandschappen voor.  ● De vier sferen vormen de basis voor het ontstaan van landschappen. Bij beschrijving van een ecosysteem maak je gebruik van de geofactoren: gesteente, reliëf, klimaat, lucht, bodem, water, vegetatie, mens, dier en tijd.  Er is evenwicht binnen een ecosysteem als de veranderingen niet te heftig zijn.  ● Gesteente en reliëf, het substraat, behoren tot de lithosfeer. Klimaat en lucht behoren tot de atmosfeer. Water behoort tot de hydrosfeer. Vegetatie, mens en dier behoren tot de biosfeer.  ● Bodem: deel van de grond waaruit de planten hun voedingsstoffen halen. Onder invloed van tijd, klimaat, vegetatie en fauna ontstaan horizonten. |
|  | **Landschapszones**  ► Zes landschapszones op wereldschaal. Eerste vijf gebaseerd op temperatuur, laatste op neerslag. |
| *tropische zone* | **Tropische zone**  ► Tropische zone: tussen evenaar en keerkringen; A-klimaten (tropisch oerwoudklimaat en moessonklimaat), oerwouden en savannen.  ● Bodem: tropische bodem: latosol: veel bacteriewerking door hoge temperatuur en veel neerslag: weinig humusvorming. Veel uitspoeling van zouten. Rode kleur door ijzer en aluminium. Niet vruchtbaar. |
| *subtropische zone* | **Subtropische zone**  ► Subtropische zone: wat koeler dan de tropische zone; subtropisch zeeklimaat en Cs-klimaat. Licht tropisch woud, zomergroene loofwouden en mediterrane vegetatie.  ● Bodems: minder uitspoeling: roodgeel van kleur; iets vruchtbaarder. |

|  |  |
| --- | --- |
| *gematigde zone* | **Gematigde zone**  ► Gematigde zone: groot deel van Noord-Amerika, Rusland en Europa. Cf- of Cw- of Df- en Dw-klimaat. Zomergroene loofwouden of gemengde wouden.  ● Bruine bosbodem: vruchtbaarder: meer humus en minder uitspoeling dan podzol. |
| *boreale zone* | **Boreale zone**  ► Boreale zone: overgang tussen gematigde en polaire zone: slechts enkele maanden warmer dan 10 °C: D-klimaten. Weinig neerslag. Taiga’s, dennenbossen.  ● Podzolbodem: zure humus A1-horizont; grijze A2-uitspoelingshorizont; B-horizont met inspoeling en C-horizont: zand als moedermateriaal. Onvruchtbaar. |
| *polaire zone* | **Polaire zone**  ► Polaire zone: nooit warmer dan 10 °C; E-klimaten; sneeuw, toendra’s en ijskappen. Bodem: toendrabodem: nauwelijks horizonten: permafrost. |
| *(semi)aride zone* | **(Semi)aride zone**  ► (Semi)aride zone: kenmerk: hoeveelheid neerslag is gering. Droge gebieden door breedteligging, aflandige winden dan wel regenschaduw van gebergten.  Hete woestijnen met nauwelijks plantengroei in de subtropen.  Noordelijker: gematigde zone met koelere woestijnen en steppen.  ● Steppebodem bij steppeklimaten: veel en lang gras: dikke laag humus. Zwarte aarde, vruchtbaar.  ● Woestijnbodem bij woestijnklimaten: weinig humus; geen inspoeling en uitspoeling: opstijging van water in de bodem door hitte. |
|  | **3.2 Boeren en hun cultuurlandschappen** |
|  | **Deelvragen**  *3 Welke landbouwzones kun je op wereldschaal onderscheiden?*  *4 Hoe moet de mens zich in deze landbouwzones aanpassen aan de natuur?* |
