

Uitwerkingen bij 3 Aarde

Opgave 1 – Aardbevingen in Nepal

- 2p **1** Beschrijving:
- Nepal ligt in een zone waar twee aardplaten convergeren/botsen (1 punt)
 - waarbij veel spanning wordt opgebouwd die ineens vrij kan komen / waarbij door wrijving tussen de platen verschuivingen schoksgewijs optreden (1 punt)

Bron 1 geef in een legenda linksonder aanwijzingen voor het ontstaan van de aardbevingen (zie: globale beweegrichting aardplaten). Nepal ligt op de zuidflank van de Himalaya waar de Indische en de Euraziatische aardplaten naar elkaar toe bewegen. Beide als continentale korst. Daardoor duikt de ene plaat niet zomaar onder de andere, maar worden de gesteentelagen geplooid en ontstaat een hooggebergte, de Himalaya. De beweging van aardplaten verloopt niet gelijkmatig. Wrijving tussen de gesteentelagen houdt de beweging een tijd tegen. Er wordt steeds meer spanning opgebouwd, die zich op een bepaald moment ontaardt in een verschuiving wat gepaard gaat met aardbevingen. De aardbeving bij Kathmandu van 7,8 op de schaal van Richter wordt tot de zware bevingen gerekend. De zwaarste aardbeving ooit scoorde 9,5. Na de bevingen op 25 en 26 april 2015 zijn nog een groot aantal naschokken gevolgd, soms ook heel zware. De schade en het aantal slachtoffers van een beving zijn niet alleen afhankelijk van de zwaarte, maar ook van elementen als bouwwijze, locatie (bijvoorbeeld op een helling), de voorzorgsmaatregelen en de organisatie van de noodhulp.

- 2p **2** Afzettingmilieu kalksteen: op de zeebodem / in zee. (1 punt)
Oorzaak hoge ligging: bij het naar elkaar toe schuiven van de aardplaten werden gesteentelagen geplooid / werd de kalksteen opgeheven. (1 punt)

Kalksteen vindt zijn oorsprong in zeediertjes met kalkskeletten die vooral veel voorkomen in ondiepe zee. Wanneer de zeediertjes afsterven, zakken de skeletten naar de bodem. Worden ze daar bedekt met sedimenten, dan kan door de druk kalksteen worden gevormd. Door de beweging van aardplaten en bijkomende gebergtevorming kan het vervolgens worden opgeheven.

- 3p **3** Oorzaken (drie verschillende dimensies gevraagd):
- dimensie natuur: door het bergachtige karakter zijn plaatsen moeilijk bereikbaar / door de regentijd vlak na de beving waren er veel aardverschuivingen / door de vele naschokken moest de hulpverlening vaak worden stilgelegd (1 punt)
 - dimensie economie: door de slechte economische situatie is de infrastructuur in Nepal slechts matig ontwikkeld / zijn er onvoldoende voorzorgsmaatregelen getroffen voor de nodige hulp (1 punt)
 - dimensie politiek: het openbaar bestuur was onvoldoende voorbereid op de noodzaak van grootschalige hulp / Nepal wordt zwak bestuurd / Nepal heeft een hoge score op de failed/fragile states index (1 punt)

Het soort dimensie zoals dimensie economie hoeft niet expliciet te zijn vermeld.

Nepal is een van de armste landen ter wereld en wordt gerekend tot de fragile states, zeer zwak georganiseerde landen. In Nepal verliep bijvoorbeeld de politieke besluitvorming na de aardbevingen traag en waren procedures ingewikkeld. Het kwam voor dat mensen geen hulp kregen, omdat ze de juiste papieren misten doordat hun huis was weggevaagd. Dit komt nog bij de moeilijke natuurlijke omstandigheden op de plaats van de aardbevingen. Afgelegen, bergachtig en hoog. Er zijn veel aardverschuivingen opgetreden. Een groot probleem was bijvoorbeeld de huisvesting van de vele daklozen, omdat bouw materiaal, tenten en dergelijke moeilijk waren aan te voeren.

4 Oorzaken:

- vanaf mei smelt er veel sneeuw en ijs in de Himalaya (1 punt)
- vanaf mei begint de natte moesson / het regenseizoen (1 punt)

Nepal ligt op het noordelijk halfrond. Vanaf eind mei smelt de sneeuw en wordt veel smeltwater uit de Himalaya afgevoerd. Dat komt bovenop de hevige regenval door de zuidwestmoesson en stuwingsregen ten gevolge van opstuwning van de lucht tegen de Himalaya. Zie daarvoor eventueel in de Bosatlas De Aarde Luchtdruk en winden in juli (54^e druk 218D / 55^e druk 240D). Op hetzelfde kaartblad laat het klimaatdiagram E5 van het nabijgelegen Cherrapunji zien hoe extreem de neerslag in die regio kan zijn.

