Aardrijkskunde samenvatting

Paragraaf 1 Oriëntatie

* Hoe zijn de continenten, gebergten en oceanen op aarde ontstaan?
De aardbol zag er miljoenen jaren geleden heel anders uit dan nu, dat komt omdat de oceaanbodem langzaam beweegt en de continenten daardoor jaarlijks wat verschuiven, dit zorgt voor allerlei geologische processen. Bijvoorbeeld: de vorming van hooggebergte, invloed op de klimaten van gebieden en de loop van zeestromen.
* Is er regelmaat in de uitbarsting van vulkanen en het optreden van aardbevingen?
Activiteiten van vulkanen laten zien dat er in de aarde veel warmte is opgeslagen. Er is een geweldige hoeveelheid energie die de basis vormt voor bewegingen in de aardkorst en de opbouw van het reliëf op aarde. Het regelmatig optreden van aardbevingen is er ook het gevolg van. Leren leven met natuurwetten en natuurgeweld geldt in feite voor alle bewoners van de planeet aarde.
* Welke processen zorgen voor de afbraak van het reliëf op aarde?
Gesteentes in gebergten worden door de werking van zon, vorst en water bij verwering afgebroken. Het losse materiaal wordt door de zwaartekracht, wind en water getransporteerd. Rivieren spelen dus een grote rol bij de afvoer van afbraakmateriaal naar zee. Vooral bij grote stroomgebieden kan je het zien aan de grote delta’s die uitmonden in zee.

Paragraaf 2 De Atlantische Oceaan wordt steeds groter

2.1 Het actualiteitsprincipe

* De platen op de aarde bewegen (Europa en Noord Amerika drijven langzaam uit elkaar).
* **Actualiteitsprincipe**: de aanname dat alle geologische processen die momenteel op de aarde zijn vorm geven, ook in het verleden op deze wijze werkten.
* De Atlantische Oceaan wordt elk jaar 3cm breder, Europa en Amerika lagen dus vroeger dichter bij elkaar.

2.2 De tijdschaap van geologische processen

* **Geologische** **tijdschaal**: de tijdrekening in de geologische geschiedenis van de aarde. Hij begint vanaf het ontstaan van de aarde. Met zo’n grote tijdschaal zijn langzame zaken zoals gebergtevorming duidelijk zichtbaar.

2.3 Geologische ouderdom

* In elk **geologisch tijdvak** waren de leefmogelijkheden voor planten, dieren en vissen anders. De ligging van continenten veranderde, er kwam meer landoppervlak en minder zee.
* Ieder geologisch tijdvak heeft daarom zijn kenmerkende organismen en dus gidsfossielen.
* **Gidsfossielen**: versteende afdrukken van organismen in gesteentelagen, zij maken het mogelijk de onderlinge ouderdom (**relatieve** **ouderdom**) van gesteentelagen aan te geven.
* De **absolute ouderdom** geeft de tijd in jaren aan dat een gesteentelaag of geologisch proces bestaat. Dit wordt gedaan d.m.v. het verval van radioactiviteit in gesteente lagen. Kalium40 wordt in de gesteentelagen op een gegeven moment omgezet naar Argon40. Dus meten ze de hoeveelheid Kalium40 en de hoeveelheid Argon40.

Paragraaf 3 Platentektoniek: continenten op de lopende band

3.1 De opbouw van onze aarde

* De aarde is een echte planeet, zij is ontstaan doordat door onderlinge aantrekkingskracht talrijke rond de zon cirkelende stofdeeltjes en meteorieten geleidelijk samenklonterden tot een enorme gesteentemassa.
* De aarde heeft een gelaagde opbouw die op twee manieren kan worden aangegeven:
1. Dichtheid en chemische samenstelling van het gesteente. Dit gaat van de aardkern naar de aardmantel naar de aardkorst. Het zwaarste materiaal bevindt zich in de aardkern, bestaat vooral uit ijzer. De **continentenkorst** is het lichtst en bestaat uit **graniet** De **oceanische korst** is zwaarder en bestaat uit **basalt**.
2. Indeling naar plasticiteit van het gesteenten en op warmtetransport en temperatuur. De buitenkant van de aarde kunnen we indelen in de lithosfeer en de asthenosfeer.
De **lithosfeer** is de vaste koele buitenkant van de aarde. Het bestaat uit een aantal afzonderlijke **platen** die bewegen. De dikte varieert van 0 tot 150km.
De **asthenosfeer** ligt direct onder de lithosfeer en is het deel van de aardmantel dat plastisch is en door convectiestromingen zorgt voor bewegende platen. Ligt op 100 tot 250km diepte en is 1200 graden aan de bovenkant.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Indeling naar dichtheid en chemische samenstelling van het gesteente | Diepte | Indeling naar plasticiteit en temperatuur |
| Aardkorst (oceanische korst basalt) (continentale korst graniet) | 70 – 100 km | Lithosfeer vast gesteente koel licht |
| Aardmantel | 250 km | Asthenosfeer plastisch warm (1200C) |
| 2.900 km | Mesosfeer vast |
| Aardkern buitenkern ijzer |  | Buitenkern vloeibaar |
| Binnenkern ijzer | 5150 km6370 km | Binnenkern vast zwaar heet (6.600C) |

3.2 Het afkoelsysteem van de aarde

* Als **natuurlijk systeem** (een samenhangend geheel van elementen dat op een natuurlijke wijze en volgens natuurwetten is geordend.) van de aarde zit veel warmte opgeslagen, naar de aardkern toe wordt het steeds warmer. Dit komt door de oerwarmte die tijdens het ontstaan van de aarde is opgeslagen. Ook het verval van radioactieve elementen in de gesteenten zorgt voor continue warmteproductie. Steen geleidt niet goed waardoor de warmte niet snel naar het aardoppervlak kan wegstromen. Dit zie je in de asthenosfeer.
* Het steen is in de asthenosfeer taai vloeibaar. De warmteafgifte gebeurt hier door **convectiestromingen**; stroming van heet taai vloeibaar gesteente onder de lithosfeer die zorgt voor de beweging van platen. Op plaatsen met een grote toevoer van warmte uit de aarde stijgt heet vloeibaar gesteente op. Dit stroomt zijdelings naar beide kanten weg, waarbij het langzaam afkoelt. Het zijn dus circulatiecellen die ontstaan bij verhitting. Ze zorgen voor de opstijging van warm geworden vloeistof of lucht voor een snel zijdelings transport van warmte.

