

**H2** Endogene & exogene krachten

# V4H2 §1 DE GEOLOGISCHE TIJDSCHAAL

Leerdoelen: - je weet wat de geologische tijdschaal is

- je kunt enkele tijdvakken uit de geologische tijdschaal noemen.
- je kunt beschrijven hoe de continenten de afgelopen 225 miljoen jaar over de aarde zijn verschoven.

## Een korte geschiedenis van de aarde

- De aarde is 4,6 miljard jaar oud
- Geologische tijdschaal bevat tijdvakken
  - Ingedeeld naar verschillen flora en fauna als gevolg van de bewegingen van continenten en verandering van klimatologische omstandigheden.

## Carboon

- Nederland lag vlak bij de evenaar
- Tropisch laaglandmoeras
  - veen, omgezet in steenkool, byproduct aardgas.
- ontstaan van gebergten o.a. Ardennen

## Perm

- Supercontinent pangea
- Nederland: zoutwoestyn aan de rand van een ondiepe zee
  - zoutpakketten afgezet.
- Witstervingsgolf: 90% van al het dierenleven

## Samenvatting

De geschiedenis van de aarde bestaat 4,6 miljard jaar en wordt samengevat in de geologische tijdschaal. De geologische tijdschaal is opgedeeld in tijdvakken. De vier grote tijdvakken zijn: Precambrium, Paleozoïcum, Mesozoïcum en Kenozoïcum. In het verleden hebben de continenten aan elkaar vastgezet: het supercontinent Pangea. In het Trias is Pangea uit elkaar gevallen in kleinere continenten. Wij weten ongeveer met welke snelheid de continenten zich over de aarde verplaatst hebben door het actualiteitsbeginsel.

### • Je weet wat een geologische tijdschaal is:

De geologische tijdschaal is een samenvatting van de 4,6 miljard jaar durende geschiedenis van de aarde.

### • Je kunt enkele tijdvakken uit de geologische tijdschaal noemen:

De geologische tijdschaal is opgedeeld in tijdvakken. De vier grote tijdvakken zijn: Precambrium, Paleozoïcum, Mesozoïcum en Kenozoïcum.

### • Je kunt beschrijven hoe de continenten de afgelopen 225 miljoen jaar over de aarde zijn verschoven:



## Mesozoïcum

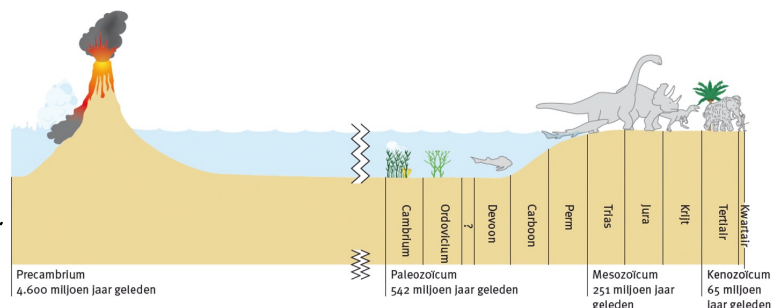
- Trias, Jura, Krijt
- Dinosaurussen
- Pangea valt uiteen
- Nederland ter hoogte van Spanje, deel van ondiepe zee
- Inslag van een asteroïde
  - vloedgolven, klimaatverandering, dinosaurussen sterven uit

## Kenozoïcum

- Tertiair, Kwartair
- Einde Kwartair: moderne mens ontstaat
- Kwartair:
  - ijstijden: vorming stuwwallen door gletsjers
  - wind: afzetting zand en löss in hoog Nederland
  - zee, wind en rivieren: afzetting zand, veen en klei (in laag Nederland nog aan de oppervlakte)

## Het actualiteitsbeginsel

↳ Fysische processen die nu plaats vinden, hebben in het verleden op dezelfde manier plaats gevonden.



BRON: De geologische tijdschaal

*Actualiteitsbeginsel: Principe waarbij ervan uitgegaan wordt dat natuurprocessen in het verleden en het heden op dezelfde manier verlopen.*

In de periode na het Carboon, het Perm (299-251 miljoen jaar geleden), zaten alle continenten aan elkaar vast en ze vormden samen het supercontinent Pangea. In het Trias valt Pangea in verschillende kleinere continenten uit elkaar. Door convectiestroming verschuiven de continenten naar hoe ze in de huidige tijd (Kwartair) liggen.

# V4H2 §2 PLATENTECTONIEK

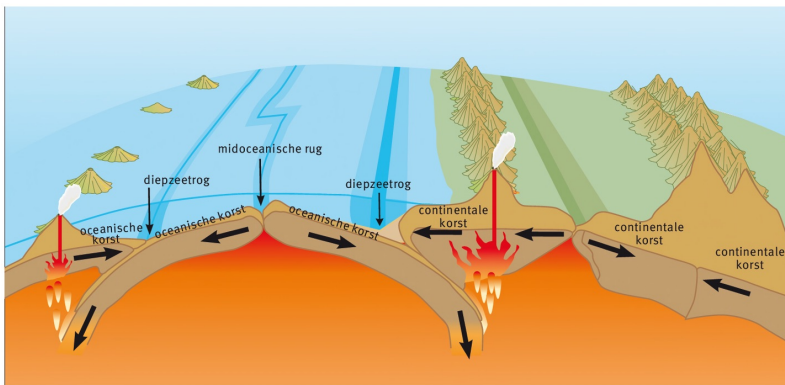
- Leerdoelen:
- Je kent de lagen waaruit de aarde is opgebouwd
  - Je kunt uitleggen wat convectiestromen zijn
  - Je kent drie soorten plaatgrenzen en kunt uitleggen hoe deze ontstaan

## Opbouw van de aarde naar dichtheid en plasticiteit

- Aardkern: hoogste dichtheid
- Aardkorst: laagste dichtheid
- Daartussen: aardmantel
- Lithosfeer: vast gesteente (aardkorst + laagje aardmantel)
  - bestaat uit bewegende platen
- Asthenosfeer: plastisch, niet vloeibaar (aardmantel)
- Mesosfeer: binnenste gedeelte van de mantel, vast gesteente
- Aardkern: vaste, ijzeren binnenkern, vloeibare buitenkern.