Opgave 2 – Klimaten in Zuid-Amerika

5 Mondiale klimaatfactor: breedteligging / afstand tot de evenaar. (1 punt)

Regionale klimaatfactor, één van (1 punt):

- verhouding land-zee
- hoogteligging
- zeestromen

Mondiaal is de breedteligging hoofdfactor door het verschil in invalshoek van de zon. Dat bepaalt de hoeveelheid zonne-energie die binnenkomt en brengt de mondiale luchtcirculaties op gang. We zien deze factor bijvoorbeeld terug in de afname van de temperatuur van de evenaar naar de polen.

De verhouding land-zee beïnvloedt het temperatuurverloop door het verschil in eigenschappen van land en zee. Land warmt snel op en koelt snel af. Het verschil tussen zomer en winter is relatief groot. Het temperatuurverloop van water is juist langzaam, waardoor het temperatuurverschil in een jaar niet zo groot is. Het feit dat de water energie langer vasthoudt, speelt ook een rol bij zeestromen die zo energie over de aarde transporteren.

Hoogteligging heeft invloed, omdat het hoger in de atmosfeer kouder is.

6 Klimaatdiagram a: Vitória.

Klimaatdiagram b: Buenos Aires.

Klimaatdiagram c: Antofagasta.

Klimaatdiagram d: Punta Arenas.

4 antwoorden juist 2 punten; 3 of 2 juist 1 punt; 1 of 0 juist 0 punten.

Uit de neerslagkaarten kun je het volgende opmaken:

- Antofagasto: zeer droog in januari en in juli
- Buenos Aires: vochtig; in januari iets meer dan in juli
- Punta Arenas: weinig neerslag in januari en in juli
- Vitória: vochtig in januari, droog in juli

Vergelijking met de klimaatdiagrammen levert dan op:

- klimaatdiagram c is zeker het zeer droge Antofagasto
- klimaatdiagram d zal Punta Arenas zijn met het hele jaar weinig neerslag

Blijven over Buenos Aires en Vitória met meer neerslag. Klimaatdiagram a zal bij Vitória horen, waar in juli droger is.

Kijk altijd of controle mogelijk is. Hier met de temperatuur. Punta Arenas ligt verreweg het zuidelijkst en heeft daardoor lage temperaturen. Klopt met klimaatdiagram d. De andere diagrammen laten geen duidelijk onderscheid zien in temperatuur. De situatie is vergelijkbaar: geen groot verschil in breedteligging, alle drie laag gelegen aan de kust.

- 2p **7** Uitleg:
- gebieden die verder van de evenaar afliggen staan een gedeelte van het jaar onder invloed van hoge luchtdruk / staan een gedeelte van het jaar niet onder invloed van de ITCZ (*oorzaak, 1 punt*)
 - waardoor deze gebieden een droge periode kennen (*gevolg, 1 punt*)

Zie eventueel de neerslagkaarten die werden gebruikt bij de vorige vraag.

De belangrijkste mondiale klimaatfactor is de binnenkomende zonne-energie. Die is afhankelijk van de invalshoek van de zon. Door de scheve stand van de aardas verschuift de plaats met de grootste invalshoek van de zon tussen de Kreeftskeerkring op 23½° NB (onze zomer) en de Steenbokskeerkring op 23½° ZB (zomer op het zuidelijk halfrond). Hoe dichter een gebied bij de evenaar ligt, des te meer zonne-energie komt er gedurende het hele jaar binnen.

De zone met veel zonne-energie is warm, waardoor de lucht opstijgt en op grotere hoogte afkoelt. Dit geeft veel stijgingsneerslag. Dit komt vooral voor in de intertropische convergentiezone (ITCZ) bij het equatoriaal minimum, een zone met lage druk. Daar vind je het tropisch regenwoudklimaat met het hele jaar veel neerslag.

Wat verder van de evenaar treden seizoensverschillen op. Een deel van het jaar is er invloed van het subtropisch maximum. De lucht daalt er dan en is droog. Hierdoor is er een savanneklimaat, een tropisch regenklimaat met een droog en een nat seizoen.

- 2p **8** Eén van onderstaande klimaat (*1 punt*):
- C-klimaat
 - E-klimaat
- Gebiedskenmerk: hoge ligging / ligging in het Andesgebergte. (*1 punt*)

In Peru komen alle hoofdklimaten voor behalve D-klimaten, continentale klimaten. Een C- en E-klimaat vind je in een strook op korte afstand van de kust. Die strook volgt het Andesgebergte. Hier geldt de regionale klimaatfactor: hoe hoger, hoe kouder. Beklim je bij de evenaar een berg, dan kom je vanuit een tropisch regenklimaat in een gematigd klimaat. Nog hoger gaat dit over in een hooggebergteklimaat.