3.3 Mid-oceanische ruggen en subductiezones

* **Platentektoniek**: de verplaatsing van de platen waaruit de lithosfeer bestaat door de convectiestromen onder de lithosfeer. De randen van een plaat hebben meestal aan de ene kant een mid-oceanische rug en aan de andere kant een subductiezone.
* Het soort **plaatgrens** hangt af van de beweging: uit elkaar of juist naar elkaar toe.
1. Bij een **mid-oceanische rug** gaan de platen uit elkaar. Deze **divergente plaatgrens** komt meestal midden in oceanen voor. Hier is een stijgende convectiestroom die verhit materiaal van de asthenosfeer naar het aardoppervlak brengt, waar het stolt. Daardoor wordt steeds nieuwe oceanische korst gevormd (bestaat uit basalt). De verhitting zorgt ook voor uitzetten van het gesteente, waardoor hoogte wordt opgebouwd. Vanaf de mid-oceanische rug is er sprake van een uiteengaande beweging van de platen. Zwaartekracht werkt als **duwkracht** bij de plaatbeweging, de hoogte van de mid-oceanische rug zorgt voor een helling, waardoor de plaat onder invloed van zijn eigen gewicht naar beneden glijdt. De plastische asthenosfeer fungeert hierbij als een glijmiddel. Het spreidingstempo van de platen bepaalt de breedte van de rug.
2. Bij een **subductie**zone bewegen de platen naar elkaar toe. Deze **convergente plaatgrens** is te herkennen aan langgerekte laagte in de zeebodem (**diepzeetrog**). Je vindt ze langs de randen van continenten of eilandbogen. De zware oceanische korst (basalt) duikt onder de continentale korst (graniet). De subductie wordt op gang gebracht door het afkoelen en het krimpen van de oceanische korst bij het bewegen vanaf de mid-oceanische rug, het wordt hierdoor dichter en zwaarder. De zwaartekracht versterkt de dalende beweging en het gewicht van de plaat zorgt voor extra **trekkracht** naar beneden.

3.4 De transforme plaatgrens

* **Transforme plaatgrens**/ **transforme** **breuk**: plaatgrens waar stukken oceanische korst of continentale korst langs diepe verticale breuken horizontaal en tegengesteld aan elkaar bewegen. Op deze plaatsen komen vaak aardbevingen voor.
* Transforme breuken komen overal voor waar spanningen in de aardkorst moeten worden opgevangen. Bv. De mid-oceanische ruggen hebben onregelmatige spreiding van continenten en de bolvorm van de aarde een slingerend verloop dat spanningen oproept. Door verdeling van de mid-oceanische rug in losse segmenten met ertussen transforme breuken kunnen de spanningen worden opgevangen.
* Transforme breuken komen op continenten minder vaak voor. De grote dikte van de continentale korst speelt hierbij een rol.
* Beroemde transforme breuken:
* San Andreas-breuk in California.
De mid-oceanische rug in de Golf van California liep vroeger door naar het noorden. Het westen van de VS is er in het recente verleden door de westwaartse beweging van de Noord-Amerikaanse plaat overheen geschoven. Het effect was dat de continentkorst mede door de stijgende convectiestroming onder de mid-oceanische rug in stukken uiteenviel. California is daarom opgebouwd uit losse gesteentestukken die langs breuken horizontaal en tegengesteld aan elkaar bewegen. Omdat het Noord-Amerikaanse continent nog steeds naar het westen beweegt, zijn de meeste breuken actief. Er is continu kans op het optreden van kleine of grote verschuivingen die een aardbeving tot gevolg kunnen hebben.

De Pacifische plaat verschuift 5x sneller dan de Amerikaanse plaat.

* De Anatolische breuk, loopt door Noord-Turkije.
Bij deze breuk worden de spanningen opgevangen die ontstaan door het naar elkaar toe bewegen van Afrika en Europa.

Paragraaf 4 De opbouw van reliëf door vulkanisme

4.1 Explosief en effusief vulkanisme

* Alle verschijnselen (gas, stoom, vuur, lava) die te maken hebben met het uittreden van dit magma bij een uitbarsting of **eruptie** nomen we **vulkanisme**.
* **Explosief vulkanisme**: Aard van het vulkanisme bij een grote gasdruk en taai vloeibaar magma (veel graniet). Komt veel voor bij subductiezones
* **Effusief vulkanisme**: vulkanisme waarbij door de relatief lage gasdruk sprake is van uitvloeien van dun vloeibaar magma (basalt).
* Twee factoren bepalen het karakter van het vulkanisme:
1. De dikte van het bedekkend gesteente
Als er een grote gasdruk onder de aardkorst verzamelt is het vulkanisme explosief. Het toetreden van veel water, dat in de magmahaard wordt omgezet in waterdamp, bevordert de gasdruk. Ontgassing kan niet goed optreden, door de aanwezigheid van dik bedekkend gesteente en de afwezigheid van scheuren en breuken. Dit is vooral bij een diepe magmahaard (subductie). De vulkaan barst uit als de gasdruk in de magmahaard groter is dan het gewicht van het bedekkende gesteente.
2. De samenstelling van het magma
Als de magmahaard bestaat uit oceanische korst en dus basalt is het magma dun en vloeibaar en kan het makkelijk ontgassen. Bij een uitbarsting is sprake van een uitstroming van magma uit de vulkaanopening.
Als de magmahaard continentale korst bevat en dus graniet, is het magma taai vloeibaar. Ontgassing is moeilijk en de gasdruk loopt hoog op. Bij subductie komen vaak ook stukken oceanische korst in de magmahaard terecht. Het magma is dan een mengsel van basalt en graniet dat andesiet wordt genoemd. Andesiet komt dus voor bij explosief vulkanisme.