## Convectiestromen

- Aardkern: ruim 6.000 °C
  - restwarmte
  - warmte productie door radioactieve elementen
- Aardkern geeft warmte door aan mantel
- Asthenosfeer: transport van gesteente (convectiestromen)
  - zorgt voor platentectoniek

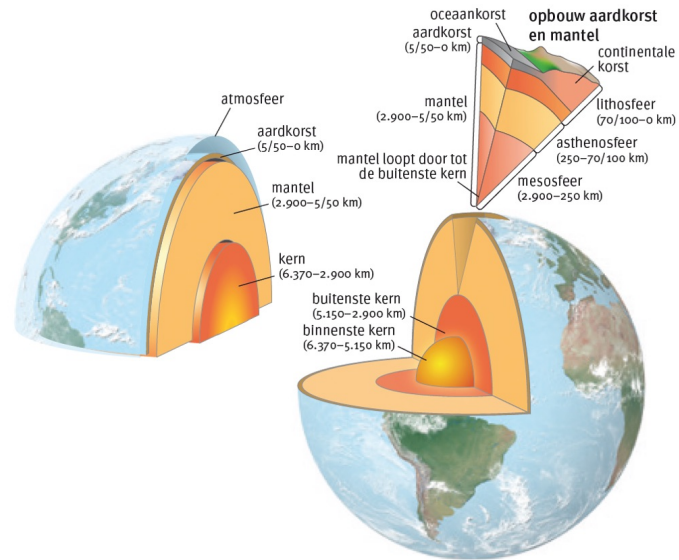


## Transforme plaatgrens

- Twee platen bewegen langs elkaar in tegengestelde richting
  - veel spanningsopbouw
  - heftige aardbevingen
- Mid-oceanische ruggen worden door transforme breuken in losse segmenten gedeeld.

## Samenvatting

Als je kijkt naar dichtheid, is de aarde opgebouwd uit een kern, een mantel en de aardkorst. Als je kijkt naar plasticiteit is de aarde opgebouwd uit een vaste binnenkern, een vloeibare buitenkern, de vaste mesosfeer, de plastische asthenosfeer en de vaste lithosfeer. De lithosfeer is opgebouwd uit platen die ten opzichte van elkaar bewegen. Deze bewegingen worden veroorzaakt door convectiestromen: bewegingen van taai vloeibaar gesteente in de asthenosfeer. Het bewegen van platen door de convectiestromingen wordt platentectoniek genoemd. Op de plekken waar platen ten opzichte van elkaar bewegen zijn drie soorten plaatgrenzen mogelijk. Bij een divergente plaatgrens bewegen de platen uit elkaar en ontstaat uiteindelijk een (mid-)oceanische rug. Het omhoogkomende magma vormt schildvulkanen.



## Divergente plaatgrens

- Twee platen bewegen uit elkaar
- Opstijgende convectiestromen
- Magma komt aan de oppervlakte: vulkanen
- plaatgrens wordt omhoog gedruwd: 'ridge push'
  - (mid-)oceanische rug ontstaat
- 'Slab pull': zwaartekracht trekt lithosfeer met hoge dichtheid naar beneden.

## Convergente plaatgrens

- Twee continentale platen bewegen naar elkaar toe
  - gelijke eigenschappen
  - plooingsgebergte ontstaat
- Continentale en oceanische plaat drijven naar elkaar toe
  - oceanische plaat is zwaarder
  - subductie; duikende plaat smelt
  - magma stijgt op; explosieve vulkanen aan de oppervlakte
- Twee oceanische platen drijven naar elkaar toe
  - subductie; oudste plaat is zwaarder
  - diepzeetrog ontstaat

## V4H2 §2 PLATENTECTONIEK

Een transforme plaatgrens ontstaat wanneer twee platen langs elkaar heen bewegen. Een convergente plaatgrens ontstaat als twee convectiestromen, met de daarbovenop liggende platen, naar elkaar toe bewegen. Wanneer twee continentale platen tegen elkaar botsen ontstaat een plooiingsgebergte. Bij subductie bewegen de platen ook naar elkaar toe, maar de zwaardere oceanische plaat zakt onder de andere plaat. De dalende plaat smelt deels in de mantel en er stijgt een mantelpluim op. Zo ontstaat een stratovulkaan, met parallel aan de plaatgrens een diepzeetrog.

### Leerdoelen:

#### Je kent de lagen waar uit de aarde is opgebouwd

Als je kijkt naar plasticiteit is de aarde opgebouwd uit een vaste binnenkern, een vloeibare buitenkern, de vaste mesosfeer, de plastische asthenosfeer en de vaste lithosfeer.

#### Je kunt uitleggen wat convectiestromen zijn

De lithosfeer is opgebouwd uit platen die ten opzichte van elkaar bewegen. Deze bewegingen worden veroorzaakt door convectiestromen: bewegingen van taai vloeibaar gesteente in de asthenosfeer. (Het bewegen van de platen wordt platentektoniek genoemd.)

#### Je kent drie soorten plaatgrenzen en kunt uitleggen hoe deze ontstaan

- Bij een divergente plaatgrens bewegen de platen uit elkaar en er ontstaat uiteindelijk een (mid) oceanische rug. Het omhoogkomende magma vormt schildvulkanen.
- Een transforme plaatgrens ontstaat wanneer twee platen langs elkaar heen bewegen.
- Een convergente plaatgrens ontstaat als twee convectiestromen, met de daarop liggende platen, naar elkaar toe bewegen. Wanneer twee continentale platen tegen elkaar botsen ontstaat een plooiingsgebergte. Bij subductie bewegen de platen ook naar elkaar toe, maar de zwaardere plaat zakt onder de andere plaat. Er ontstaat een diepzeetrog en door het smelten van de dalende plaat een stratovulkaan.

## V4H2 §3 VULKANISME

Leerdoelen: - je weet het verschil tussen explosief en effusief vulkanisme.

- je kent de vier vulkaanvormen en kunt uitleggen hoe ze ontstaan.