Opgave 3 – Banff National Park

- 2p **9** Naam plooingsgebergte: Rocky Mountains. (*1 punt*)
Naam plooingsfase: Alpiene plooing(sfase). (*1 punt*)

Calgary ligt in de Rocky Mountains die noord-zuid langs de westkust van Noord-Amerika lopen. Uit het tweede deel van de vraag – naar de plooingsfase – kun je al opmaken dat dit een plooingsgebergte is.

Langs de Amerikaanse westkust duikt de Juan de Fucaplaat in een subductiezone onder de Noord-Amerikaanse plaat. Lichter materiaal wordt daarbij opgeschoven en geplooid. Plooingsfasen zijn perioden met sterke platentektoniek, waarin veel gebergten worden gevormd. De Rocky Mountains zijn gevormd in de jongste, de Alpiene plooingsfase.

- 2p **10** Voorbeelden van een beschrijving (*één beschrijving gevraagd*):
- Beschrijving 1:
- water sijpelt in rotsspleten en bevriest daar (en zet daarbij uit) (*1 punt*)
 - waarbij spleten in het gesteente verder opengedrukt worden / waarbij steenfragmenten loskomen (van het vaste gesteente) (*1 punt*)
- Beschrijving 2:
- op de steile hellingen bestaan grote temperatuurverschillen tussen dag en nacht (*1 punt*)
 - waardoor gesteente steeds zal krimpen (bij afkoeling) en uitzetten (bij opwarming) en uiteindelijk zal barsten (*1 punt*)

Er zijn twee soorten verwerking: mechanische en chemische. Mechanische verwerking treedt op door temperatuurverschillen en groei van plantenwortels. Het laatste is hier – gezien de foto – niet aan de orde. Temperatuurverschillen wel. Door bevriezing en uitzetten van water kunnen spleten worden opengedrukt. Temperatuurverschillen kunnen ook leiden tot spanning in het gesteente als gevolg van uitzetten en inkrimpen. Er kunnen daardoor breuken ontstaan. Bij mechanische (fysische) verwerking verbrokkelt het gesteente, maar het verandert niet van samenstelling. Het komt veel voor op gematigde breedte waar ook Moraine Lake ligt.

Bij chemische verwerking verandert het gesteente wel. Het wordt onder invloed van warmte en vocht (chemisch) omgezet. Dit komt veel voor in de tropen.

11 Gevraagde landschapsvorm: puinhelling.

Delta: land uitgebouwd in zee met sediment aangevoerd door een rivier.

Lawine: grote massa sneeuw die langs een helling omlaag komt.

Modderstroom: massa met water verzadigd modder/as die langs een helling omlaag stroomt.

Puinhelling: ophoping aan de voet van een helling van verweerd materiaal dat omlaag is gerold.

De landschapsvorm bij a komt het meest overeen met een puinhelling. Die is vaak kegelvormig, zoals op de foto te zien is.

12 Juiste volgorde van oud naar jong: d – e – b – a – c. (volgorde volledig juist 2 punten; indien door weglating van één fout geplaatste letter een verder foutloze reeks ontstaat: 1 punt)

Belangrijk is dat je onderkent dat Moraine Lake een meer is ontstaan door een morene, en bedenkt hoe zo'n morenemeer ontstaat. Een voorbeeld van een redenering om tot de juiste volgorde te komen:

- stap a: morene. Een morene is verweerd materiaal opgehoopt door beweging van landijs/gletsjers. De naam van het nu bestaande Moraine Lake wijst daarop. Stap a zit dus in tijd ergens aan het eind.*
- stap b: uitbreiding gletsjers. Die zorgen voor vorming van morenen. Stap b gaat dus vooraf aan stap a.*
- stap c: vorming smeltwatermeer. Dat moet dan Lake Moraine zijn. Stap c is dan de meeste recente. De volgorde van de jongste drie stappen is dan: b – a – c.*
- stap d: plooiing gesteenten. We zagen reeds dat dit plaatsvond in de Alpiene plooiingsfase. Hier begint het verhaal van Lake Moraine. Stap e is de oudste stap.*
- stap e: V-dal. Een V-vormig dal wordt gevormd door erosie als gevolg van afstromend water. Bij uitbreiding van gletsjers ontstaan U-vormig dalen, zoals in stap b is omschreven. De vorming van een V-dal moet dus hebben plaatsgevonden vóór uitbreiding van de gletsjers.*

Opgave 4 – Landschappen in Ierland

13 Naam van het gesteente: basalt. (1 punt)
'Vulkanisch gesteente' kan niet goed worden gerekend.

De naam van het gesteente kun je ontlenen aan foto a. Je ziet basaltzuilen, wat nog onderstreept wordt door de titel (zeshoekige zuilen). Basaltzuilen ontstaan bij snelle afkoeling van uitgevloeid basalt. Dit komt vaak voor bij een divergente plaatbeweging zoals bij mid-oceanische ruggen of bij slenken.