4.2 De vulkaanvormen

* Bij een vulkaan bepaalt het **eruptietype** (explosief of effusief) de **vulkaanvorm**. Er zijn vier hoofdvormen mogelijk:
1. **Schildvulkaan**; ontstaat bij dun vloeibaar magma dat relatief rustig uit een min of meer ronde centrale vulkaanopgening stroomt. Het magma stroomt cirkelvormig uit en omdat het niet taai is. Er ontstaat zo een kegelvormige vulkaan met een flauwe helling die is opgebouwd uit basaltlagen.
2. **Spleetvulkaan**: Langgerekte vulkaan opgebouwd uit horizontaal liggende lagen basalt die ontstaat indien dun vloeibaar magma uit scheuren en spleten in de aardkorst kan uitstromen (**spleeteruptie**). Elke nieuwe lavastroom vloeit hierbij weer over de vorige. De basaltlagen kunnen zowel op de zeebodem als op het continent een grote oppervlakte bedekken.
3. **Stratovulkaan**: ontstaat bij taai vloeibaar magma en explosief vulkanisme. Bij de eruptie van de vulkaan wordt door de grote gasdruk veel los materiaal in de vorm van klodders lava (slakken), gesteentebrokken (brommen) ,fijn grind (lapilli), vulkanische as en stof uitgeworpen. Al dit bij elkaar heet **pyroklastica**. Dit resulteert in een kegelvormige vulkaan met een steile helling en een afwisseling van lagen gestolde lava en los materiaal.
4. **Calderavulkaan**: ontstaat als de uitbarsting van een stratovulkaan zo explosief is dat het centrale deel wordt opgeblazen. Er ontstaat een **caldera** (een grote cirkelvormige depressie, die vaak door steile wanden is omgeven). Er kan een nieuwe vulkaan worden opgebouwd of hij kan zich met water vullen.

4.3 Vulkanen bij de plaatgrenzen

* Vulkanen komen vooral voor bij twee soorten plaatgrenzen:
1. Vulkanen bij mid-oceanische ruggen
Door stijgende convectiestroming is er een continue aanvoer van heet vloeibaar gesteente. Dit basaltische magma verzamelt zich in magmakamers op enkele km onder de oceaanbodem. De uitgaande beweging van de convectiestromingen zorgt voor het uitrekken van de oceaanbodem en het ontstaan van scheuren en spleten. Daar komt zeewater naar binnen wat de gasdruk in de magmahaard verhoogt. Bij voldoende gasdruk volgt er steeds een eruptie en worden op de zeebodem schildvulkanen en spleetvulkanen opgebouwd. Deze vormen nieuwe oceanische korst. Gevormde vulkanen gaan steeds verder weg van de mid-oceanische rug en worden steeds minder actief en kunnen zich moeilijker boven zeeniveau handhaven.
2. Vulkanen bij subductiezones
Bij een diepzeetrog wordt de oceanische korst onder de continentale korst geperst, dit vormt explosief vulkanisme. De sedimenten op de zeebodem bevatten veel zeewater en bestaat vooral uit afbraakmateriaal van de continenten (graniet). Op flinke diepte wordt het graniet door de toenemende temperatuur in een magmahaard opgenomen en omgesmolten in taai vloeibaar magma. Meestal is het een mengsel van graniet en basalt (andesiet). Het meegenomen zeewater wordt omgezet in waterdamp. Er wordt door de subductie voortdurend nieuw materiaal aangevoerd waardoor de gasdruk toeneemt. Als de tegendruk van het bovenliggende gesteente wordt overtroffen volgt een explosieve uitbarsting en ontstaat en een strato- of calderavulkaan. Ze kunnen op twee plaatsen voorkomen:
- in de gebergten langs de continentranden
- In vulkanische eilandbogen waar het vulkanisme heeft geleid tot opbouw van eilanden.

4.4 Hotspotvulkanen

* **Mantelpluim**: geïsoleerd voorkomende kolom heet magma die vanaf de onderzijde van de aardmantel is opgestegen en lange tijd op zijn plaats kan blijven. Bij uitreden van het magma aan de aardkorst ontstaan vulkanen door uitvloeiingen van basalt (**hotspots**).
* **Hotspotvulkanen** komen veel voor in oceanen met een relatief dunne oceanische korst en wat minder op continenten. Omdat de platen bewegen en de mantelpluim op zijn plek blijft ontstaat er een lint van vulkanische eilanden met schildvulkanen.
* Als er een mantelpluim onder een continent zit kan het zorgen voor opbolling van het gebied. Er ontstaan langgerekte barsten of scheuren. Langs deze **breuken** kan het basaltische magma van de mantelpluim een weg omhoog zoeken, het kan een schild- of spleetvulkaan vormen. Als er veel graniet uit de continentale korst in de magmahaard komt kan er een stratovulkaan of een calderavulkaan ontstaan.

Paragraaf 5 De opbouw van reliëf door gebergtevorming

5.1 De gemeenschappelijke kenmerken van gebergten

* Alle **gebergten** op aarde hebben een aantal gemeenschappelijke kenmerken:
* Ontstaan en afbraak (**gebergtevorming**) moeten we tellen in miljoenen jaren.
* De voorloper van een gebergte is altijd een dalingsgebied (geosynclinale) aan de rand van een continent. Het gaat om een zeegebied of een kustgebied waar de afbraakproducten van bestaande bergen van het land in horizontaal liggende lagen wordt afgezet. Dat wordt later omgevormd tot nieuwe bergen
* Gebergten bestaan uit harde geplooide gesteentelagen Dit komt door subductie of het botsen van continenten die horizontaal werkende druk creëren.
* Verticaal werkende krachten zorgen voor opheffing en het ontstaan van gebergtereliëf. Door de opheffing bevatten de gesteentelagen veel breuken.
* De hoogte van een berg hangt af van de ouderdom. (tijd voor afbraak). Jonge gebergte (tertiair) is hooggebergte, oudere gebergten zijn middelgebergte.
* Gebergten liggen aan de randen van huidige of vroegere continenten. Hiervoor moet je de ligging van continenten in het geologisch verleden kennen.