- je begrijpt de relatie tussen het soort vulkanisme en de ligging ten opzichte van plaatgrenzen.

### Explosief en effusief vulkanisme

Vulkanisme: alle verschijnselen die te maken hebben met de nabijheid van magma aan het aardoppervlak.

- magma vindt een weg door de lithosfeer naar buiten.
- uitgestroomd magma: lava



#### Effusieve erupties

- vrij vloeibaar magma
- weinig gasdruk
- rustige uitstroom



pyroklastica: verzamelnaam voor al het losse (vloeibare of vaste) materiaal dat door een vulkaan wordt uitgestoten.

#### Explosieve erupties

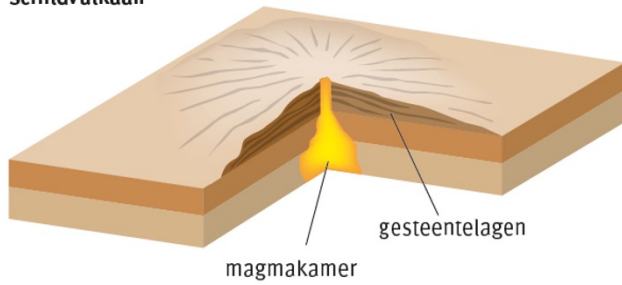
- taai, stroperig magma
- hoge gasdruk
- Pyroklastica kan nog hoog in de lucht terecht komen.

Stroperigheid en gasdruk worden bepaald door

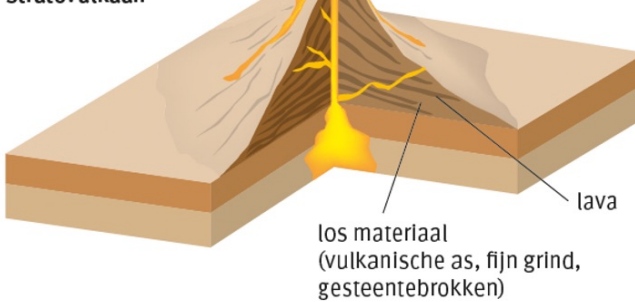
- samenstelling van het magma (gesmolten continentale korst is stroperiger).
- Eigenschappen van het bovenliggend gesteente: aanwezigheid van water en het niet kunnen ontsnappen van gas.



schildvulkaan



stratovulkaan



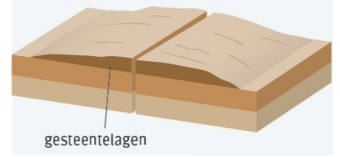
## Schildvulkaan:

- brede vulkaan
- flauwe helling, gestold lava
- effusieve eruptie
- spleetvulkaan by spleeteruptie

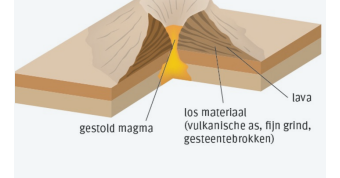
## Stratovulkaan:

- kegelvormige vulkaan
- steile helling, afwisselend lava en los materiaal
- explosieve eruptie
- caldera ontstaat door:
  - inzakken van de top van de vulkaan (lege magmakamer)
  - wegblazen van de top van de vulkaan (door een explosie)

spleetvulkaan



calderavulkaan



## Leerdoelen

### Je weet het verschil tussen explosief en effusief vulkanisme

Een explosieve eruptie ontstaat bij een hoge gasdruk en heel stroperig magma, waardoor de lava met grote kracht naar buiten gedrukt wordt. Een explosieve eruptie komt vaak voor bij convergerende platen. Er ontstaan stratovulkanen met steile hellingen.

Een effusieve eruptie vindt meestal plaats bij divergerende platen of hotspots. Door relatief rustige uitbarstingen met relatief vloeibaar magma ontstaan brede schildvulkanen met flauwe hellingen.

### Je kent vier vulkaanvormen en kunt uitleggen hoe ze ontstaan

De relatief vloeibare lava van een effusieve eruptie stroomt vrij rustig naar buiten, omdat er geen grote druk is. De lava stroomt bovendien over een grote oppervlakte uit. Op deze manier ontstaan schildvulkanen, brede vulkanen met flauwe helling, opgebouwd uit lagen gestolde lava rondom het punt van waaruit de lava gestroomd is. Wanneer een effusieve eruptie niet uit een centraalpunt komt, maar langs een langgerekte spleet is er sprake van een spleeteruptie en ontstaat een spleetvulkaan.

De hoge gasdruk en het taave magma bij een explosieve eruptie zorgen voor een kegelvormige vulkaan met vrij steile hellingen: een stratovulkaan. Doordat de druk steeds verder wordt opgebouwd en het magma niet rustig naar buiten kan stromen, komt al het vloeibare en vaste materiaal in een grote explosie naar buiten. Omdat het materiaal niet echt kan stromen, vormt het een steile vulkaanhelling die is opgebouwd uit afwisselende lagen gestolde lava en los materiaal. Na een explosieve eruptie blijft een lege magmakamer over. Deze kamer kan door het gewicht van de bovenliggende lagen instorten en zo een grote komvormige diepte of caldera vormen, die vaak met water is gevuld. Een caldera kan ook ontstaan doordat de explosie zo heftig is dat deze de top van de vulkaan wegblaast. In de caldera kan weer een nieuwe vulkaan ontstaan; de onderliggende magmastrroom gaat immers nog steeds door.

### Je begrijpt de relatie tussen het soort vulkanisme en de ligging ten opzichte van plaatgrenzen

- Divergente plaatgrens: effusief vulkanisme, schildvulkanen + spleetvulkanen
- Subductiezone: explosief vulkanisme, stratovulkanen
- Een hotspot ligt boven een geïsoleerde kolom opstijgend, heet gesteente (mantelpluim), die vanaf de onderzijde van de aardmantel opstijgt. De opstijgende mantelpluim blijft lange tijd op één plaats in de mantel en straalt los van de convectiestromen. Er ontstaat een eilanden keten (vorm van een lyn) uit schildvulkanen.