Giant's causeway dankt haar naam aan een legende over een reus die een pad door zee aanlegde naar Schotland. Het is een belangrijke toeristische trekpleister en staat op de Werelderfgoedlijst van de UNESCO.

1p **14** Erosie door ijs.

Kaal geslepen rotsen, zoals zichtbaar op foto b, zijn meestal het gevolg van glaciale erosie, erosie door oprukkend ijs in ijskappen of gletsjers. De rotsen worden door het enorme gewicht van het ijs afgeslepen en het loskomend materiaal wordt naast of aan het eind van het ijs als morene afgezet. The Burren is gedurende de laatste 200.000 jaar tweemaal met ijs bedekt.

Bij erosie door water zie je meer geulvorming. Bij winderosie duinen en zandvlakten.

1p **15** Eén van onderstaande oorzaken:

- (zuur) regenwater heeft de kalksteen opgelost
- er heeft chemische verwerking van de kalksteen plaatsgevonden

Chemische verwerking is de omzetting van materiaal onder invloed van vocht en warmte. Kalksteen is gevoelig voor chemische verwerking, omdat kalk makkelijk in water oplost. Dat water sijpelt door scheuren en gaten de grond in, waardoor die steeds verder wordt verwijderd en verdiept. Elders wordt die kalk weer afgezet of komt het in grondwater of oppervlaktewater terecht. We kennen dit proces ook van drupsteengrotten. De grotten worden gevormd door oplossing van kalk, het drupsteen door het neerslaan van kalk.

2p **16** Ierland: gematigde (landschaps-)zone; Labrador: polaire (landschaps-)zone.

Alleen beide landschapszones juist: 1 punt.

Oorzaak temperatuurverschillen, één van (1 punt):

- Ierland staat onder invloed van een warme zeestroom, terwijl Labrador onder invloed staat van een koude zeestroom
- Ierland ondervindt een matigende werking door sterke zee-invloed; Labrador heeft weinig zee-invloed (door veel afluende wind)

Landschapszones zijn mondiale gebieden met kenmerkende omstandigheden, vooral wat betreft klimaat en vegetatie. In de Bosatlas vind je ze op kaartblad De Aarde Ecologische landschapszones (54^e druk 223 / 55^e druk 245).

De vraag geeft aan dat Ierland en Labrador op dezelfde geografische breedte liggen, maar in verschillende landschapszones door het verschil in temperatuur. Hiervoor gebruik je de genoemde kaart (Klimaatgebieden / zeestromen). Ierland heeft een maritiem klimaat van de gematigde zone (zeeklimaat) en het noorden van Labrador een polair klimaat. Het verschil in klimaat op dezelfde breedte moet het gevolg zijn van regionale factoren. De belangrijkste zijn: verhouding land-zee, hoogteligging en relief. De verdeling land-zee heeft hier zeker invloed. Ierland ondervindt de matigende werking van de zee, in de winter versterkt door de warme zeestroom (Noord-Atlantische Drift / Golfstroom). Ook Labrador ligt bij zee, maar daar heerst een koude zeestroom. Die heeft een verkoelende werking waardoor het gebied in de polaire zone ligt. Bovendien wordt de invloed van zee beperkt doordat de wind vaak afluend is.

Ter controle: de hoogteligging van Ierland en Labrador verschilt niet. Dit geeft geen verklaring voor het verschil. Dat geldt ook voor het relief.

Opgave 5 – Landschappen

3p **17** Foto a: locatie 3. (1 punt)

Foto d: locatie 2. (1 punt)

Gevraagd kenmerk. neerslag. (1 punt)

Een antwoord met een verwijzing naar een droge periode mag men goed rekenen.

Foto a laat een dichtbegroeid gebied zien met hoge bomen. Waarschijnlijk een tropisch regenwoud. Dit is te vinden bij locatie 3 (Amazonegebied Brazilië). Foto d is gemaakt in een droge en redelijk warme zone. Wellicht een savanne of een steppe. Van de genoemde locaties komen 4 en 6 daar niet voor in aanmerking door de noordelijke ligging.

Een ander klimaatkenmerk is de temperatuur. Dat veroorzaakt het verschil niet. Beide foto's horen bij een gebied met redelijk hoge temperaturen.

