# H2 Endogene en Exogene processen

## S2 De Opbouw van de Aarde

Oceaanbodem bestaat uit **basalt** en dat is zwaarder dan het **graniet** dat in de continenten zit. Hierdoor ligt de oceaanbodem lager dan de continenten. De **Aardkorst** drijft zo op de **aardmantel**.

**Midoceanische rug** = lange bergketen op de oceaanbodem

Om onderzoek te doen naar de aarde wordt er gebruikt gemaakt van de trillingen die ontstaan tijdens aardbevingen. De richting en snelheid wordt beïnvloed door eigenschappen van gesteente.  
Deze trillingen worden geregistreerd door seismologen.

De opbouwKorst is lichter en drijft op de mantel. De mantel wordt verwarmd door de kern en raakt zijn warmte kwijt door in beweging te komen. De mantel bestaat uit vast gesteente. De hoge druk werkt smeltpuntverhogend. De beweging van het gesteente heten convectiestromingen. Alleen de buitenste laag van de mantel, **asthenosfeer**, is vloeibaar. Alles erboven is de **lithosfeer**. De **kern** bestaat uit ijzer en radioactieve elementen produceren warmte. De binnenkern is vast, de buitenkern is vloeibaar.

## S3 Platentektoniek

**Aardkorstplaten** bestaan zowel als continent als oceaanbodem. Er zijn 3 soorten bewegingen:  
- **Convergente beweging**:  
 Platen botsen tegen elkaar. Oceaanbodem duikt onder het continent, **subductie**. Op de grens   
 ontstaan **diepzeetroggen**.   
- **Divergente beweging**:  
 Platen bewegen uit elkaar. Het gat wordt gevuld met vloeibaar lava. De oceaanbodem wordt vanuit de midoceanische rug aangevuld, de spreidingszone.  
- **Transforme beweging:** Platen bewegen langs elkaar.

Het aangroeien van oceaanbodem wordt gecompenseerd door subductie. Als subductie plaatsvindt wordt basalt samen met water en sediment omgesmolten tot nieuw continent.

**Platentektoniek** is een redelijk betrouwbare theorie. Maar men kan nog niet de snelheidsverschillen verklaren. De theorie van **convectiestromingen** is het populairst. Zwaartekracht is ook een theorie.

Vroeger was er een supercontinent, **Pangea**. Er wordt gedacht dat er een cyclus is dat continenten heel langzaam naar elkaar toe bewegen en weer van elkaar af.

## S4 Vulkanisme

- **Effusieve erupties**:  
 Langzame eruptie door het wegvallen van de druk waardoor het lava vloeibaar wordt. Dit   
 gebeurt bijvoorbeeld bij de midoceanische rug.  
- **Explosieve erupties**:  
 Dit komt door een andere samenstelling van magma: **sediment**, oceaanbodem en zeewater.  
 Het is licht maar ook stroperig, het wilt dus omhoog maar dat gaat moeilijk. Er komen proppen en de druk neemt toe. Uiteindelijk is de druk te hoog en komt er een uitbarsting.  
 Uitstromend magma wordt lava genoemd. Het gestolde lava is **andesiet.** Het materiaal dat   
 wordt weggeslingerd is **pyroclastisch materiaal**. **Stratovulkanen** ontstaan doordat bij elke   
 uitbarsting het andesiet zich ophoopt. Na een lange tijd van ‘opbouwende’ uitbarstingen  
 komt er zo’n explosieve uitbarsting dat de vulkaan deels verpulverd. Er ontstaat een **caldera**.

**Intrusie** = Stroperig gesteente blijft steken in de aardkorst koelt langzaam af. De elementen hebben de gelegenheid om een stabiele chemische verbinding aan te gaan en er ontstaat graniet.

**Schildvulkanen** = platte grote vulkanen door het langzaam uitstromen van lava. Deze vulkanen zijn immers niet voorspelbaar omdat ze niet op plekken liggen waar je ze verwacht, **hotspots**.

## S5 Aardbevingen

Zware aardbevingen ontstaan bij transforme en convergente bewegingen. De spanningsopbouw is een jarenlang proces. Twee gesteentelagen kunnen vast zitten en zullen langzaam vervormen of verbuigen. Als de spanning groter wordt dan het gesteente breekt het. De trillingen worden opgenomen in een seismogram. Het **epicentrum** is de plek aan het aardoppervlak recht boven waar het gesteente vast zat. De gevolgen van de aardbevingen zijn meestal heftiger dan aardbevingen zelf. **Tsunami’s** of **aardverschuivingen** (par. 8).

Er wordt gedacht dat het **plooien** in de diepte gebeurt omdat daar het gesteente onder hoge temperatuur en druk plastisch kan worden. Als het gesteente aan het oppervlak is gekomen zal het nu gauw breken. Langs een breuk zal grond wegzakken (**horst**) of opstijgen (**slenk**). Op deze wijze ontstaan **plooiingsgebergten** en **breukgebergten**. De Alpen is een plooiingsgebergten met **breuken**.