5.2 Het ontstaan van plooiingsgebergten

* **Plooiingsgebergte**: Gebergte ontstaan door de combinatie van horizontaal werkende druk die zorgt voor plooiing van gesteentelagen en verticaal werkende krachten (het zoeken naar een drijvend of isostatisch evenwicht) die zorgen voor opheffing. De horizontaal werkende druk is het gevolg van subductie of botsing van continenten.
* Plooiingsgebergte gebeurt op twee plaatsen:
1. Plooiingsgebergte bij subductiezones
De sedimenten die op de zeebodem liggen worden tegen het continent aangedrukt en geplooid. Ze bestaan uit afbraakproducten van het continent en zijn dus licht. De dikke lagen klei, zand en kalk worden door het duiken van de oceanische korst de diepte ingedrukt. Er ontstaat zo een ophoping van licht continentaal materiaal, dat in de aardmantel wordt geperst. Als reactie komen de lichte gesteentemassa’s na verloop van tijd weer langzaam omhoog. Ze zoeken naar een drijvend evenwicht en stijgen. Bij het omhoogkomen dringt magma in de kern en stolt als een granietkern, het kan ook via gangen aan de opp. Komen en dan kan er explosief vulkanisme ontstaan.
2. Plooiingsgebergte door botsing van continenten
Na het optreden van subductie komen de continenten steeds dichter bij elkaar. Bij dichte nadering worden de sedimenten in de zee tussen de twee continenten samengedrukt en geplooid. Hierna volgt opheffing, waardoor op de plaats van de botsingszone van de continenten een plooiingsgebergte ontstaan. De subductie zal stoppen, omdat de continenten niet onder elkaar kunnen verdwijnen en aaneengegroeid zijn.
In het geologisch verleden zijn er drie periodes geweest van gebergtevorming door het botsen van continenten:
- De Alpiene (Tertiair) meest recente en heeft gezorgd voor hooggebergte. (Alpen)
- de Hercynische (Carboon)
- de Caledonische (Siluur)

5.3 Het ontstaan van breukgebergten

* Elk plooiingsgebergte wordt na zijn ontstaan aangetast door erosie en wordt het hooggebergte een oud gebergte. Maar een oud gebergte kan weer worden opgeheven tot een middelgebergte. Dat kan door ontstaan van nieuw jonggebergte.
* **Breukgebergte**: gebergte dat ontstaat door de hernieuwde opheffing van een door erosie afgebroken oud plooiingsgebergte. Vaak is de opheffing van de oude gesteenterestanten ongelijk en ontstaan door verbuiging breuken die leiden tot het ontstaan van horsten (stijgingsgebieden) en slenken (dalingsgebieden).

5.4 De geotektonische kringloop

* **Geotektonische kringloop**: de vorming door de platentektoniek van oceanen, eilandbogen en continenten met gebergten in een zich steeds herhalend proces.
* De geotektonische kringloop bestaat uit vier zich herhalende fasen:
1. Een continent breekt in twee delen door een stijgende convectiestroom. Dit gebeurt meestal met een of meer mantelpluimen onder het continent. Door de stijgende convectiestroom ontstaat er een mid-oceanische rug en wordt de oceaan steeds breder.
2. Als de oceaan sterk verbreed is, breekt hij aan een of twee kanten en ontstaat er een subductiezone. Aan de rand van het continent wordt een plooiingsgebergte gevormd.
3. Door de subductie komen de continenten weer aan elkaar en ontstaat er een nieuw plooiingsgebergte op de plaats waar ze botsen.
4. Het hooggebergte wordt door verwering en erosie afgebroken, mogelijk kan zijn tot het opnieuw breken van het continent.
* **Schild**: een stuk oercontinent waar zeer oude gesteentes (Precambrium) aan de oppervlakte komen. Vormt het begin van de vorming van de huidige continenten.

Paragraaf 6

6.1 Aardbevingen bij plaatranden en breuken

* **Aardbevingen**: een schoksgewijze verplaatsing van stukken aardkorst (wanneer de wrijving overwonnen wordt) die leidt tot het ontstaan van trillingen. De trillingen verplaatsen zich van de aardbevingshaard (het **hypocentrum**) naar de oppervlakte waar zich de schijnbare haard van de aardbevingen bevindt (het **epicentrum**).
* De zwaarte van een aardbeving hangt af van de hoeveelheid spanning die wordt opgebouwd en dus van de omvang van de wrijving. De dikte van de gesteentemassa’s speelt hierbij een belangrijke rol. Diepe aardbevingen zijn zwaarder dan ondiepe.
* Als bij een transforme breuk, stukken aardkorst de tegengestelde bewegingsrichting op bewegen en er bouwt spanning op kan er een forse aardbeving komen. Langgerekte scheuren in de aardkorst kan het gevolg zijn.
* Bij subductiezones zijn de wrijvingskrachten bij het onder elkaar schuiven van stukken aardkorst enorm. De dalende convectiestroming voert de druk op. Door het duiken van de oceanische korst zullen aardbevingen altijd aan de landkant van de diepzeetrog optreden.

6.2 De schaal van Richter en Mercalli

* Er zijn twee manieren om de kracht van een aardbeving aan te geven:
1. De **schaal van richter** (magnitude): Schaal die sterkte (**magnitude**) van aardbevingen aangeeft door de omvang van de trillingen te meten met een **seismometer** of seismograaf (dit meetinstrument bestaat uit een stabiele massa met een naald, die de trillingen op papier, film of digitaal registreert). Gaat uit van de hoeveelheid energie (amplitude) die bij een aardbeving vrijkomt. Wordt gegeven op een logaritmische schaal van 0 tot 9.
2. De **schaal van Mercalli** (intensiteit): Schaal die het effect van een aardbeving weergeeft door de intensiteit van de schade aan mensen en gebouwen aan te geven. Wordt weergegeven op een schaal van I tot XII. Ook de intensiteit van aardbevingen uit het verleden kan uit beschrijvingen ervan worden bepaald. Een nadeel is dat de schatting van de schade die is aangericht erg subjectief is en sterk afhankelijk van de plaats van waarneming.