# V4H2 §4: GEBERGTEVORMING

- leerdoelen:
- Je weet hoe plooiingsgebergten ontstaan
  - Je weet hoe breukgebergten ontstaan
  - Je kunt de kenmerken noemen van oude en jonge gebergten.
  - Je kent voorbeelden van plooiings- en breukgebergten, jonge en oude gebergten.

## Gebergtevorming

- langs de randen van continentale platen
- Horizontaal werkende druk
  - convergerende plaatbeweging zorgt voor plooiing
- Verticaal werkende druk
  - omhoog bewegend magma zorgt voor opheffing

## leerdoelen

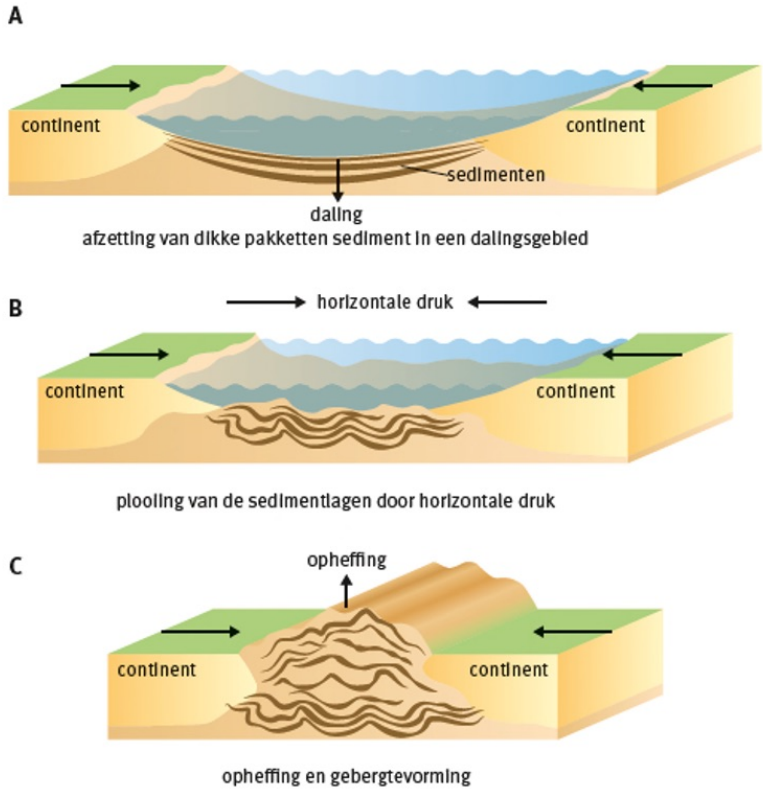
### Je weet hoe plooiingsgebergten ontstaan

plooiingsgebergten zijn opgeheven, geplooid stukken aardkorst die ontstaan bij een convergerende plaatbeweging. Door deze plaatbeweging ontstaat er horizontaal werkende druk op de sedimenten die tussen de naar elkaar toe bewegende continentale platen liggen. Zolang de beweging doorgaat, worden de sedimenten verder geplooid. Uiteindelijk worden ook de plaatranden meegeplooid en samen met de tussenliggende sedimenten opgeheven tot een plooiingsgebergte. Dit proces blijft doorgaan tot de convectiestromen en dus plaatbewegingen stoppen.

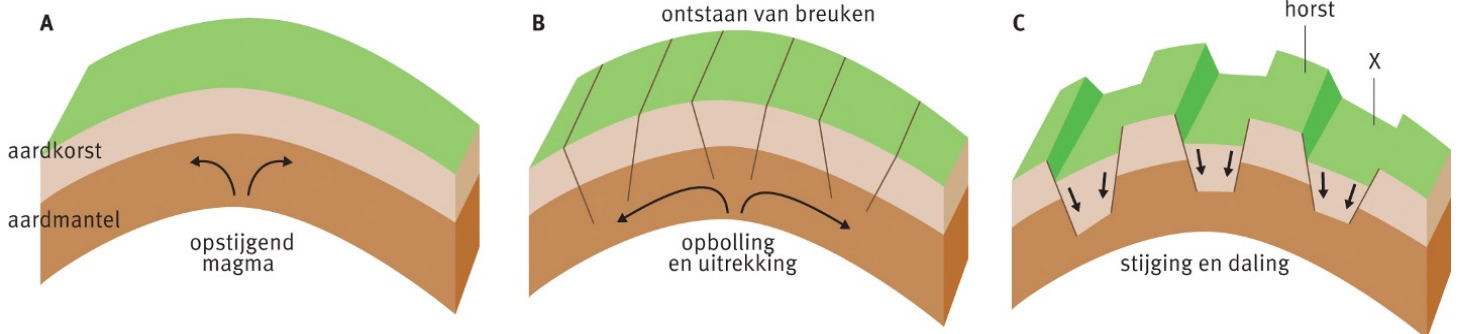
By een convergerende beweging van een oceanische plaat en een continentale plaat liggen er sedimenten (voornamelijk afbraakmateriaal van de continentale plaat) in de subductiezone. Ook deze plaatbeweging zorgt voor horizontale druk op de sedimenten. Die worden tegen de continentale plaatrand gedrukt en samen geplooid en opgeheven. De opheffing wordt versterkt doordat een deel van de sedimenten door de oceanische plaat mee de diepte in wordt genomen. Daar smelten deze relatief lichte, continentale gesteenten en stygen ze op. Daardoor ontstaat verticale druk op de bovenliggende plaat met de geplooid sedimenten en explosief vulkanisme.

### Je weet hoe breukgebergten ontstaan

Boven een opstijgende convectiestroom wordt de aardkorst omhooggeduwd. Hierdoor wordt de aardkorst uitgerekt en ontstaan er breuken. Door het uitrekken kunnen stukken van de aardkorst langs deze breuken naar beneden zakken. De (vaak langgerekte) stukken aardkorst die naar beneden zakken noem je **slenken**. De delen die niet zakken liggen hoger en worden **horsten** genoemd. Het reliëf dat zo ontstaat in het landschap heet een **breukgebergte**.



BRON 2 Schematische weergave van de vorming van een plooiingsgebergte.