18 Uit de redenering moet blijken dat:

- de naaldbosgordel in noordelijke richting zal verschuiven (1 punt)
- omdat de temperatuur in het gebied in de toekomst zal stijgen (1 punt)

De toendra ligt in een koudere zone ten noorden van de naaldbosgordel, ook wel taiga genoemd. De grens tussen deze twee landschapszones wordt bepaald door de temperatuur: de plaats waar door de koude geen naaldbos meer kan groeien. De verwachte klimaatverandering is opwarming van de aarde. Daardoor wordt het zuidelijk deel van de toendra warmer en kan er naaldbos groeien. De grens van de taiga verschuift daardoor naar het noorden.

Door het temperatuurverloop van evenaar naar pool zal opwarming van het klimaat meestal betekenen dat de klimaatzones/landschapszones richting pool verschuiven.

Opgave 6 – Landdegradatie in Turkije

19 Het is een kaal landschap. (1 punt)

Er zijn (veel) geulen zichtbaar. (1 punt)

Een antwoord waarin alleen relief worden genoemd mag niet goed worden gerekend.

Bodemerosie is het afvoeren van de bodem, de bovenste losse laag van de grond die van belang is voor de plantengroei. Bodemerosie gebeurt meestal door water en is het sterkst op onbegroeide hellingen. Bij sterke bodemerosie kunnen stroomgeulen ontstaan en komt de kale rots aan de oppervlakte.

Relief alleen is geen juiste aanwijzing, bijvoorbeeld omdat op een goed begroeide helling nauwelijks bodemerosie zal plaatsvinden.

20 Dit deel van Turkije wordt begrensd door gebergten, (oorzaak, 1 punt)

waardoor de neerslag afkomstig van zee wordt tegengehouden / waardoor de lucht daalt (zodat er geen condensatie plaatsvindt). (gevolg, 1 punt)

Een antwoord waarin de landinwaartse ligging wordt genoemd in combinatie met het geringe relief mag goed gerekend worden.

Kaartblad 54^e druk 122 / 55^e druk 130 laat in combinatie met bron 9 (ten zuiden van Ankara) zien dat het droge deel van Turkije een hoogvlakte is, omgeven door gebergten. Vochtige aanlandige wind vanaf de Zwarte of de Middellandse Zee verliest haar vocht door stuwingsneerslag voor ze de vlakte bereikt. Er is weinig neerslag en daardoor relatief weinig bodemerosie door water.

Stuwingsneerslag treedt op wanneer een luchtstroom door relief gedwongen wordt op te stijgen. De lucht koelt af waardoor condensatie optreedt met als gevolg regen. Dit gebeurt aan de windkant – de loefzijde – van het gebergte. Aan de andere kant – de lijzijde – daalt de lucht en wordt die opgewarmd. De lucht kan daardoor meer waterdamp bevatten, waardoor het juist droog is.

21 Voorbeelden van een beschrijving (één gevraagd):

Beschrijving 1:

- na irrigatie kan het water aan het oppervlak verdampen (1 punt)
- waarbij zouten achterblijven / waarbij verzilting kan optreden (1 punt)

Beschrijving 2:

- door irrigatie ontstaat er verzilting / blijven zouten achter (1 punt)
- waardoor de opbrengst afneemt (1 punt)

Landgradatie is vermindering van vruchtbaarheid van de bodem voor de landbouw. Daardoor neemt de economische waarde af. De voornaamste oorzaken zijn versnelde bodemerosie, verzilting (verzouten) en verwoestijning. Verzilting is meestal het gevolg van overmatig gebruik van water bij irrigatie. Veel overtollig irrigatie- en grondwater kan verdampen. De zouten hierin blijven in de bodem achter. Verzilting door irrigatie kan onder andere worden tegengegaan door afvoer (drainage) van overtollig irrigatiewater of het irrigeren met precies de juiste hoeveelheid water zoals bij druppelirrigatie.

2p **22** Voorbeelden van een uitleg (één gevraagd):

Uitleg 1:

- door ontbossing wordt het water niet meer goed vastgehouden (oorzaak, 1 punt)
- waardoor (bij hevige regenval) het water versneld afstroomt naar de rivieren / waardoor er meer water afstroomt naar de rivieren / waardoor er een hogere afvoerpiek is (gevolg, 1 punt)

Uitleg 2:

- door ontbossing treedt (versnelde) bodemerosie op en wordt los materiaal naar de rivieren afgevoerd (oorzaak, 1 punt)
- door bezinking van materiaal in de rivieren kunnen die verstopt raken / kan de waterafvoer worden afgeremd (waardoor overstromingen optreden) (gevolg, 1 punt)

Vegetatie remt en beperkt de afvoer van regenwater naar de rivieren. Water op de bladeren kan verdampen. Begroeiing houdt water langer vast, waardoor er ook meer water in de ondergrond kan infiltreren. Bij ontbossing wordt water sneller afgevoerd wat tot een hogere afvoerpiek leidt. De waterstand wordt dan verhoogd, wat tot overstromingen kan leiden.

