

P2 | Opbouw van de aarde

Vroeger was de aarde een klont roodgloeiend gesteente, door de afstand tot de zon is dat afgekoeld en de buitenste laag gestold. De aarde kromp daarbij ook een beetje, mensen dachten dat bergen zo ontstonden.

Omdat je niet dieper dan 10km kan boren door de hitte zijn er andere technieken om het binnenste te onderzoeken: bij een aardbeving zijn trillingen die door de hele aarde gaan, overal ter wereld worden die trillingen opgevangen door seismologen. Daarmee kunnen ze afleiden waaruit de aarde is opgebouwd.

De kern van de aarde is vast gesteente (nikkelijzer). De temperatuur kan daar 5000 graden Celsius zijn. Om de kern zit de mantel met traag stromend vloeibare, stroperige gesteente. Aan de buitenkant van de mantel zit een harde, gestolde korst. De kern verwarmt de mantel door zijn radioactiviteit, daardoor ontstaan convectiestromingen vanwege de warm-kou verschillen. De hoge druk in de aardkorst komt door het gewicht van het gesteente dat eromheen ligt.

De aardkorst (ook wel lithosfeer, bestaat uit korst en buitenmantel) bestaat uit een oceanische en continentale korst.

De oceanische korst bestaat uit zwaar basalt, de plaat is dunner (8km) maar wel zwaarder. De continentale korst is van graniet dat lichter is, de plaat is dikker (40-80km) maar lichter.

Om het reliëf in de zee in kaart te brengen kon je met een boot geluidsgolven uitzenden, tegenwoordig kan het makkelijker met satellieten. Hierdoor werden onderwatergebergte ook wel midoceanische ruggen en daarnaast troggen langs de randen van de Grote Oceaan ontdekt.

P3 | Platen tektoniek en aardbevingen

De meeste aardkorstplaten bestaan uit zowel continentale als oceanische platen. De volgende bewegingen komen voor tussen aardplaten:

- *Convergente beweging*
Twee platen botsen tegen elkaar, bijvoorbeeld een oceaankorst tegen een continentale plaat. De zwaardere en dunnere oceaankorst zakt daarbij schuin weg onder het continent. Het laat een diepe trog achter. Dit heet subductie.
- *Divergente beweging*
Twee platen bewegen uit elkaar. Het vloeibare mantel gesteente drukt van onder tegen de plaat aan en zorgt voor een breuk. De lava stroomt hier naar buiten, dat stolt en er vormt een nieuwe oceaانبodem.
- *Transforme beweging*
Twee aardplaten bewegen langs elkaar in tegengestelde richting. Dit veroorzaakt vaak de meest heftige aardbevingen. Want de druk wordt heel lang opgevoerd.

De reden waarom platen bewegen komt door de convectiestromingen. Heet magma komt dan naar boven tegen de aardkorst aan, het moet dan zijdelings wegstromen. De platen nemen die beweging over. Soms breekt de aardkorst en dan komt het als lava naar buiten vloeien. Zo ontstaan divergente breuken, die breuken worden direct gevuld met lava, dat stolt tot basalt en er is een nieuw stukje oceaانبodem. Op een andere breuk gaat de aardkorst weer de mantel in, anders zou de aarde groeien. Zo komt er steeds nieuwe oceaانبodem en recyclet het zich.

De zwaarste aardbevingen ontstaan bij convergente en transforme bewegingen. Bij de laatste kunnen de platen lang klem blijven zitten, de druk loopt dan heel lang op, als de kracht hard genoeg

is schuiven de platen in een paar seconden een eind op. De seismografische stations bepalen de exacte plek in de aardkorst, de haard. Boven de haard, op het aardoppervlak, ligt het epicentrum. De trillingen die na de aardbeving nog kunnen doorwerken zorgen soms voor losse materialen die van heuvels naar beneden kunnen rollen.