| *cultuurlandschap*  *landbouwzones* | **Cultuurlandschappen**  ► Steden, industriegebieden en met name landbouw hebben de natuur omgevormd tot cultuurlandschap. Landbouw speelt daarin qua oppervlakte de grootste rol. Landbouw is deels gebonden aan de natuur: bananen hebben bijvoorbeeld warmte nodig.  Soms kan de afhankelijkheid van de natuur beperkt worden door irrigatie, stallen, kassen etc.  ● De spreiding van de landbouwzones op de kaart in het boek is gebaseerd op de manier van produceren.  (N.B.: In het werkboek heb je bekeken welke relatie er bestaat tussen klimaat en vormen van agrarisch bodemgebruik.) |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **3.3 Natuurrampen en milieurampen** |
|  | **Deelvragen**  *5 Wat zijn de verschillen tussen milieu- en natuurrampen?*  *6 Wat zijn de oorzaken en de gevolgen van landdegradatie?* |
| *natuurramp*  *milieuramp* | **Het evenwicht verstoord**  ► Er bestaat een dynamisch evenwicht tussen de geofactoren binnen een ecosysteem. Soms kan dit verstoord worden.  ● Natuurramp: oorzaak van de verstoring ligt bij de natuur, met doden en veel schade als gevolg. Voorbeeld: de gevolgen van een orkaan.  ● Milieuramp: als de mens de natuur zeer ernstig verstoort, met doden en schade als gevolg. Voorbeeld: de uitbreiding van de woestijn door verkeerde landbouwtechnieken. Het is vaak een geleidelijk proces, zoals bodemuitputting.  ● Soms is het moeilijk om de twee rampen te onderscheiden. |
|  | **Milieurampen**  ► Er zijn verschillende typen milieurampen. |
| *versterkt broeikaseffect*  *klimaatveranderingen* | **De aarde wordt warmer**  ► Uitstoot van extra broeikasgassen (o.a. CO2) leidt tot het versterkt broeikaseffect: temperatuurstijging. Dit leidt weer tot klimaatveranderingen. |
| *opschuiving klimaatzones* | **Opschuiving klimaatzones**  ► Op de klimaatconferentie in Parijs is afgesproken dat de gemiddelde temperatuurstijging in 2100 niet hoger mag zijn dan 2 °C ten opzicht van de periode voor de Industriële Revolutie.  ● Bij toename van 1 graad in wereldtemperatuur: opschuiving van klimaatzones 200-300 km naar het noorden. Dit heeft gevolgen voor de landbouw. Meer productiviteit in sommige gebieden, minder in andere gebieden. |
| *landdegradatie* | **Aantasting van landschappen**  ► Landdegradatie: directe aantasting van het landschap waardoor de kwaliteit van de vegetatie en de bodem afneemt door verkeerd gebruik van mens en vee. Aantal vormen: bodemerosie, verwoestijning en verzilting.  ► Europa heeft het hoogste aandeel gedegradeerd oppervlak (door omzetting naar cultuurland). Azië heeft ontbossing. En in Noord-Amerika: verkeerde landbouwmethoden. |
| *ontbossing*  *bodemerosie* | **De bodem verdwijnt**  ► In Noord-Amerika en in de tropen vindt veel ontbossing plaats. In de V.S. en Europa worden steppen omgeploegd. Door houtkap en ontginning komt de verweringslaag bloot te liggen. Die kan door wind of water eroderen: dit wordt bodemerosie genoemd.  ● In droge gebieden: wind blaast losse bodemdeeltjes weg, bijvoorbeeld de dust bowl in V.S. in dertiger jaren van vorige eeuw.  ● In natte gebieden met veel reliëf kan de bodem wegspoelen.  ● Het verlies van de toplaag leidt tot verlies van productiecapaciteit van de bodem. Bij verlies van de bodem kun je niets meer verbouwen. Herstel van een kale bodem duurt 100-500 jaar. |
| *verwoestijning* | **Verwoestijning**  ► Bodemerosie in droge gebieden verstoort de waterhuishouding. De bodem droogt uit; geen infiltratie mogelijk van regenwater; water stroomt over het oppervlak weg. Verwoestijning of desertificatie ontstaat wanneer er door dit proces geen akkerbouw of veeteelt mogelijk is. Voorbeeld: Sahel in Afrika in de zeventiger jaren van de vorige eeuw.  Oorzaken: complex geheel van overbeweiding, verlies van oude traditionele landbouwmethoden, overbevolking, gebruik van minder goede gronden voor eigen voedsel, gebruik van betere gronden voor exportproducten. |