Uitleg 2 gaat in op sedimentatie in de rivier. Ontbossing leidt tot meer erosie. Het materiaal kan in de rivieren worden afgezet en de waterafvoer vertragen. Dit leidt stroomopwaarts tot opstuwning en verhoging van de waterstand, waardoor het overstromingsrisico toeneemt.

2p **23** Voorbeelden van een technologische maatregel (één gevraagd, per juiste maatregel 1 punt):

- druppelirrigatie / irrigeren van precies de benodigde hoeveelheid water
- zoveel mogelijk vervoer van irrigatiewater via buizen / zo weinig mogelijk open irrigatiekanalen
- (verbeterde) drainage / goede afvoer van overtollig irrigatiewater
- regelmatig doorspoelen van de bodem met extra irrigatiewater (waarbij zouten worden afgevoerd)

Voorbeelden van een aanpassing (één gevraagd, per juiste aanpassing 1 punt):

- verbouw van gewassen die minder water nodig hebben
- het land van tijd tot tijd braak / ongebruikt laten liggen

Om verzilting tegen te gaan moet de verdamping worden beperkt. Het irrigatiewater moet goed worden gedoseerd zoals bij druppelirrigatie waarbij iedere plant precies de juiste hoeveelheid water krijgt. Wanneer er te veel irrigatiewater is, moet dat worden afgevoerd, gedraineerd.

Een duurzame aanpassing van de landbouw aan droogte grijpt deels terug op de traditionele landbouw. Keuze van gewassen die minder water nodig hebben bijvoorbeeld boomcultures als olijven of droogtebestendige soorten graan. Bij braak laat je de grond een tijd ongebruikt. Er wordt dan ondiep geploegd om infiltratie van de schaarse neersla te stimuleren. Verdamping wordt vaak tegengegaan door bedekking met stro. De bodem kan tijdens de braakperiode als het ware water verzamelen. Teelt aangepast aan de droogte heet dry farming.

Opgave 7 – De Zayandeh, een rivier in Iran**24** Beschrijving:

- daar botst de Euraziatische plaat tegen de Arabische plaat / daar bewegen de Euraziatische plaat en de Arabische plaat naar elkaar toe / daar convergeren de Euraziatische plaat en de Arabische plaat (1 punt)
- waarbij gesteentelagen worden geplooid / omhoog worden geduwd (1 punt)

Er wordt gevraagd naar de namen van tektonische platen. Dit verwijst naar een kaart over platentektoniek of over aardplaten. Het trefwoordenregister vermeldt geen kaart met de tektoniek van Iran. Je bent daarom aangewezen op de kaart De Aarde Platentektoniek, 54^e druk 216B / 55^e druk 238B. Die laat zien dat bij het Zagrosgebergte de Arabische plaat en de Euraziatische plaat naar elkaar toe bewegen en gesteentelagen worden geplooid.

25 Beschrijving:

- lucht wordt gedwongen op te stijgen tegen de westflank van het Zagrosgebergte (koelt daar af en regent uit) (1 punt)
- ten oosten van het Zagrosgebergte daalt de lucht (wordt opgewarmd / bevat weinig vocht meer) en is het droog (1 punt)

Vooraf in de zomer heerst er bij Iran een zuidwestelijke wind. Die lucht heeft een lange weg over zee afgelegd en is vochtig. Deze lucht wordt opgestuwd tegen de westflank van het Zagrosgebergte (loefzijde), wat stuwingsneerslag veroorzaakt. Stijgende lucht koelt af en kan minder waterdamp bevatten. Na het gebergte (lijzijde) daalt de lucht weer, wordt opgewarmd en geeft droogte. Bovendien heeft de lucht door de stuwingsneerslag al veel vocht verloren.

26 Uitleg:

- de bevolkingsomvang in het stroomgebied is sterk toegenomen (oorzaak, 1 punt)
- waardoor steeds meer water uit de rivier gebruikt wordt voor irrigatie (gevolg, 1 punt)

Iran is grotendeels droog en heeft een steppe- en woestijnklimaat. Om voedsel te verbouwen voor de snel groeiende bevolking wordt voor geïrrigeerde landbouw water gebruikt van de weinige rivieren zoals de Zayandeh. Irrigatie kost veel water en leidt er zelfs toe dat er rivieren droogvallen (bron 11).