## V4H2 §4: GEBERGTEVORMING

### Je kunt de kenmerken noemen van oude en jonge gebergten

Jonge gebergten vind je langs actieve continentranden en oude gebergten langs passieve continentranden. Bij een actieve continentale plaatrand worden de lagen voortdurend verder gepluimd. Dit zijn jonge gebergten.

Op plaatsen waar in het geologisch verleden continentale platen tegen elkaar geborst zijn, vind je veel lagere oudere middelgebergten. Dit waren ooit hooggebergten die in de loop van honderden miljoenen jaren zijn afgevlakt.

### Voorbeelden

- Het hoogste plooiingsgebergte ter wereld, de Himalaya, blijft jaarlijks enkele centimeters groeien doordat India en Azië tegen elkaar aan duwen.
- De Andes is een duidelijk voorbeeld van een plooiingsgebergte met strato-vulkanen.
- De Dode Zee is een duidelijk voorbeeld van een slenk. Deze ligt 400 meter onder de zeespiegel, terwijl de omheenvallende horsten meer dan 800 meter boven zeeniveau liggen.
- Voorbeelden van horsten in Europa zijn de Jura, het zwarte woud en de Vogezen.
- De afgelopen 65 miljoen jaar zijn hooggebergten als de Pyreneeën, de Alpen, de Kaukasus, de Karpaten en de Himalaya ontstaan. Dit zijn jonge gebergten.
- Tijdens de oudste Caledonische plooiingsfase (het Siluur) zijn gebergten als het Scandinavisch hoogland en de Schotse Hooglanden gevormd. In de Hercynische plooiingsfase (in het Carboon) ontstonden bijvoorbeeld de Oeral, de Ardennen en de Appalachen. Deze gebergten zijn dus ontstaan tijdens de vorming van het supercontinent Pangea.
- De jongste gebergten op aarde zijn gevormd in de Alpiene plooiingsfase (Kryt / Tertiair), genoemd naar de Alpen.

### Fasen in gebergtevorming

- ① Caledonische plooiingsfase
  - Siluur
- ② Hercynische plooiingsfase
  - Carboon
- ③ Alpiene plooiingsfase
  - Kryt / Tertiair



**BRON 4** Een oud middelgebergte (de Appalachen) en een jong hooggebergte (de Rocky Mountains) in Noord-Amerika.



## V4H2 §5: AARDBEVINGEN

- leerdoelen:
- je begrijpt hoe aardbevingen ontstaan
  - je weet welke factoren de zwaarte van een aardbeving bepalen.
  - je weet wat de schalen van Richter van Mercalli zijn
  - je begrijpt hoe een tsunami ontstaat

### Hoe ontstaat een aardbeving?

De convectiestromen zorgen voor opgebouwde spanning in de platen. De platen blijven tegen elkaar drukken totdat de spanning te groot wordt en ze met een schok losschieten. Dit verklaart waarom aardbevingen vooral langs plaatgrenzen plaatsvinden.

### Welke factoren bepalen de zwaarte van een aardbeving?

De sterkte van een aardbeving is afhankelijk van de plaatbeweging die de aardbeving veroorzaakt en van de diepte van de aardbeving. Een divergerende plaatbeweging veroorzaakt vaak minder heftige aardbevingen dan een convergente plaatbeweging, omdat er bij divergerende beweging veel minder spanning wordt opgebouwd. Langs een transforme plaatgrens wordt relatief veel spanning opgebouwd en kunnen erg heftige aardbevingen voorkomen.

De plaats waar de aardbeving in de aardkorst plaatsvindt, heet het hypocentrum. De plek aan de aardoppervlakte loodrecht boven het hypocentrum heet het epicentrum. In het epicentrum wordt de aardbeving het eerst gevoeld en is de schade door trillingen het grootst.

### Schaal van Richter

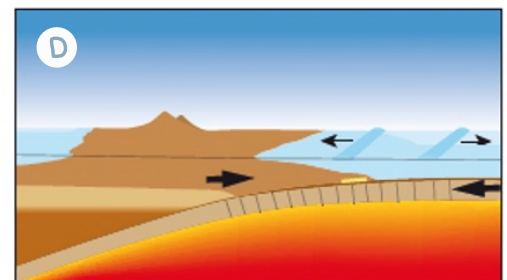
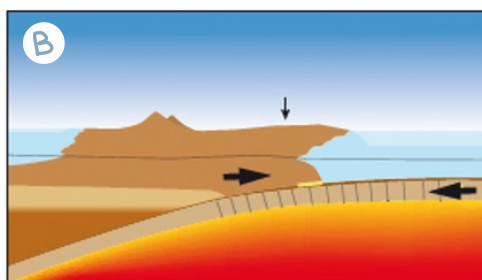
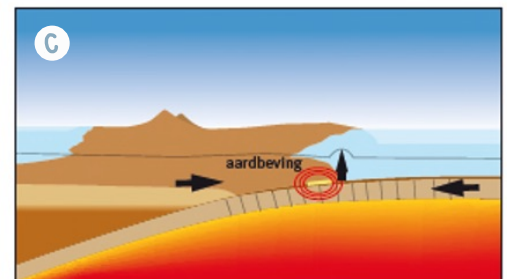
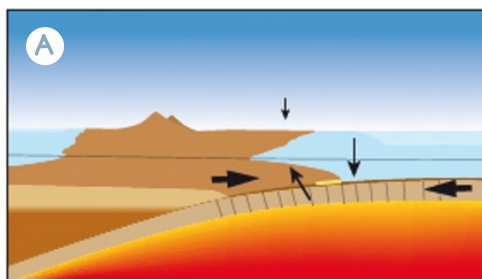
Een schaal die de sterkte (magnitude) van een aardbeving aangeeft door de omvang van de trillingen (of de vrijgekomen energie) te meten. De sterkte van de trillingen wordt op een logaritmische schaal weergegeven: een magnitude van 4.0 op de schaal van Richter is tien keer zo sterk als een trilling met een magnitude van 3.0.