| *verzilting* | **Verzilting**  ► Door overvloedige irrigatie zakt overtollig water naar het grondwater. De grondwaterspiegel stijgt; capillaire opstijging wordt mogelijk; opgeloste zouten bereiken het aardoppervlak en water verdampt. Zouten slaan neer en dit leidt tot verzilting. Oplossing: goed draineren of druppelirrigatie toepassen. |
|  | **Degradatie per werelddeel**  ► De grootte en oorzaken van degradatie verschillen per werelddeel. Is in Azië de ontbossing een grote boosdoener, in Australië en Afrika is dat bijvoorbeeld de overbeweiding. |
| *duurzaam landgebruik* | **Duurzame landbouw**  ► Door landdegradatie wordt overal op de wereld het dynamisch evenwicht in het landschap verstoord door de mens. Economische, kortetermijnbelangen staan vaak voorop. Nu is er ook aandacht voor duurzaam landgebruik: gebruik van natuurlijke hulpbronnen waarbij ook aandacht bestaat voor de behoeften van toekomstige generaties. Dit kan door bijvoorbeeld gebruik van technieken als terrasaanleg, strooisellaag, dry-farming, grasstroken bij oevers en permanente gewassen. |

**Samenvatting Systeem aarde**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **4 Verder kijken dan de costa’s** |
|  | De hoofdvraag in dit hoofdstuk is:  *Hoe zijn de natuur- en cultuurlandschappen in het Middellandse Zeegebied ontstaan en hoe gaan mensen hiermee om?* |
|  | **4.1 Aardbevingen en vulkanen** |
|  | **Deelvragen**  *1 Hoe kun je de ligging van de gebergten en de vulkanen en het voorkomen van aardbevingen in het Middellandse Zeegebied verklaren met de theorie van de platentektoniek?*  *2 Welke maatregelen kunnen worden genomen om de schade en het aantal slachtoffers van natuurrampen te beperken?* |
|  | **Ligging en topografie**  ► Eenentwintig landen grenzen aan de Middellandse Zee. Het is een uniek gebied.  ● De Middellandse Zee is het grootste binnenmeer op aarde. Twee toegangen: bij de Straat van Gibraltar en bij het Suezkanaal. De zee bestaat uit verschillende bekkens en heeft unieke eigenschappen.  ● Landschap: veel variatie: veel reliëf; veel boomgaarden op hellingen; steile kusten; weinig uitgestrekte stranden; veel eilanden en baaien; veel aardbevingen en vulkanisme. |
| *grensgebied platen* | **Op de grenzen van platen**  ► Het gebied ligt op de grens van twee grote continentale platen: de Afrikaanse en de Euraziatische plaat. Door de beweging van deze platen zijn er in het grensgebied veel kleine platen met eigen bewegingsrichtingen ontstaan. Dat maakt de geologie zeer complex. Door botsing van continententen ontstonden de Alpen, door subductie vulkanen. |