Als een aardbeving op de oceaانبodem plaatsvindt kunnen er vloedgolven en tsunami's ontstaan.

P4 | Vulkanisme

IJsland ligt op de Midden-Atlantische Rug, de aardkorst is daar dun. Doordat ontstaan daar veel vulkanen of barsten. Dunne lava komt daar via spleeterupties naar buiten. Het is ook mogelijk dat daar een nieuw eiland ontstaat, doordat er onder water een vlakke soort vulkaan omhoog komt, een schildvulkaan.

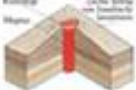
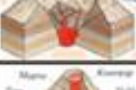
In subductiezones zijn vulkaanuitbarstingen veel explosiever, de samenstelling van het magma verandert namelijk. De oceaانبodem dat naar beneden wordt gedrukt sleurt zeewater en sedimentatie mee. Het gesmolten gesteente is taai, maar het magma wil wel omhoog. Dat wordt tegengehouden door die taaie massa, de druk loopt daardoor hoog op. Uiteindelijk komt het erg explosief boven het aardoppervlak naar buiten. Aan het voorteken van gas-ontsnappingsen kan je kijken hoe zwaar de explosie zal zijn: hoe meer gassen er vrij komen, hoe zwaarder de explosie zal zijn. Bij die explosie wordt van alles meegenomen, zoals kleinere stenen, asdeeltjes en puimsteen. Daarna komt het taaie lava naar buiten, dit herhaalt zich vaak en zo ontstaat er een vulkaan met veel lagen, een stratovulkaan. Als laatste wordt de kraterpijp afgesloten met lava dat daarin stolt.

Soms kan de explosie zo explosief zijn dat de top van de vulkaankegel verpulverd wordt. Er komt dan heel veel lava uit, wat overblijft heet een caldera. Dat kan zich weer opbouwen (door lavastollingen) tot een normale vulkaan.

Stratovulkanen zijn vaak explosief, schildvulkanen én vulkanen op de oceaانبodem hebben rustige uitbarstingen en heten effusieve vulkanen.

Vulkanen hoeven niet altijd op de rand van een plaat te liggen. Dat kan doordat op de grens van de aardkern en aardmantel bellen ontstaan van heet mantelgesteente die omhoog stijgen. De aardkorst erboven wordt zwak en breekt, de lava stroomt naar buiten. Ook kunnen er geisers of hete modderpoelen ontstaan, dit soort plekken heten hotspots of vulkanische gebieden. Bij een hotspot in de zee ontstaat vaak een vulkanisch eiland. Soms beweegt een aardkorstplaat over de hotspot, dan ontstaat een vulkaan, de plaat beweegt verder, er komt nog een vulkaan enzovoort. Er ontstaat dan een hele rij vulkanen achterelkaar.

Mensen gaan vaak bij een hotspot of vulkanisch gebied wonen, want de warme grond is daar vruchtbaar, ook kan je profiteren van de hete ondergrond. In IJsland is bijvoorbeeld een buizenstelsel dat de huizen verwarmt, ook gebruiken ze het voor het verwarmen van water en de stoom die vrijkomt wordt gebruikt bij het opwekken van elektriciteit.