### Schaal van Mercalli

Een schaal die het effect van een aardbeving weergeeft door te kijken naar de intensiteit van de schade aan mensen en gebouwen. Door te kijken naar de hoeveelheid schade is het mogelijk om aardbevingen uit het verleden te categoriseren die niet met metingen zijn waargenomen. De schaal van Mercalli wordt aangegeven met Romeinse cijfers.

### Hoe ontstaat een tsunami?

Een tsunami is een enorme vloedgolf die ontstaat doordat een aardbeving op de zeebodem (zeebeving) de bovenliggende waterkolom verticaal verplaatst. Deze zeebevingen vinden vaak rond subductiezones plaats. De naar beneden duikende plaat trekt een deel van de andere plaat mee naar beneden. Zo wordt er steeds meer spanning opgebouwd. Wanneer deze plaat losschiet, wordt het boven de plaat liggende zeewater omhooggeduwd. Als de beving een magnitude van meer dan 7.0 op de schaal van Richter heeft kan het water met zoveel kracht omhooggeduwd worden dat een tsunami ontstaat. Deze verticale waterverplaatsing kan ook ontstaan doordat een stuk land in zee glijdt door een aardverschuiving. Verticale waterverplaatsingen leiden in open zee tot lange golven. De lengte van deze golven kan wel 400 km zijn, met een kleine golfhoogte van ongeveer 50 cm. Ze hebben een zeer hoge snelheid en bewegen in alle richtingen. Schepen merken in open zee weinig van dit soort golven. Wanneer de lange golven een kustgebied naderen, neemt de golfhoogte in het ondiepe water af en daardoor neemt de golfhoogte toe. Golven kunnen zo tot wel 30 m boven het normale peil het land instromen.





## V4H2 §6: GEOGRAFISCHE WERKWIJZE

- Leerdoelen:
- Je kunt gebieden en verschijnselen vergelijken in ruimte en tijd
  - Je kunt verschijnselen analyseren op verschillende ruimtelijke niveaus.
  - Je kunt bij verschijnselen en gebieden bepalen of er een relatie is tussen het algemene en het bijzondere.

### Gebieden en verschijnselen vergelijken in tijd en ruimte

- Overeenkomsten en verschillen onderscheiden
- Op verschillende ruimtelijke schaalniveaus
- Of er een relatie is tussen het algemene en het bijzondere

Verschillende schaalniveaus:	◦ Nationaal
◦ lokaal	◦ Continentaal
◦ Regionaal	◦ Mondiaal

Een belangrijke geografische vaardigheid is verschijnselen en gebieden vergelijken in ruimte en tijd. Het doel is het opsporen van overeenkomsten en verschillen, niet alleen nu, maar ook voor de toekomst.

### Van schaal niveau veranderen

Elk verschijnsel en elk gebied heeft een schaalniveau dat lager is (met meer details) en een schaalniveau dat hoger is (met een globaler beeld, dus minder details). Door te wisselen van globaal naar gedetailleerd en omgekeerd krijg je een beter zicht op de betekenis van verschijnselen en op eventuele samenhang tussen die verschijnselen.

### Algemeen en bijzonder

#### Wel of geen bijzondere situatie bij verschijnselen en gebieden?

- Verschijnselen en processen hebben niet overal dezelfde gevolgen.
- Is het kenmerkend voor een verschijnsel of gebied of wijkt een verschijnsel af van de algemene regel?

Verschijnselen of gebieden kunnen uniek of bijzonder, of gewoon en algemeen zijn. Vaak zijn bepaalde verschijnselen of processen kenmerkend voor een gebied. Zoals de schildvulkanen: die komen vooral voor bij divergerende plaatgrenzen en hotspots. Als een verschijnsel in een bepaald soort gebied vaak voorkomt, kan dat leiden tot een algemene conclusie: een generalisatie. Dat is een algemene uitspraak die je in andere, vergelijkbare situaties kunt toepassen.

## V4H2 §7: VERWERING & EROSIE

- kerdoelen:
- Je weet het verschil tussen mechanische en chemische verwerking
  - Je weet welke klimatologische omstandigheden beide soorten verwerking verklaren
  - Je kent het begrip erosie en het ontstaan van verschillende massabewegingen

### Verwerking

Het in stukken breken van een gesteente door exogene processen heet verwerking.

- Mechanische (of fysische) verwerking: een gesteente wordt in steeds kleinere stukken gebroken zonder dat dit gesteente van samenstelling verandert. Dit kan gebeuren door plantenwortels (biologische verwerking), uitzetting door grote temperatuur verschillen of door het uitzetten van water in een steen door bevriezing.
- Chemische verwerking: hierby verandert een gesteente van samenstelling, doordat een deel van het gesteente oplost en een ander deel niet. Af hankelijk van de eigenschappen van het (grond)water, kunnen in het water delen van een gesteente oplossen.

#### Je weet welke klimatologische omstandigheden beide soorten verwerking verklaren

De vorm en de mate van verwerking wordt bepaald door de hoeveelheid en de zuurgraad van het water, temperatuur en de temperatuurverschillen. Het klimaat bepaalt dus welke vorm van verwerking het meest voorkomt.

### Erosie + massabewegingen

Wanneer gesteente tijdens het transport van verweringsmateriaal door water, ys of wind wordt uitgeschuurd en het afgeschuurde materiaal wordt getransporteerd, spreek je van erosie. Sedimentatie is het neerleggen van verweringsmateriaal of erosie materiaal. De invloed van de zwaartekracht op los verweringsmateriaal dat op een helling ligt veroorzaakt massabewegingen.

## V4H2 §7: VERWERING & EROSIE

- **vallen**: Lasse stukken steen kunnen in een gebergte naar beneden vallen. Aan de voet van een gesteentewand vormt zich een puinhelling. Soms komt een hele rotsmassa in één keer naar beneden: dat is een bergstorting. Het gesteente komt in beide gevallen los van de wand (die zijn ontstaan door verwerking) of by de grenzen van lagen van het al verwerde gesteente.
- **Vloeien**: Door zware regenval kan een puinmassa helemaal verzadigd raken met water. Er vormt zich dan een soort pap van verweringsmateriaal en water, die langzaam naar beneden kan bewegen. Zo'n modderstroom kan door hoge dichtheid hele rotsblokken en auto's meevoeren. Huizen in de baan van de modderstroom kunnen bedolven raken of meegesleurd worden. Modderstromen vind je in veel klimaatgebieden met perioden van intense, hevige neerslag.
- **Glijden**: De losse laag verweringsmateriaal op een helling kan gaan glijden als deze op een laag ondoorlaatbaar gesteente ligt. Na zware regenval fungeert de ondoorlaatbare laag als een soort glijbaan voor de met water verzadigde puinmassa en ontstaat er een aardverschuiving.