| *alpiene plooiingsgebied* | **Ontstaan van de alpiene bergen**  ► 180 miljoen jaar geleden brak het supercontinent Pangea open en lag er tussen Afrika en Europa de Tethyszee. Bij een mid-oceanische rug in de Tethyszee werd nieuwe oceaanbodem gevormd van basalt. De zee werd steeds breder. Op de bodem werd klei en kalk gesedimenteerd en langs de randen zand. Al die lagen werden harde gesteenten door de druk.  ● Vanaf het Krijt schoof Afrika naar het noorden en werd de oceaan weer kleiner. Door de druk ontstonden kleine platen. Zo waren er bij de Alpen en het zuiden van de Middellandse Zee subductiezones te vinden waar oceaanbodem verdween. De kleine Apulische plaat botste in het Tertiair tegen de landmassa bij Duitsland. Gesteentemassa’s schoven over elkaar heen en vormden de Alpen.  ● In dezelfde tijd werden de Pyreneeën gevormd. Samen met de Alpen en de Karpaten vormen ze het alpiene plooiingsgebied. |

|  |  |
| --- | --- |
| *diepzeebekkens* | **Tektoniek in de Egeïsche zee**  ► Afrika beweegt bij de subductiezone tussen Griekenland en Libië één cm per jaar naar het noorden. De Egeïsche plaat beweegt naar het zuiden met vier cm per jaar. De Afrikaanse plaat duikt onder de Egeïsche plaat. Die subductiezone schuift steeds meer naar het zuiden. De Egeïsche plaat rekt uit, wordt dunner en de zee dieper. Zo ontstaan diepzeebekkens. |
| *vulkanen* | **Vulkanen**  ► Vulkanen vind je in het Middellandse Zeegebied bij de subductiezones. Het zijn stratovulkanen en vrij explosief.  ● Santorini en de eilanden daar in de buurt zijn ontstaan bij een convergente breuklijn tussen twee oceanische platen waarbij een eilandenboog ontstaat. 3.600 jaar geleden is daar een caldeira ontstaan bij een grote vulkaanuitbarsting.  ● De Etna is bij subductie van de Afrikaanse plaat ontstaan. Deze vulkaan verandert wat van karakter en wordt minder explosief.  ● De Vesuvius bij Napels: bekend van de uitbarsting in 79 na Chr. Meer dan 10.000 doden. Laatste uitbarsting 1944. Groot gevaar door nabijheid van de grote stad Napels. |
| *aardbevingen* | **Aardbevingen**  ► Italië, Griekenland en Turkije hebben te maken met de meeste aardbevingen. Ze komen voor bij actieve plaatgrenzen.  ● Door de noordwaartse beweging van de Arabische plaat kan de Anatolische plaat nog maar één kant op: naar het westen. Turkije verschuift vijf tot zes cm per jaar naar het westen. De verplaatsing verloopt langs twee breuklijnen. De noordelijke breuklijn is de Anatolische breuklijn. De zuidelijke breuklijn loopt tot Sicilië. Gevolg: zware aardbevingen.  ● Veel aardbevingen met doden, de afgelopen decennia in Italië door beweging van de Apulische plaat. |
|  | **Problemen bij natuurrampen**  ► Voorkomen van natuurrampen is niet altijd mogelijk. Vulkaanuitbarstingen zijn moeilijk te voorspellen. Er zijn tekenen van naderende rampen, maar onzekerheid is groot.  ● Bij de Vesuvius moet men in korte tijd tenminste 600.000 mensen evacueren, een bijna onmogelijke opgave.  ● Aardbevingen zijn ook moeilijk te voorspellen. Men weet dat in sommige gebieden, zoals Turkije, zich binnen afzienbare tijd een nieuwe aardbeving zal voordoen. Maar niet of dit binnen vijf of dertig jaar zal zijn. |
| *hazard management* | **Maatregelen**  ► Hazard management: maatregelen om natuurrampen te beheersen/voorspellen.  ● Onderzoekstechnieken en modellen: met meer inzicht kan men risicokaarten en evacuatieplannen maken.  ● Waarschuwingssystemen: beveiligingssystemen maken voor tsunami’s, aardbevingen en vulkaanuitbarstingen.  ● Rampenplannen: draaiboeken voor hulpverlening en evacuatiecentra.  ● Bouwtechnische maatregelen: rubberfunderingen om trillingen op te vangen en tegengewichten. |
|  | **4.2 Klimaat, plantengroei en landbouw** |