6.3 Hazard management bij aardbevingen

* **Hazard management**: het geheel van maatregelen om de schade door natuurrampen of milieurampen te voorkomen of hun effect te verminderen. Het is een planmatige vorm van beheersing van gevaar.
* Er zijn 3 groepen maatregelen:
1. Het opsporen van gevaar.
Je weet van aardbevingen dat ze komen, alleen niet precies wanneer. Om gevaar op te sporen is het belangrijk dat bij breuken continu de positie van losse gesteentestukken in de gaten word gehouden.
2. Technische maatregelen:
Goede bouwvoorschriften (schokbrekers) moeten voorkomen dat gebouwen bij flinke trillingen in elkaar zakken. Ook moeten er speciale maatregelen genomen worden om de leidingen van gas, elektriciteit en water te beschermen.
3. Voorbereiding van de bevolking:
Belangrijk zijn rampenoefeningen, zodat iedereen weet wat er bij een aardbeving moet gebeuren. Iedere burger moet in eigen huis maatregelen nemen om zijn veiligheid te vergroten.

6.4 Het ontstaan van een tsunami

* **Tsunami**: Hoge vloedgolven in een kustgebied (tot wel 30m boven het normale peil) die het gevolg zijn van het ontstaan van sterke verticale zeewaterverplaatsing. Ze ontstaan vaak bij subductiezones als gevolg van een aardbeving met een kracht die groter is dan 7,0 op de schaal van Richter. Ook verplaatsing van grote gesteentemassa’s in zee, zoals bij aardverschuivingen kunnen tsunami’s veroorzaken.
* De verticale waterverplaatsingen leiden in open zee tot het ontstaan van zogenoemde lange golven. Dit zijn golven met een zeer lange golflengte en een zeer geringe golfhoogte. Ze bevatten veel energie, hebben een zeer hoge snelheid en bewegen naar alle richtingen. Als deze golven bij de kust komen neemt de golflengte af en de golfhoogte toe. Een golftop of golfdal kan voorop lopen waardoor het beeld soms bedrieglijk is.

Paragraaf 7 Afbraak van reliëf door verwering en massabewegingen

7.1 Mechanische verwering en chemische verwering

* **Exogene****processen** zijn geologische processen die van buitenaf op de aardkorst inwerken. Betreft verwering en erosie door water, wind en ijs. De zon is de motor van de exogene processen.
	+ **Verwering** is een verzamelnaam voor de processen die zorgen voor de afbraak van gesteente. Omvat mechanische verwering en chemische verwering.
	+ **Erosie** is het opnemen en wegvoeren van het losse afbraakmateriaal van verwering door de beweging van water, wind en ijs.
	+ **Transport** is het verplaatsen van gesteentemateriaal (bijvoorbeeld klei, zand grind en grote stenen) door water, wind of ijs.
* Verwering gebeurt op twee manieren:
	+ **Mechanische verwering (fysische verwering)** is een vorm van verwering waarbij het gesteente in losse stukken kapotgemaakt wordt, zonder dat de samenstelling ervan verandert. Zorgt voor vergroting van het oppervlak waar chemische verwering op kan inwerken.
	+ **Chemische verwering** is een vorm van wering waarbij de inwerking van water, zuurstof en allerlei zuren zorgt voor verkleining en verandering van de chemische samenstelling van gesteente.

Paragraaf 7.2 Karstverschijnselen

* ***Karstverschijnselen*** zijn alle verschijnselen die samenhangen met de oplossing van kalk in water. Water krijgt pas een oplossend karakter door de opnamen van veel $CO\_{2}$ aan het aardoppervlak van het gesteente. Het water sijpelt door de bovengrond en kan onderweg veel $CO\_{2}$ opnemen. Bij de ademhaling van plantenwortels, bacteriën en bodemdieren komt veel $CO\_{2}$ vrij. Voorbeelden van karstverschijnselen zijn komvormige laagten komvormige lagen (dolines), verticale holten (karstpijpen) en grotten met druipsteen.

Door de oplossing van kalk in water met koolzuurgas worden de barsten en scheuren in het gesteente verwijd. In de ondergrond kunnen hele grottensystemen ontstaan.
	+ **Druipsteen** ontstaat als in water opgeloste kalk die door een tekort aan koolzuurgas ($CO\_{2}$) in de vorm van stalactieten (hangend) en stalagmieten (staand) neerslaat.

Paragraaf 7.3 Transport van afbraakmateriaal door zwaartekracht

* **Massabewegingen** zijn alle vormen van het in beweging zetten van los verweringsmateriaal door de zwaartekracht. Er zijn drie hoofdvormen van massabewegingen mogelijk:

|  |
| --- |
| Vormen van massabeweging op hellingen  |
| Vallen | **Vloeien**Bewegen als een taaie vloeistof. Zeer hoog watergehalte.  | **Glijden**Bewegen als samenhangende puinmassa over een glijvlak. |
| Bergstorting(grote gesteentemassa)Puinhelling(opgebouwd door naar beneden vallen van losse stenen) | **Modderstroom** | **Aardsverschuiving** (landslide)  |

* + **Vallen**
	Een **puinhelling** is een helling met puin aan de voet van een gesteentewand, opgebouwd door vrije val van losse stukken gesteente. Een **bergstorting** ontstaat wanneer een rotsmassa in een snelle beweging naar beneden komt. Meestal speelt de gelaagdheid van gesteente of het voorkomen van scheuren hierbij een rol.
	+ **Vloeien**
	Een **modderstroom** is een met water verzadigde puinmassa die na zware regenval als een taaie vloeistof naar beneden stroomt. Kan door zijn hoge dichtheid hele rotsblokken en auto’s meevoeren. Modderstromen vinden we veel in klimaatgebieden met in bepaalde perioden intense, hevige neerslag.
	+ **Glijden**
	Een **glijlaag** is een laag die op een helling als een glijvlak fungeert. Er is vaak sprake van nat ondoorlatend gesteente, zoals een dichte kleilaag. Na zware regenval glijdt een met water verzadigde puinmassa over een glijvlak. Naast glijden is bij veel **aardverschuivingen** (landslide) sprake van een combinatie met vloeien.

|  |
| --- |
| Factoren die van invloed zijn op massabewegingen |
| Hellingafwaartse krachten (bevorderd door de zwaartekracht)* Steilte van de helling (hellingshoek)
* Gewicht van de puinlaag (dikte)
* Gewicht van het plantendek
* Gewicht van het water in de bodem (waterverzadiging
 | **Weerstandkrachten****(gaan helling afwaartse beweging tegen)*** **Plantenwortels (zorgen voor samenhang)**
* **Wrijving (afwezigheid van glijbanen)**
* **Cohesie (plakken van gronddeeltjes door de aanwezigheid van water)**
 |