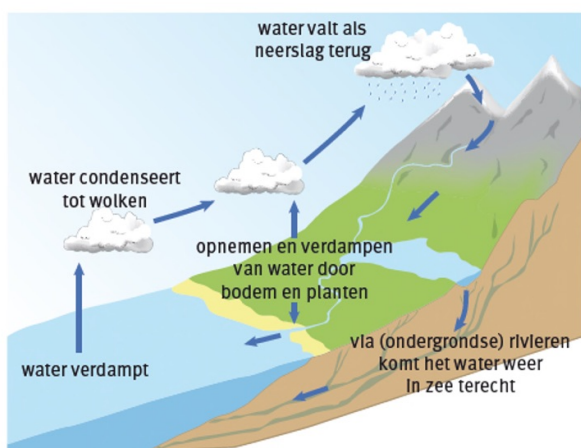
## V4H2 §8: SEDIMENTATIE

leerdoelen: - Je kunt de hydrologische kringloop beschrijven

- Je weet hoe een rivierstelsel is opgebouwd
- Je kent de rol van de hydrologische kringloop by verwerking, erosie en sedimentatie.
- Je begrijpt hoe een delta ontstaat

### Hydrologische kringloop

Het verplaatsen van water over de aarde heet samengevat de hydrologische kringloop. Deze kringloop beschrijft zowel de stroming tussen de verschillende reservoirs met water (de zee, rivieren, grondwater, bodem, lucht en gletsjers) als de stroming tussen toestanden van het water (waterdamp, water of ys).



BRON 2 Hydrologische kringloop.

Boven de oceanen, die ruim twee derde van het aardoppervlak bedekken, verdampt het meeste water. Een groot deel van de neerslag die uit deze waterdamp komt, valt terug in de oceanen. Een gedeelte van de neerslag valt boven land. De snelheid waarmee dit water terugkomt in de oceanen, hangt af van de locatie en de vorm waarin de neerslag valt.

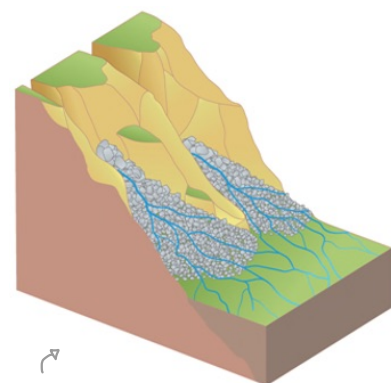
### Rivierstelsel

Alle rivieren worden, direct of indirect, gevoed door neerslag. Wordt de neerslag in de vorm van grondwater of ys vastgehouden, dan spreek je van indirecte toevoer. Het hele gebied dat ontwaterd door een rivier heet een stroomgebied. Het rivierstelsel is de rivier met zijn zijrivieren. Stroomgebieden met een erg onregelmatige waterafvoer, kennen vaak vlechtende rivierstelsels (veel gewen). In gebieden met regelmatige afvoer bestaan rivierstelsels vaak uit een enkele meanderende geul. De verdeling van de totale afvoer van water over het jaar noem je het regiem van een rivier.

### Sedimentatie

Het neerleggen (of afzetten) van materiaal door water, wind of ys heet sedimentatie. Morenen zijn sedimenten die zijn neergelegd door gletsjers. Een puinwaai is een kegelvormige afzetting van grof materiaal dat neergelegd is door een rivier op de grens van een bergachtig gebied en een vlakte, doordat de rivier zijn bedding opvult en zich moet verplaatsen. De monding van een rivier kan twee verschillende vormen hebben, bepaald door het verhang (helling), de hoeveelheid sediment en de golfwerking van zee. Een delta ontstaat wanneer er meer sediment toevoer is dan dat er door de golfwerking van de zee wordt afgebroken. Een estuarium ontstaat wanneer de rivier niet kan sedimenteren, omdat de golfwerking te krachtig is.

- Stroomsnelheid bepaalt korrelgrootte van het sediment
  - Snelstromend water: afzetting van grind
  - in middenloop: afzetting van grof zand
  - zeer lage stroomsnelheid: afzetting van klei
- Windafzetting: hoe harder het waait, hoe grover het sediment
- Gletsjerafzettingen: verschillende korrelgrootten



puinwaai aan de voet van een gebergte.

# V4H2 S10: DE GESTENTEKRINGLOOP

- leerdoelen:
- Je weet hoe de drie hoofdgroepen gesteenten ontstaan
  - Je weet hoe de gesteentekringloop werkt
  - Je kunt van zes gesteenten uitleggen hoe ze ontstaan
  - Je weet welke gesteenten fossielen kunnen bevatten

## Hoe ontstaan gesteenten?

**Stollingsgesteente:** ontstaan door het afkoelen en daardoor stollen van vloeibaar gesteente (gestolde lava, gestold magma)

**Sedimentgesteente:** ontstaan doordat (verwerings-) materiaal wordt neergelegd door water, ijs of wind en bestaat uit restanten van andere gesteenten. Er zijn drie verschillende soorten sedimentgesteenten: klastisch, chemisch en organoegen.

**Metamorfe gesteente:** ontstaan door verandering in druk of hitte, waardoor een steen een nieuwe vorm krijgt.

De verschillende fasen en het verplaatsen van een gesteente over de aarde noem je samengevat de gesteentekringloop.