|  | **Deelvragen**  *3 Hoe kun je het voorkomen van de verschillende klimaten in het Middellandse Zeegebied verklaren?*  *4 Hoe kun je het voorkomen van verschillende vormen van natuurlijke plantengroei in het Middellandse Zeegebied verklaren?*  *5 Wat zijn de kenmerken van de mediterrane landbouw en hoe kun je ze relateren aan het klimaat?* |
|  | **Klimaat**  ► In grote gebieden vind je een Cs-klimaat. Daarnaast vind je in Zuidoost-Spanje een BS-klimaat en in de landen ten zuiden van de Middellandse Zee een BW-klimaat. Plaatselijk een EH-klimaat in de hoge bergen. |
| *grote druk- en windsystemen*  *Azoren-Hoog*  *mediterrane fronten* | **Afwisseling van zomer en winter**  ► Verklaring van klimaten kan met de grote druk- en windsystemen. In juli bevinden de hoge luchtdrukgebieden zich noordelijker (door opschuiving ITCZ naar het noorden) dan in de winter.  ● In de zomer, juli, ligt boven de Sahara door opwarming een lage luchtdrukgebied. De zee warmt niet snel op. Daar ligt op de breedte van het Middellandse Zeegebied (ook over Marokko en Spanje) het hoge luchtdrukgebied Azoren-Hoog. Dit leidt tot aanlandige noordoostenwind bij Noord-Afrika. Door het warme continent is het een droge wind. Wolken lossen snel op. Weinig neerslag.  ● In winter ligt het Azoren-Hoog zuidelijker (tot over de Sahara). Daar daalt de lucht en waait vanuit het zuidwesten naar de Middellandse Zee. Dus vrij droog in Afrika. Vanuit het noorden dringt koude lucht vanuit Siberië naar het zuiden en botst in het Middellandse Zeegebied met de warme zuidelijke luchtsoort. Zo ontstaan mediterrane fronten met veel neerslag. Ze verplaatsen zich van west naar oost. De overige lage luchtdrukgebieden ontstaan boven de Atlantische oceaan en worden door westenwinden het gebied binnengebracht.  ● Overgang van zomer naar winter verloopt zeer snel en duurt 4-6 weken.  ● Het BW-klimaat staat niet onder invloed van botsende luchtsoorten. |
| *neerslagintensiteit*  *wisselvalligheid* | **Neerslagkenmerken**  ► Van belang: gemiddelde neerslag, verdeling over het jaar, intensiteit en wisselvalligheid.  ● Neerslagintensiteit: hoeveelheid neerslag per uur of per dag. De intensiteit kan zeer hoog zijn. Leidt tot overstromingen van rivieren en het risico op bodemerosie.  ● Wisselvalligheid: groot verschil tussen de jaren. Tekort in de winter levert problemen op in de daarop volgende zomer door verdamping. Weinig vocht leidt tot snelle opwarming, droogte van de bodem en weer stijging van de temperatuur. |
|  | **Natuurlijke plantengroei**  ► De vegetatie heeft zich aangepast aan het Cs-klimaat. De planten groeien en bloeien vooral in het vochtige voorjaar. Drie typen vegetatie:  ● Loofbossen met leerachtige bladeren die hun blad niet verliezen: kurkboom, steeneik.  ● Bladverliezende struiken met bloei in het voorjaar: jeneverbes, brem.  ● Maquis: manshoge doornachtige struiken waar vroeger bossen te vinden waren. |