Diagram	Type	Kenmerken	Voorbeelden
	Schildvulkaan	-Magma heeft een dunne structuur en is relatief gezien erg heet -Zelden heftige uitbarsting, druk loopt vrijwel nooit erg hoog op -Vaak flauwe helling aangezien lava langzaam afkoelt en dus lange afstand aflegt	Mauna Kea, Hawaï
	Spleetvulkaan	-Magma stroomt door een scheur in de aardkorst naar buiten -Ontstaat bij divergente (uit elkaar bewegende) platen -Bevindt zich meestal onder water	Laki, Island
	Stratovulkaan	-Vorm van een kegel, voornamelijk opgebouwd uit lava en tefra -Ontstaat voornamelijk bij convergente plaatgrenzen -Vaak meerdere vertakkingen	Vesuvius, Italië
	Calderavulkaan	-Over het algemeen erg oude vulkanen, met aan de bovenkant een grote krater -Bij dit type vulkaan komen vaak kratermeren plaats -Kratermeren kunnen gevaarlijk zijn bij te veel water, wand kan bezwijken onder druk	El Chichón, Zuid-Mexico
	Slakkenkegel	-Uitbarsting brengt vrijwel nooit ernstige gevolgen met zich mee -Vormt zich meestal op de helling van een strato- of schildvulkaan, -Opgebouwd uit lavafragmenten, meestal niet hoger dan 250 meter	Parícutin, Mexico
	Koepelvulkaan	-Koelt vrijwel direct af na punt van terugtrekking en stolt -Kan zeer explosief worden bij contact met grondwater en een grote hoeveelheid gas -Komt voor bij subductiezones	Mont Pelée, Martinique

Paragraaf 6 | Gesloopt gesteente

Fysische verwerking = verbrokkeling, door:

- Vorstwerking (water dat bevroert)
- Temperatuur verschillen (uitzetten en inkrimpen)
- Plantenwortels die het opendrukken

Chemische verwerking = oplossing, door chemische stoffen uit industrieën, mest of moerassen (gesteente kan van samenstelling veranderen of roesten).

Verwerking heeft heel erg te maken met het weer. Als het weer iets doet kan er zowel fysische als chemische verwerking plaatsvinden. Gesteente verweert in zand of klei.

Chemische verwerking gaat sneller bij *hoge temperaturen* en in combinatie met *water*.

Fysische verwerking gaat sneller als de temperatuur *rond de 0 graden* schommelt.

In extreme gebieden, zoals de woestijn (niet de tropen!) en poolgebieden overheerst fysische verwerking. In de tropen overheerst juist chemische verwerking.

Paragraaf 7 | Verweringsmateriaal in beweging

Er zijn verschillende soorten aardverschuivingen:

- *Vallend gesteente*: losse stenen of rotsblokken vallen naar beneden
- *Bergstorting*: Een grote rotsmassa glijdt over een helling naar beneden
- *Puinlawine*: Losse stenen van verschillende grootte rollen en glijden naar beneden
- *Modderstromen*: Verweringslaag, die bestaat uit klei en/of zand in combinatie met water, stroomt naar beneden (max. snelheid tot 40km/h)

Puinhelling onderaan berg ontstaat als er een aardverschuiving is geweest. De oorzaak van een aardverschuiving kan zijn dat een stuk vlak is gemaakt (voor een weg bijv.), de helling erboven heeft dan minder grip. Ook het kappen van bomen maakt de kans groter.

In de bovenloop stroomt de rivier hard, losse gesteente wordt dan makkelijk meegenomen. Dat werkt als schuurpapier, de dalbodem raakt uitgesleten en wordt diep. Er ontstaat een V-vormig dal. Dit heet riviererosie.

In de bovenloop kan ook een gletsjertong naar beneden glijden, er ontstaat dan een U-vormig dal. Een gletsjer neemt stenen mee, als hij smelt kan je die onderaan zien liggen. Dat heet morene.

Verweringslaag op een niet-steile helling blijft liggen, die groeien steeds aan met klei, zand en kleine stenen. Ook groeien er planten op, het regenwater blijft er dan langer inzitten en werkt dus als een soort spons. Maar als de planten en eventuele bomen gekapt worden stroomt het water direct de rivier in. Dan ontstaan er makkelijk overstromingen. Ook kunnen er modderstromen ontstaan, waardoor de rivier verstopt raakt. Op plaatsen waar veel materiaal door een rivier wordt meegenomen heet een puinwaaier.