Opgave 8 – De Popocatépetl in Mexico**27** Vulkaanvorm: stratovulkaan. (1 punt)

Intensief in de gaten houden van de Popocatépetl: die ligt in een dichtbevolkt gebied / die ligt vlak bij grote steden / die ligt vlak bij Mexico-Stad. (1 punt)

De vulkaan in bron 12 is een stratovulkaan met steile hellingen en ook nog een mooie rookpluim. De vulkaan is opgebouwd uit lagen vulkanische as en stenen, en gestolde lava. De Popocatépetl is nog actief en stoot regelmatig as en stenen uit.

Stratovulkanen komen vooral voor in subductiezones, waar een oceanische plaat onder een continentale plaat schuift. De oceanische plaat zakt weg in de diepte en smelt af. Gesmolten gesteente, magma, zoekt een weg naar het aardoppervlak. Een kaart met vulkanisme bij Mexico (Bosatlas 54^e druk 204C / 55^e druk 216C) laat zien dat voor de westkust van Mexico de oceanische Cocosplaat onder de continentale Noord-Amerikaanse plaat verdwijnt.

De twee andere vulkaanvormen die je hebt geleerd, zien er anders uit. Een schildvulkaan is veel vlakker. Een caldeira bestaat uit een laagte – vaak gevuld met water – ontstaan door het inzakken van het dak van een magmakamer.

Een overzichtskaart van Mexico laat zien dat de Popocatépetl in dichtbevolkt gebied ligt. De nabijgelegen agglomeratie Mexico-Stad – op zo'n 70 km afstand – telt meer dan 20 miljoen inwoners. Dit stedelijk gebied heeft ook regelmatig te lijden onder aardbevingen, die samenhangen met de subductie.

2p **28** Voorbeelden van een uitleg (één gevraagd):

Uitleg 1:

- voorafgaand aan een eruptie raakt de dicht onder het aardoppervlak gelegen magmahaard van de vulkaan vol (oorzaak, 1 punt)
- waardoor in de magmahaard druk wordt opgebouwd (en aardbevingen ontstaan) (gevolg, 1 punt)

Uitleg 2:

- voorafgaande aan de eruptie zoekt magma uit de dicht onder het aardoppervlak gelegen magmahaard zich een weg naar de oppervlakte (oorzaak, 1 punt)
- daarbij worden gesteentelagen verschoven (en ontstaan aardbevingen) (gevolg, 1 punt)

Magma dat opstijgt in de subductiezone, verzamelt zich in een magmahaard niet al te diep onder het oppervlak. Is die magmahaard vol, dan komt het gesteente onder druk te staan. Wanneer het vloeibaar gesteente vanuit de magmahaard opstijgt naar het aardoppervlak, kunnen aardlagen verschuiven, wat kan leiden tot aardbevingen. De voorschokken bij een vulkaanuitbarsting zijn over het algemeen niet sterk.

2p **29** Beschrijving:

- bij een eruptie kunnen grote hoeveelheden as / grote hoeveelheden vulkanisch materiaal worden uitgestoten (1 punt)
- die in combinatie met smeltwater / met regenwater lahars (modderstromen) kunnen veroorzaken (1 punt)

Bij een vulkaanuitbarsting valt in de directe omgeving vaak een grote hoeveelheid vulkanische materiaal, as, puinsteen en brokken lava. Wanneer dit verzadigd raakt met water, beweegt het zich als een modderstroom van de vulkaanhelling. De kracht is enorm, bomen en huizen worden weggevaagd.

Het water kan afkomstig zijn van smeltwater van sneeuw en ijs op de vulkaanhelling (bron 12). Vaak ontstaan er door een vulkaanuitbarsting ook hevige regenbuien.

2p **30** Uitleg:

- het noorden heeft een droog klimaat (B-klimaat) en het zuiden een nat klimaat (A-klimaat en C-klimaat) (oorzaak, 1 punt)
- waardoor er in het noorden van Mexico vooral bodemaantasting plaatsvindt door de wind en in het zuiden vooral erosie / bodemaantasting plaatsvindt door afstromend (regen)water (gevolg, 1 punt)

Bosatlaskaart 54^e druk 226C / 55^e druk 248C laat zien dat er in Noord-Mexico vooral bodemaantasting is door de wind en in Zuid-Mexico vooral door water. De verklaring moet je – gezien de vraag – zoeken op de kaart De Wereld Klimaatgebieden (54^e druk 222 / 55^e druk 244). Het noorden heeft droge klimaten (BS steppeklimaat en BW woestijnklimaat), het zuiden maritiem zeeklimaat met droge winter (CW) en tropisch regenwoudklimaat (Af).

De droge gebieden in het noorden hebben weinig of geen vegetatie. Daardoor heeft de wind er vrij spel en is er veel winderosie. In de vochtige maritieme gebieden en natte regenwouden van het zuiden wordt de wind wel geremd door vegetatie. Daar veroorzaakt afstromend water bodemerosie, vooral als de bodem niet goed bedekt is.