Paragraaf 8 Erosie en sedimentatie door wind en water

Paragraaf 8.1 De opbouw van een rivierstelsel

* De **hydrologische kringloop** is de kringloop van het water in een gebied. Het is geen echte gesloten circulatie (tussen zee, lucht en wolken en land), maar meer een continue stroming. Deze stroming heeft twee kenmerken:
1 het is een stroming tussen reservoirs (zoals lucht, bodem, grondwater, rivieren en de zee); 2 het is een stroming tussen toestanden (waterdamp, water en ijs).
* Bij afbraak van reliëf speelt erosie door water (via de hydrologische kringloop) een belangrijke rol. Het begint bij geulerosie. *Geulerosie* is de beginvorm van watererosie op een helling. De geultjes vormen het begin van het ontstaan van een **rivierstelsel**.
* De geulerosie zorgt voor het ontstaan van een rivierstelsel. Een **rivierstelsel** is een riviersysteem dat bestaat uit een hoofdrivier met een aantal zijrivieren, die samen zorgen voor de ontwatering van een stroomgebied.
* De verdieping en vertakking van de rivier stopt als er een evenwicht is bereikt tussen de af te voeren neerslag en de afvoercapaciteit van het rivierstelsel.
* Een **stroomgebied** is het verzamelgebied van alle neerslag die na aftrek van de verdamping door de hoofdloop van een riviersysteem wordt afgevoerd.
	+ De **waterafvoer** is de hoeveelheid water die een rivier of waterloop in een bepaalde periode (bijvoorbeeld een jaar, maand of dag) transporteert.
	+ De **daldichtheid** is de dichtheid van het aantal rivierelementen in een stroomgebied.
* Verschillen in klimaat spelen een belangrijke rol bij de verschillen in waterafvoer en daldichtheid in een gebied.
* **Bodemerosie** is het opnemen en afvoeren van de gronddeeltjes aan de bovenkant van de bodem door wind of water.
* Alleen een dicht plantendek kan bodemerosie door water op hellingen tegengaan.
* **Versnelde bodemerosie** is de versnelling van de natuurlijke bodemerosie door menselijk ingrijpen. Is vaak het gevolg van het verwijderen van het beschermende plantendek.

Paragraaf 8.2 Afvoer van water in stroomgebieden

* **Grondwater** is het water in het gedeelte van de bodem, of ondergrond waar de poriën geheel gevuld zijn met water.
* De **basisafvoer** is de toestroming van grondwater naar een rivier of beek die zorgt voor een constante voeding. Het grondwater wordt steeds aangevuld door regenwater dat de grond indringt.
* Een **piekafvoer** is de toestroming van water naar een rivier of beek over de oppervlakte van hellingen. Dit leidt gedurende flinke neerslagperioden tot pieken in de afvoer.
* **Debiet** is de hoeveelheid water (in $m^{3}$) die een rivier op een bepaald moment per tijdseenheid moet afvoeren.
* Bij een slecht doorlatende bovengrond of het ontbreken van begroeiing op hellingen (door ontbossing) is er in neerslagperioden een grote piekafvoer en in een droge tijd een kleine basisafvoer.
* Het **regiem** is de verdeling van de afvoer (debiet) van een rivier over het jaar. Wordt bepaald door het tijdstip van toestroming door regenwater en/of smeltwater.
* De verhouding tussen de laatste en de hoogste afvoer in het jaar is een maat voor de regelmatigheid of onregelmatigheid van de afvoer van een rivier.

Paragraaf 8.3 Puinwaaiers aan de voet van het gebergte

* **Sedimentatie(proces)** is het afzetten van door water, wind of ijs meegenomen materiaal. Dit is vaak het gevolg van daling van de stroomsnelheid.
* Een **puinwaaier** is een waaiervormige afzetting van door een rivier meegenomen grof materiaal (grind en/of grof zand) aan de voet van een gebergte door de daling van de stroomsnelheid. De bedding van de rivier wordt door de daling van de stroomsnelheid continu opgevuld, waardoor de rivier steeds een nieuwe loop moet kiezen en uitwaaiert.
* Puinwaaiers vinden we veel in woestijngebieden, omdat een rivier hier veel grof puin toegevoerd krijgt door de sterke mechanische verwering die overheerst. In de gematigde gebieden zijn puinwaaiers opgebouwd tijdens de ijstijden.
* Woestijnen zijn gebieden waar door gebrek aan beschermend plantendek erosie en sedimentatie vrij spel hebben. **Duinen** zijn door de wind Samen gestoven heuvels van fijn zand.

Paragraaf 8.4 De opbouw van een delta in zee

* Een **delta** is de uitbouw van rivierafzetting in zee met vaak een driehoekige vorm. Een delta ontstaat door daling van de stroomsnelheid bij uitstroming in zee en is opgebouwd uit:
	+ **toplagen** (rivierzand)
	+ **frontlagen** (ontstaan door afglijding, zand)
	Het zand glijdt als eerst omlaag. Het zand glijdt op de hellende zeebodem en krijgt daardoor een scheve gelaagdheid.
	+ **bodemlagen** (vooral klei)
	De aangevoerde kleideeltjes bezinken verder weg en in open water.
	+ **moeras**
* De omvang van een delta geeft een indicatie van de erosieprocessen in het stroomgebied. Bij veel bodemerosie en ook bij een grote oppervlakte van het stroomgebied kan een delta flink uitgebouwd worden.