| *dry farming* | **Mediterrane akkerbouw**  ► Traditioneel is er veel akkerbouw: graan, olijfbomen en wijngaarden.  Drie vormen die deels zijn aangepast aan het klimaat:  ● Dry farming in de binnenlanden. Tweejarige cyclus: een jaar bebouwen, een jaar braak. Of een driejarige cyclus: een jaar bebouwen, een jaar beweiden, een jaar braak. Met ploegen wordt het vocht in de grond gebracht.  ● Boom- en struikculturen: kan in drogere gebieden dan de verbouw van eenjarige gewassen. Dit beslaat minder ruimte, en levert grotere winsten. Olijven, amandelen, hazelnoten, pistachenoten, fruit- en dadelbomen.  ■ Olijfbomen groeien langzaam en dragen pas vrucht na zeven jaar. Kunnen wel duizend jaar oud worden. Voor olijven en olijfolie.  ● Geïrrigeerde akkerbouw: drie tot vijf oogsten per jaar: intensief. Dit vind je in de dalen en bij de kust. Perziken, abrikozen, rijst, katoen, groenten als paprika etc. |
| *transhumance*  *nomadisme* | **Veeteelt**  ► Extensief door droogte in de zomer. Van geringe betekenis. Soms worden berggebieden en neerslagarme gebieden gebruikt voor nomadische veeteelt of transhumance.  ● Transhumance: in de zomer grazen de kudden op de hoge koele bergweiden, in de winter in de laaggelegen weiden. De eigenaar heeft wel een vaste woonplaats en betaalt herders.  ● Nomadisme: in zuidelijke gebieden verplaatsen van kuddes en tenten (voor bewoning) aangepast aan weidegedrag. Komt niet veel meer voor. Tegenwoordig vaker een combinatie van veeteelt en wat akkerbouw met een vaste woonplaats.  ● Moderne intensieve veeteelt komt nauwelijks voor (met uitzondering van Spanje en Israël). Dus is import van melk- en vleesproducten nodig. Weinig varkensvleesconsumptie. |
|  | **Tuinbouw**  ► Tuinbouw is een belangrijke werkgever. Naast tuinbouw in de volle grond vind je veel tunnelkassen. En in Frankrijk, Italië en Spanje ook glazen kassen. De export van producten uit kassen in Zuid-Spanje vormt een belangrijke bijdrage aan het bnp van Spanje. |
|  | **4.3 Landdegradatie en duurzaamheid** |
|  | **Deelvragen**  *6 Wat zijn de oorzaken en de gevolgen van watertekorten en landdegradatie?*  *7 Hoe probeert men met duurzame ontwikkeling landdegradatie te voorkomen?* |
| *oorzaken waterproblematiek* | **Oorzaken waterproblemen**  ► De waterproblematiek was er al van oudsher.  ● De bevolking van het Middellandse Zeegebied groeide tussen 1950 en 2000 van 185 naar 395 miljoen. En waarschijnlijk tot 493 miljoen in 2025.  Water is nodig voor wonen, consumptie, landbouw, energie. Dat kost ruimte. Er is een concurrentiestrijd bezig om de ruimte. Ook de groeiende toeristensector neemt ruimte in en gebruikt water. |
|  | **Degradatie en duurzaamheid**  ► Door toenemende bevolking, overmatig watergebruik en verkeerde landbouwtechnieken komen milieurampen voor als verzilting, ontbossing, bodemuitputting en bodemerosie.  ● Men probeert het proces van degradatie stop te zetten met duurzaam water- en landgebruik zodat toekomstige generaties ook nog van land en water gebruik kunnen maken. |
| *waterbalans* | **Kwetsbare waterbalans**  ► De vraag naar water is in de afgelopen 60 jaar snel toegenomen. Het tij kan gekeerd worden met duurzame investeringen. In het noordelijke deel van de regio is dit al zichtbaar.  ● Het waterverbruik is van invloed op de waterbalans: water komt via neerslag en toestroom van elders (via rivieren en bodem) een gebied binnen, verdampt deels en wordt gebruikt voor menselijke activiteiten. Vervolgens zal het overige uitstromen via bodem en rivieren. Er is geen balans meer, er ontstaan tekorten door overmatig gebruik.  ● Door stijging van de temperatuur, afname van neerslag en toename van de onbetrouwbaarheid van de neerslag wordt de beschikbaarheid van water steeds kleiner. Dit kan leiden tot landdegradatie. |