Je kunt in plaats van klimaten ook kijken naar de neerslag op de Bosatlas kaarten 54^e druk 187B en C / 55^e druk 199B en C. Rond januari is heel Mexico droog, rond juli is Noord-Mexico nog steeds droog, maar valt er in Zuid-Mexico redelijk veel neerslag.

De kaart bodemaantasting geeft de gevolgen weer van ingrepen door de mens. In droge gebieden denk je dan bv. aan overbeweiding, in natte gebieden aan gevolgen van houtkap en ontginning van bosgebieden voor de landbouw.

Opgave 9 – Antelope Canyon en de Colorado

- 31** Hoofdgroep: sedimentgesteente. (1 punt)
Aanwijzing: de gelaagdheid. (1 punt)

De hoofdgroep van gesteenten bestaat uit stollingsgesteente, metamorfe gesteente en sedimentgesteente. Op beide foto's van de bron is gelaagdheid zichtbaar die wijst op sedimentgesteente, gevormd na afzetting van sedimenten. Sedimenten als klei, zand en grind worden vaak in lagen afgezet, wanneer bv. de stroomsnelheid van rivieren of de kracht van de wind verandert door variatie in klimaat of weer.

- 32** Volgorde: 3 – 1 – 4 – 2. (1 punt; elke andere volgorde 0 punten)

De canyon (kloof) is volgens de inleiding op de vraag gevormd door erosie – uitschuren – door stromend water. Daarvoor moet een rivier grote kracht hebben, wat mogelijk is bij een hoge stroomsnelheid. Dat is afhankelijk van het verhang, het hoogteverschil tussen twee plaatsen. Hoe groter het hoogteverschil, des te groter de stroomsnelheid. Met die gegevens kom je tot de volgende volgorde in tijd:

- proces 3, opheffing van het Colorado Plateau; hierdoor wordt het hoogteverschil groter
- proces 1, toename van het verhang; als gevolg van de opheffing in proces 3
- proces 4, toename van de stroomsnelheid; als gevolg van de toename van het verhang in proces 1
- proces 2, insnijding van de rivier; door erosie ten gevolge van de grotere stroomsnelheid (proces 4)

De canyon is gevormd over een lange periode waarin het gebied langzaam werd opgeheven en de rivier zich steeds dieper insneed. De Colorado of zijrivieren daarvan lopen door meerdere kloven. De bekendste is de Grand Canyon.

- 33** Voorbeelden van een uitleg (één gevraagd):

Uitleg 1:

- door het woestijnklimaat is er weinig vegetatie (oorzaak, 1 punt)
- waardoor stromend water veel losliggend sediment meeneemt / waardoor stromend water het vaste gesteente sterk uitschuurt (gevolg, 1 punt)

Uitleg 2:

- door het woestijnklimaat valt de (weinig) neerslag meestal in stortbuien (oorzaak, 1 punt)
- waardoor plotseling veel stromend water aanwezig is dat losliggend sediment meeneemt / dat gesteente uitschuurt (gevolg, 1 punt)

In een gebied met woestijnklimaat (BW) is de neerslag gering, maar als het regent zijn het vaak hevige stortbuien. Het water wordt dan door de rivieren met grote stroomsnelheid afgevoerd, waardoor de eroderende werking groot is. Dit wordt versterkt door het vrijwel ontbreken van vegetatie. Die zou anders de afstroming van regenwater kunnen afremmen en sediment kunnen vasthouden.

- 34** Uitleg:

- door de aanleg van de stuwdammen bezinkt veel sediment in de stuwmeren (oorzaak, 1 punt)
- waardoor benedenstrooms nog maar weinig sediment wordt meegevoerd (zodat het water niet meer rood gekleurd wordt) (gevolg, 1 punt)

Belangrijk is het gegeven dat de rode kleur benedenstrooms – dus na het passeren van de stuwdam – is verdwenen. Wanneer een rivier een stuwmeer instroomt, neemt de stroomsnelheid sterk af. Daardoor zal ook fijner slib bezinken. En dat is juist het materiaal dat de rivier de rode kleur geeft.

Dat de Colorado van kleur verandert, is opvallend, maar niet erg hinderlijk. Een groot nadeel is het dichtslibben van het stuwmeer en de afname van het waterbergend vermogen. Een ander probleem wordt vooral gevoeld in Mexico waar de Colorado uitmondt in de Golf van California. Door irrigatie en zoetwaterwinning is de waterafvoer daar nog maar zo'n 10% van de oorspronkelijke afvoer.

In de Colorado zijn ook stuwdammen aangelegd om de stroming te beheersen, want grote hoeveelheden smeltwater uit de Rocky Mountains leiden regelmatig tot overstromingen.