Paragraaf 9 De gesteenten op aarde

Paragraaf 9.1 Vier hoofdgroepen gesteenten

* De **gesteentekringloop** is het kringloopproces van het in elkaar overgaan van sediment, sedimentgesteente, metamorf gesteente en stollingsgesteente.
* De kenmerken van de gesteentesoorten op aarde

|  |  |
| --- | --- |
| In laaggelegen gebieden(bijvoorbeeld dalingsgebieden) | Bij gebergtevorming |
| Sediment (los materiaal) | **Sedimentgesteente**(verhard sediment) | **Metamorf gesteente**(verhard en veranderd door druk of verhitting) | **Stollingsgesteente** (verhard door stolling) |
| * Afzetting van los verweringsmateriaal door wind, water of ijs. Bijvoorbeeld zand en klei.
* Afzetting van organisch afval van planten en dieren. Bijvoorbeeld organische kalk en veen.
* Neerslaan uit oplossing, bijvoorbeeld chemische kalk.
* Losse afzettingen van een vulkaan.
 | * Verhard door druk, gewicht of verkitting. Bijvoorbeeld zandsteen, kalksteen en steenkool.
 | * Verhard en veranderd door druk door plooiing en verhitting. Bijvoorbeeld marmer, leisteen, zandsteen, kalksteen en steenkool.
 | * Door stolling van magma. Bijvoorbeeld graniet en basalt.
 |
|  | Kan veel fossielen bevatten | Kan soms fossielen bevatten | Fossielen afwezig  |

* + **Sediment**
	**Sediment** is een verzamelnaam voor al het losse materiaal (zand, klei, grind en organische afval van planten en dieren) dat door wind, water en ijs op het land of in zee wordt afgezet. Sediment kan in water ook worden afgezet doordat opgeloste stoffen bij toename van de concentratie door verdamping neerslaan (zout en chemische kalk).
	**Zand** is allemaal gronddeeltjes met korrelgrootte tussen de 0,05 en 2 mm. Zand wordt door samendrukking en verkitting zandsteen.
	**Klei** is allemaal kleine gronddeeltjes die ontstaan zijn door chemische verwering met een korrelgrootte kleiner dan 0,002 mm.
	In zee kunnen lagen (organische) kalk worden opgebouwd uit de kalkskeletten van talrijke afgestorven kalkdiertjes. In zee kunnen lagen (chemische) kalk worden opgebouwd uit in water opgeloste kalkhoudende stoffen bij toename van de concentratie door verdamping gaan neerslaan.
	**Morene** is door ijs afgezet materiaal met een ongesorteerd karakter. Bestaat vaak uit een mengsel van keien, zand en leem. IJs kan door zijn massa al deze sedimenten transporteren.
	+ **Sedimentgesteente
	Sedimentgesteente** is gesteente dat ontstaan is doordat sediment door druk van het gewicht en/of verkitting is verhard. Kent vaak een horizontale gelaagdheid. Fossielen kunnen erin aanwezig zijn. **Fossielen** zijn versteende resten van planten en dieren uit het geologisch verleden.
		- Zandsteen is sedimentgesteente dat ontstaan is door samendrukking van lagen zand (gronddeeltjes met korrelgrootte tussen de 0,05 en 2 mm) die hierdoor verhard en verkit worden.
		- Kalksteen is kalk die verhard is door druk van het gewicht van sedimenten of door samendrukking door plooiing. Kalk ontstaat in zee als organische kalk uit de kalkskeletten van kalkdiertjes of als chemische kalk door het neerslaan van opgeloste kalkhoudende stoffen. (Verharde klei heet schalie.)
	+ **Metamorf gesteente**
	**Metamorf gesteente** is gesteente dat ontstaan is doordat sediment en sedimentgesteente door druk door plooiing en/of verhitting sterk is verhard en vervormd.
		- **Leisteen** is metamorf gesteente dat ontstaan is door samendrukking en plooiing van kleilagen bij gebergtevorming. Verharden en verstenen van de klei door de druk is het gevolg.
		- **Marmer** is metamorf gesteente dat ontstaan is door de verhitting van kalksteenlagen. De verhitting is het gevolg van het binnendringen van heet magma in de kern van een gebergte.
	+ **Stollingsgesteente**
	**Stollingsgesteente** is gesteente dat is ontstaan door stolling van vloeibaar magma. Bijvoorbeeld graniet en basalt. Het magma kan direct onder uit de aarde komen of gedeeltelijk bestaan uit omgesmolten sedimenten.
		- Magma koelt geleidelijk af 🡪 grote kristallen (bijvoorbeeld graniet)
		- Magma koelt snel af 🡪 kleine kristallen (bijvoorbeeld basalt)

Paragraaf 9.2 De gesteentekringloop van plantenafval

* Veen bruinkool en steenkool zijn aparte vormen van gesteente. Het zijn organische gesteentes die energie bevatten in de vorm van koolstof (C). De levende planten hebben door fotosynthese $CO\_{2}$ opgenomen en leggen dus koolstof vast.
* Meestal keert de vastgelegde koolstof na afsterven van de plant weer terug in de atmosfeer bij voldoende contact met de lucht, maar in nat moerassig gebied ontstaat er een andere situatie. In moerassige dalingsgebieden ontstaat een dikke veenlaag door het ontbreken van zuurstof. Er ontstaat een proces waarbij er sedimentgesteente ontstaat. Tijdens het gehele proces vindt ontgassing plaats en neemt de concentratie van koolstof alleen maar toe.
* Eerst wordt bruinkool gevormd en bij langdurig doorgaan steenkool.
* Bruinkoollagen en steenkoollagen kunnen worden betrokken in gebergtevorming en omgezet in een hard metamorf gesteente.
* De koolstofkringloop is het kringloopproces van koolstof (C) op aarde. De kringloop bestaat voor een belangrijk deel uit de stroming van $CO\_{2}$ tussen de atmosfeer, de oceaan en organisch materiaal (planten, dieren, mensen, veen, bruinkool en steenkool) op het land.