Paragraaf 8 | Opbouw van het laagland

In de benedenloop is de stroomsnelheid en kracht laag. Er wordt hier sediment neergelegd, er kunnen dan dikke lagen riviersediment komen. Want in de benedenloop stroomt de rivier door een overstromingsvlakte, want alles om de rivier is ook zowat vlak. Als er iets te veel water is treedt hij snel buiten zijn oever. In de bedding stroomt hij nog steeds het snelst, daar komt alleen grind te liggen. Op de rest van de overstromingsvlakte komen de aller lichtste deeltjes: eerst zand, dan klei.

Bij het begin van een rivier voegen zijrivieren zich bij de rivier. Bij het eind gebeurt het omgekeerde: de rivier verspreidt zich in zijtakken. Door sediment verlegt de rivier zijn loop weleens.

Bij de monding van een rivier is er nog steeds sedimentatie, maar de stroomsnelheid staat bijna stil. Er sedimenteert heel veel, er komt dan sediment boven het waterpeil, dat heet een delta. Delta betekent driehoek, het lijkt daar namelijk vaak op. Delta's kunnen niet ontstaan als de zeestroming hoog is, het sediment kan dan ergens anders zich ophopen.

De rand van een delta is een zandbank die door zeestromingen is gevormd. Als het uiteindelijk boven water komt kan de wind het zand meenemen. Het hoopt zich weer op bij obstakels, zoals planten. Er ontstaan uiteindelijk duinen.

Het zand op het strand bestaat vaak uit dikke korrels, door de wind meegenomen duinzand uit fijne korrels omdat het water dat zo heeft geschuurd.

Paragraaf 10 | Vorming van gebergten

Aan de rand van een convergerende plaat heeft het gesteente de grootste druk, daarom ontstaan juist daar vaak plooingsgebergten.

Bij de kust van een zee ligt vaak sediment dat is aangevoerd door rivieren. Dat sediment versteent door grote druk tot sedimentgesteente. Door bewegingen ontstaan barstjes in de aardkorst, als daarna een convergerende beweging plaatsvindt plooit het gesteente tot berg. Een berg kan best vroeger een zeebodem geweest zijn, er liggen soms zelfs fossielen van zeedieren in de bergen.

Veel bergketens bestaan uit plooingen. Bij de Himalaya botsen twee continentale platen, geen van beide duikt onder elkaar weg. Dan kan het alleen nog maar omhoog.

Als je naar de kaart van Afrika kijkt zie je uitgestrekte meren in Oost-Afrika rond Arabië. Door platentektoniek breekt het in tweeën, er komen breuken. Oost-Afrika en de rest van Afrika bewegen uit elkaar, de breuk die ontstaat wordt gevuld met water. De hoge randen van de breuk noem je een horst, het lage deel ertussen (een soort dal) noem je de slenk. Die bestaat soms uit meren, door divergente bewegingen komen er hier soms ook vulkanen.

Paragraaf 11 | Afbraak van gesteente

Endogene processen zijn processen van binnenuit. Bijvoorbeeld door convectiestromingen komen aardbevingen of spleeterupties.

Exogene processen komen van buitenaf. Bijvoorbeeld temperatuurverschillen door de zon en neerslag of wind, maar ook aardverschuivingen.

Deze exogene processen dragen mee aan verwerking, erosie en sedimentatie.

Het verschil tussen verwerking en erosie is, is dat bij erosie gesteentes afslijten door water of wind.

Verwerking is dat gesteentes worden aangetast of afbreken. Dit kan zowel chemisch als fysisch zijn.

De zon is de motor van exogene processen. Die zet de waterkringloop in gang, het zorgt voor een temperatuur, wind en regen. De waterkringloop (of hydrologische kringloop) gaat zo:

-Zon laat water verdampen uit de oceaan -->

-Wolken ontstaan en komen boven land tot uitbarsting -->

(Het komt boven land tot uitbarsting want daar is de lucht kouder, koude lucht kan minder waterdeeltjes vasthouden dan warme lucht. De lucht boven zee is warm door weerkaatsing van zonlicht.)