## Je kunt van zes gesteenten uitleggen hoe ze ontstaan

### Stollingsgesteenten:

#### Graniet

- Dieptegesteente
- Langzaam afgekoeld, groei van kristallen
- Drie verschillende mineralen
- Continentale platen: voornamelijk graniet

#### Basalt

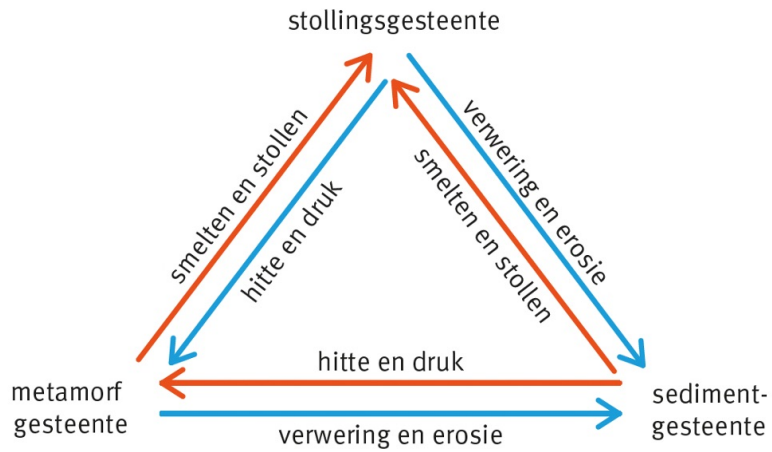
- Uitvloeingsgesteente
- snel afgekoeld, geen herkenbare mineralen
- Krimpscheuren door snelle afkoeling
- Oceanische platen: voornamelijk basalt

### Sedimentgesteenten:

- Herkenbaar aan gelaagdheid
- Klastisch sedimentgesteente
  - zandsteen →
  - kalksteen
- Chemisch sedimentgesteente
  - kalksteen
  - steenzout
  - gips
- Organoegen sedimentgesteente
  - steenkool



→ zandsteenformaties aan de voet van het Atlasgebergte in Marokko.



BRON 2 De gesteentekringloop.

### Metamorfe gesteenten

- Ontstaan onder grote hitte en of druk:
  - zandsteen wordt kwarts
  - schalie wordt leisteen
  - kalksteen wordt marmer
  - graniet wordt gneis
- Ontstaan langs convergente plaatgrenzen
- Ontstaan langs magma-intrusies
  - langgestrekte banden (aders) van gelyke mineralen kunnen ontstaan

Fossielen worden alleen bewaard in sedimentgesteenten

## V4H2 §10: DE GESTENTEKRINGLOOP

### Begrippen

**basalt**: Snel aan het aardoppervlak, afgekoeld vulkanisch gesteente met heel weinig herkenbare mineralen. Wordt vaak aangetroffen in zeshoekige zuilen.

**gesteentekringloop**: De verplaatsing van gesteenten over de aarde, in de vorm van stollingsgesteenten, sedimentgesteenten of metamorf gesteenten.

**graniet**: Langzaam, op grote diepte, afgekoeld stollingsgesteente met duidelijk herkenbare mineralen: kwarts, mica en veldspaten.

**kalksteen**: Sedimentgesteente dat ontstaat doordat losse kalkkorrels aan elkaar plakken of doordat kalk neerslaat uit heet water.

**leisteen**: Een metamorf gesteente dat ontstaat doordat klei of schalie onder invloed van hitte en druk van vorm verandert of rekristalliseert.

**marmer**: Een metamorf gesteente dat ontstaat doordat kalksteen onder invloed van hitte of druk van vorm verandert of rekristalliseert.

**zandsteen**: Sedimentgesteente dat ontstaat doordat losse zandkorrels aan elkaar plakken

## V4H2 §9: PRAKTIJK

leerdoelen: - Je begrijpt de invloed van klimaat op rivierstelsels en waterafvoer

- Je begrijpt de invloed van klimaat op verweering, erosie en sedimentatie

- Je begrijpt dat klimaatverandering anders uitwerkt in gematigde dan in droge gebieden

### Exogene processen bij de Rijn en de Niger

Je kunt verschillende rivierstelsels met elkaar vergelijken door te kijken naar de verschillende processen (als verweering, erosie en sedimentatie) in de boven-, midden- en benedenloop. Daarbij let je op de invloed van het klimaat, het reliëf (verhang en verval), het regiem, de vegetatie en ook het menselijk ingrijpen.

## V4H2 §11-13: PRAKTIJK

> leerdoelen §11: - Je kunt de verschillende gesteentesoorten onderscheiden

- Je kunt door middel van eenvoudige proefjes gesteenten determineren

### Gesteente practicum

Je kunt gesteente soorten van elkaar onderscheiden door te kijken naar hardheid, geloagtheid, gebandheid, kristalstructuur, kristal grootte, reactie met zoutzuur en kleur. Je kunt daarbij gebruik maken van de hardheidschaal en de determinatietabel.

> leerdoelen §12: - Je kunt verbanden leggen tussen kaarten.

- Je kunt verklaringen geven voor de verbanden tussen kaarten

- Je kunt voorspellingen doen over verschijnselen op kaarten

- Je kunt een eigen mening formuleren over deze verschijnselen

### Opbouw en afbraak van de aarde in de atlas

Door gegevens van verschillende kaarten te combineren, kun je verbanden leggen en zelf voorspellingen doen. Dat kan ook bij kaarten over endogene en exogene krachten.

> leerdoelen §13: - Je begrijpt op welke manieren goud ontstaat

- Je begrijpt waar goud gevonden kan worden

- Je begrijpt hoe goud gewonnen wordt.

### De wereld van het goud zoeken

Goud kan gewonnen worden uit primair gouderts op de plaats waar het door hydrothermale processen is ontstaan in het gesteente. Secundair gouderts is goud dat door verweering en erosie door stromend water is neergelegd. Goud kan gewonnen worden door mijnbouw. Als het goud diep in de grond zit, kan het via tunnels of gangen in de grond (schachtbouw) gewonnen worden. Als het gouderts dicht aan de oppervlakte ligt, kan dat via een open mijn (dagbouw). Goud kan met kwik of goudcyanisatie uit gesteente gehaald worden. Hierbij komen schadelijke stoffen vrij. Ze komen in het milieu terecht of worden opgeslagen in bekkens.