PowerPoint Verwering, erosie en sedimentatie

* De drie soorten verwering:
	+ fysische- of mechanische verwering
		- vorstwerking
		- exfoliatie (het afschilferen van gesteenten door afwisselend opwarmen en afkoelen)
		- rotsblokken in stromend water (worden kleiner als ze tegen elkaar aanbotsen)
	+ chemische verwering (het gesteente wordt afgebroken, het verandert wel van samenstelling door CO2 opgelost in water)
	+ biologische verwering (plantenwortels dringen door in gesteenten)
* Rivieren eroderen v-vormige dalen.
IJs erodeert U-vormige dalen.
* Soorten sedimenten:
	+ mariene sedimenten (door de zee neergelegd)
	+ fluviatiele sedimenten (door rivieren neergelegd)
	+ glaciale sedimenten (door ijs neergelegd)
	+ eolische sedimenten (door de wind neergelegd)
* **Gesteente** = materiaal opgebouwd uit één of meer soorten mineralen.
**Mineraal** = fysisch homogene stoffen, stoffen met een bepaalde chemische samenstelling en kristalstructuur.
* De **stollingsgesteenten** worden onderverdeeld in:
	+ uitvloeiingsgesteenten
		- Magma vloeit uit en stolt snel door het temperatuurverschil.
		- Kleine kristallen (basalt) of
		- Helemaal geen kristallen (obsidiaan)
	+ ganggesteenten
		- Magma stolt in de kraterpijp of in zijgangen van de vulkaan.
		- Langzamere afkoeling dan bij uitvloeiingsgesteenten en daardoor zijn er grotere kristallen.
		- Bijvoorbeeld porfier
	+ dieptegesteenten
		- Magma stolt in de aardkorst.
		- Lage stollingssnelheid en daardoor zijn er grote kristallen.
		- Bijvoorbeeld graniet
* De **sedimentgesteenten** worden onderverdeeld in:
	+ **Klastische sedimenten** zijn ontstaan door verwering, erosie en afzetting van gesteenten en daarna verkit het verweringsmateriaal tot gesteente. Aan de hand van de transportwijze onderscheiden we:
		- Fluviatiele sedimenten: afgerond, gesorteerd, gelaagd.
		- Glaciale sedimenten (morene): hoekig, ongesorteerd.
		- Eolische sedimenten: gesorteerd.
		- Mariene sedimenten: gesorteerd, gelaagd
		- Bijvoorbeeld:
			* grind 🡪 conglomeraat
			* zand 🡪 zandsteen
			* klei 🡪 kleisteen of schalie
	+ **Organogene sedimenten** zijn ontstaan uit plantaardig of dierlijk materiaal.
		- Uit plantaardig materiaal zijn de organogene sedimenten ontstaan door druk- en temperatuurtoename
			* veen – bruinkool – steenkool.
		- In ondiepe zeeën vormen zich organogene sedimenten uit schaaldieren of koraalkalk kalksteen.
	+ **Chemische sedimenten** zijn in water opgeloste stoffen die neerslaan nadat de vloeistof door verdamping oververzadigd raakt.
		- Bijvoorbeeld gips en keukenzout
* Materiaal kan door plooiing van de aardkorst of daling dieper in de aardkorst terechtkomen. Zo kunnen **metamorfe gesteenten** ontstaan.
	+ Bijvoorbeeld:
		- kalksteen 🡪 marmer
		- zandsteen 🡪 kwartsiet
		- graniet 🡪 gneiss
		- schalie 🡪 leisteen

PowerPoint Aarde, opbouw en afbraak van het reliëf

* Welke aanwijzingen zijn er voor het bestaan van platentektoniek?
	+ De continenten passen als puzzelstukjes in elkaar
	+ Overeenkomst in flora en fauna op ver uiteen gelegen continenten
	+ Gesteenteformaties van verschillende continenten sluiten op elkaar aan
	+ Paleomagnetisme toont aangroeien oceanische korst bij mid-oceanische rug
	(Aardmagnetische richting wordt vastgelegd bij stolling van magma)
* **Endogene krachten** zijn krachten die van binnenuit op de aardkorst inwerken.
**Exogene krachten** zijn krachten die van buitenaf op de aardkorst inwerken.
* De asthenosfeer is een plastische laag op 80 tot 200 km diepte en deze zone fungeert als glijlaag voor de plaatbewegingen.
* De kern van de aarde bestaat uit ijzer- en nikkelverbindingen. In de kern zorgen radioactieve processen voor het opwarmen van de mantel.
* De warmteafgifte gebeurt door convectiestromen.
* Er zijn twee verklaringen voor de bewegende platen:
	+ Het slab- en pullmechanisme
		- De trekkracht op de subducerende plaat wordt **slab pull** genoemd.
		- Vanaf de oceanische ruggen is er een **hellingkracht**, omdat de lithosfeer hier hoger ligt dan verder van de ruggen af. Deze kracht wordt **ridge push** genoemd.
	+ De convectiestromen in de mantel
* Mantelmateriaal wordt door radioactieve processen vanuit de kern verwarmd.
* Als twee oceanische platen convergeren, ontstaat er een eilandboog. Allebei de platen zijn van basalt, maar een van de twee oceanische platen is ouder (en daarom zwaarder) en duikt daarom onder de andere.
* Geosynclinale is de daling van de aardkorst die gelijke tred houdt met ophoging van het oppervlak door sedimentatie.
	+ De continenten van Europa en Afrika drijven naar elkaar toe door een dalende convectiestroming.
	+ Verweringsmateriaal van de continenten sedimenteert in het dalende Middellandse Zeebekken.
	+ De sedimenten op de bodem worden opgeheven en geplooid: er ontstaan plooiingsgebergten als Alpen, Pyreneëen, Atlas en Apenijnen.
	+ De Middellandse Zee zal op termijn verdwijnen.
* Felsisch materiaal smelt op een lagere temperatuur dan mafisch!
	+ Magma’s ontstaan door differentiële smelt subducerende plaat
	+ Continentale korst smelt onderweg.
	+ Felsisch en gasrijk zorgt voor explosief vulkanisme, felsische lava’s en stratovulkanen.
* Vulkanen worden gevormd bij:
	+ subductie
	+ mid-oceanische ruggen
	+ hotspots
* Taken van de overheid bij hazard management:
	+ Het opzetten van waarschuwingssystemen
	+ Het ontwikkelen onderzoekstechnieken en modellen
	+ Het schrijven rampenplannen
	+ Het voorschrijven van bouwtechnische maatregelen
	+ Het bieden van verzekering tegen natuurrampen
* Isostasie zijn soortelijk lichtere continenten in drijvend evenwicht t.o.v. de zwaardere mantel (vergelijkbaar met blokken hout in water).
	+ de verwering en erosie in een gebergte/afsmelten van ijskappen 🡪 isostatische rijzing 🡪 zijwaarts toestromen van mantelmateriaal
	+ accumulatie van sediment
	+ gebergtevorming / vorming van landijskappen 🡪 isostatische daling 🡪 zijwaarts wegstromen van mantelmateriaal
* Een voorbeeld van isostasie is een drijvende ijsberg in zee.