-Neerslag komt op land terecht en stroomt, vroeg of laat, de rivieren in. -->

-Rivieren monden uit bij een zee of oceaan. Dan begint deze hydrologische kringloop weer opnieuw. Deze kringloop zorgt voor afbraak van gebergte, de rivieren slijten namelijk hun bedden uit, dit is sedimentatie.

De endogene processen zorgen voor vorming van gebergte en recycling van de aardkorst.

Bergen ontstaan bij convergente bewegende platen, hier is veel reliëf (onderlinge hoogteverschil).

Maar er zijn ook bergen met weinig reliëf, bijvoorbeeld de Ardennen of de Appalachen. Dit zijn oude gebergtes, vroeger waren ze net zo hoog als jonge gebergten. Bijv. de Alpen, Pyreneeën of de Andes, maar door de hydrologische kringloop zijn de steile toppen rond geworden en de dalen hebben vloeiende contouren.

Uit de oude gebergten kan je opmaken dat op die plek heel lang geleden aardplaten botsten.

Paragraaf 12 | De gesteentekringloop

Er zijn 3 soorten gesteenten:

- Stollingsgesteente. Ontstaat door afkoelen en stollen van magma en worden onderverdeeld in vulkanische gesteenten en dieptegesteenten.
Vulkanische gesteenten komen wanneer lava over het aardoppervlak stroomt en ondertussen hard wordt, dat ziet eruit als draden. Dat heet touwlava.
Dieptegesteente is met kristallen. Het lava onder die korst is nog vloeibaar en heeft veel langere stollingstijd. Er geldt: hoe langere stollingstijd, hoe meer kans op kristallen. Kristallen komen dan in het basalt (die gestolde lava) te zitten. Graniet (gestolde magma) is de bekendste dieptegesteente, daar zitten ook heel veel kristallen in.
- Sedimentgesteente. Ontstaat doordat verweringsmateriaal en resten zich ergens ophopen, die raken bedekt en zakken weg. Ze worden samengeperst en verstenen.
Sedimentgesteente bestaat uit hele dunne laagjes.
- Metamorfe gesteenten. Ontstaat wanneer óf stollingsgesteente óf sedimentgesteente diep wegzakken. Daar staat het onder hoge druk en/of temperatuur, de samenstelling wordt omgevormd. Het verliest veel van zijn oorspronkelijke eigenschappen zoals gelaagdheid of kleur. Een paar gesteente voorbeelden zijn: marmer, gneis en steenkool.

Gesteenten worden steeds gerecycled op een schaal van miljoenen jaren.

Recycling van stenen. In de bergen worden steentjes door exogene processen losgemaakt, ze komen in een rivier of gletsjer terecht, waar ze ook het een en ander meenemen. Ze komen uiteindelijk in zee waar ze wegzakken en ze stollings-, sediment- of metamorfe gesteenten worden. Door platentektoniek worden ze geplooid (of subductie) en er komen weer bergen.

Recycling van aardplaten. Bij midoceanische ruggen ontstaan nieuwe oceaانبodems (stollingsgesteente – basalt). Op een andere plek moet de oceaانبodem dan naar onder (subductie) of naar boven (bergen). Het kan zijn dat een berg dus geen continentale plaat maar een oceanische plaat is. In de Alpen zijn bijvoorbeeld wel eens fossielen van zeedieren gevonden.

soorten gesteente		ontstaat uit	naam gesteente
stollingsgesteente	dieptegesteente	magma	graniet
	vulkanisch gesteente	lava	basalt, touwlava, puimsteen
sedimentgesteente		zand	zandsteen
		klei	schalie
		plantenresten > veen	bruinkool
		koraal, schelpen	kalksteen
metamorfe gesteente		schalie	leiste
		zandsteen	kwartsiet
		bruinkool	steenkool
		kalksteen	marmer
		graniet	gneis