| *duurzaam watergebruik* | **Duurzaam watergebruik**  ► De grootste besparing is te behalen in de landbouw (zuiniger irrigeren).  ● Er zijn vier maatregelen die kunnen leiden tot besparingen.  ■ Technische verbeteringen in irrigatiesystemen (minder lekkages kanalen en leidingen).  ■ Druppelirrigatie.  ■ Tariefaanpassing: met name in de landbouwsectoren met hoge opbrengsten.  ■ Milieubelasting op producten waarbij het productieproces veel water vergt. |
|  | **Oorzaken ontbossing**  ► Het wankele evenwicht in het natuurlijk ecosysteem is verstoord. Vroeger: zomergroen loofwoud en steppevegetatie. Nu meer een overgangsvorm: voor gebruik door de mens.  ● Ontbossing:  - vroeger brandhout en bouwmaterialen.  - later ook ruimte voor landbouwgronden en uitbreiding steden.  - ook door bosbranden, veroorzaakt door de mens, verdwijnt veel bos. |
|  | **Bodemerosie**  ► Combinatie van heftige regenbuien, bodemtype, steile hellingen en gebrek aan bodembedekking of onderbegroeiing leidt tot risico op bodemerosie. Water zal bovengronds wegstromen, omdat het niet in de bodem kan wegzakken. Zo spoelt de bodem weg en ontstaan geulen. |
| *uitspoeling* | **Bodemuitputting**  ► Het land wordt al te lang intensief bebouwd. Er vindt uitspoeling in de bodem plaats. Voedingsstoffen verdwijnen dieper in de bodem met het regenwater en zijn dan niet bereikbaar voor planten. De bodem wordt minder vruchtbaar en geeft kleine oogsten. |
| *aquifers* | **Verwoestijning en verzilting**  ► Spanje kampt met droge jaren. Waterreservoirs staan half leeg. De ondergrondse watervoorraden, aquifers, worden aangeboord. Dit fossiele water wordt niet snel genoeg aangevuld: de aquifers zullen uitgeput raken.  ● 37% van het grondgebied van Spanje loopt het risico van verwoestijning. Door bosbranden, overbeweiding en een tekort aan water droogt de grond uit. Erosie doet vervolgens badlands ontstaan.  ● In deze gebieden treedt ook vaak verzilting op door overvloedige irrigatie, stijging van de grondwaterspiegel en een sterke verdamping van het water. Voorbeelden hiervan zijn het gebied Almeria, met geïrrigeerde tuinbouw en in het stroomgebied van de Ebro. |
| *duurzaam landgebruik* | **Duurzaamheid tegen ontbossing, bodemerosie en verwoestijning**  ► Er zijn verschillende programma’s in deze regio opgezet om degradatie tegen te gaan.  ● Spanje heeft sinds 2000 een Nationaal Actieplan tegen verwoestijning: herbebossing, preventie branden, dry farming, ontziltingsinstallaties voor zeewater en een verbod op akkerbouw op steile hellingen.  ● In Marokko wordt lavendel en tijm geplant in ontboste gebieden waardoor de bodem vruchtbaarder wordt. Vervolgens worden cipressen geplant. |
| *preventiemaatregelen* | **Duurzaamheid tegen watererosie**  ► Preventiemaatregelen tegen watererosie:  - niet bouwen bij geulen of aan de voet van steile hellingen.  - beplanten hellingen.  - stripcropping en ploegen volgens hoogtelijnen.  - draineren zodat water niet bovengronds afstroomt.  - sensoren plaatsen die beweging van de grond registreren. |
|  | **Actieprogramma**  ► In 1976: Mediterranean Action Plan (MAP), met als doel vervuiling tegengaan en duurzame keuzes maken. Nu is er ook wetgeving t.a.v. deze MAP. De EU ondersteunt dit project. Plan Bleu gaat specifiek over duurzame ontwikkeling van de watervoorraden. |