**Schaal van Mercalli** = bepaalt intensiviteit door de hoeveelheid schade**.   
Schaal van Richter** = bepaalt intensiviteit door de hoeveelheid energie (magnitude)

## S7 Gesloopt gesteente

* **Fysische verwering:**- **Temperatuurverschillen**:  
   - opwarmen en afkoelen -> uitzetten en inkrimpen -> barsten en splijten  
  - **Vorstwerking:** - water in spleten bevriest en ontdooit -> uitzetten en inkrimpen  
  - **Biologisch-fysische werking**:  
   - wortels groeien in spleten (diktegroei van de wortel is belangrijk)
* **Chemische verwering:**  
  - **H2O** -> gesteentedeeltjes (mineralen) lossen op in water  
  - **CO2** -> gesteente kan oplossen in regenwater en wordt zuur  
  - **O2** -> elementen zoals ijzer kunnen roesten (oxideren)

Fysische verwering verloopt het snelst bij grote temperatuurverschillen en waar vaak de 0°C wordt overschreden. Chemische verwering verloopt het snelst bij hoge temperatuur en veel water, vooral ondergronds omdat de grond veel water vast kan houden.

Kalksteen lost makkelijk in water op, maar slaat ook makkelijk weer neer. Als kalksteen met water en koolzuur in contact komt ontstaan er opgeloste ionen. Dit gebeurt ondergronds, waar grondwater in contact komt met plantenresten, het water wordt zuur en lost de kalksteen in spleten op. Er ontstaan grotten. Als het water daalt komt er meer lucht. De kalk kan nu neerslaan omdat het water verdampt. De kalk kan ook neerslaan omdat de grot minder CO2 in de lucht heeft. De CO2 in het kalkwater zal dus aan de lucht worden gegeven. Als grotten te groot worden, storten ze in, er ontstaan **dolines**. Deze oplossingsverschijnselen heten **kastverschijnselen**.

## S8 Verweringsmateriaal in beweging

Er zijn 4 soorten **aardverschuivingen**:  
- vallend gesteente:  
 - losse stenen of blokken vallen loodrecht naar beneden  
- **bergstortingen**:  
 - grote rotsmassa glijdt over een helling  
- puinlawines:  
 - losse stenen rollen en vallen  
- modderstromen:  
 - een verweringslaag van klei of zand raakt verzadigd met water en vloeit hard naar beneden

Al het materiaal van boven heeft zich uiteindelijk verzameld in een **puinwaaier**.

Aardverschuivingen ontstaan door het kappen van bomen waardoor natuurlijke beschutting verdwijnt. De stabiliteit van een helling kan ook afnemen wanneer ze vlak worden gemaakt voor woningbouw.

Sedimenttransport  
Grind -> rollend  
Zand -> salterend  
Klei -> zwevend

Totale hoeveelheid sediment wordt bepaald door de hoeveelheid water en de stroomsnelheid. In de bovenloop grind, zand en klei. In de benedenloop alleen zand en klei maar de totale hoeveelheid sediment is wel groter. De hoeveelheid wordt ook beïnvloed door het klimaat. De vegetatie bepaalt of het sediment in de rivier blijft liggen of verteerd.

Erosie  
De rivier kan op 2 manier eroderen:  
1. Door turbulentie kan materiaal worden opgepikt en meegenomen.   
2. De korrels zorgen dat het gesteente wordt uitgeschuurd. De **erosie** is het sterkst in de bovenloop. Erosie verloopt verticaal en horizontaal (meestal als verticaal niet meer lukt). Horizontaal zorgt voor vlakke dalbodem.

## S9 Van de bergen naar de zee

Omdat de stroomsnelheid lager is in de benedenloop en de hoeveelheid water ook nog eens hoog is, zal de overstromingsvlakte overstromen. Sediment wordt hier afgezet. De benedenloop wordt langzaam met laagjes opgehoogd. Er ontstond een waterpaslandschap door de **sedimentatie**.

Bij de zee laat de rivier al zijn sediment vallen. Door het opgehoopte sediment ontstaat hier een **delta**. Als de stroming langs de kust te groot is wordt het sediment weggevoerd en kan er geen delta ontstaan. Een **estuarium** ontstaat als door de sterke getijdestroming het materiaal wordt teruggeduwd en meegenomen.

Sedimentlagen zakken steeds verder weg omdat er nieuwe lagen opkomen waardoor uiteindelijk verstening ontstaat. Eerst worden de korrels dichter op elkaar gedrukt en daarna aan elkaar geplakt. Uit zand ontstaat **zandsteen**, uit klei **schalie**, uit grind **conglomeraat** en uit kalkskeletten en schelpen **kalksteen**.

## S11 De vorming en afbraak van gebergten

De energie uit het binnenste van de aarde veroorzaakt aardbevingen, vulkaanuitbarstingen en platentektoniek. Dit worden de **endogene processen** genoemd. De aarde ontvangt ook energie van de zon, waardoor het oppervlak wordt verwarmd, wat leidt tot verwering, erosie en sedimentatie. Dit worden de **exogene processen** genoemd.

De zon beïnvloed de atmosfeer, water verdampt, wordt in de wolken verplaatst en komt als neerslag naar beneden. De neerslag stroomt weer terug naar zee. Dit was de **hydrologische kringloop**. Deze kringloop zorgt samen met verwering voor, verslijting van bergen, verweringstransport, erosie en sedimentatie.

Bij een botsing van twee continentale platen heeft het gesteente maar één uitweg: omhoog.

Er waren twee gebergtevormende tijdperken:  
- Caledonische fase: 450 miljoen jaar, Noord-Amerika op Europa  
- Hercynische fase: 300 miljoen jaar, Frank op Europa, Afrika tegen Noord-Amerika en Siberië tegen Rusland.

Continenten zijn veel ouder dan oceaanbodem. Dit komt omdat het licht is en nooit is teruggezakt in de mantel, maar zijn aangegroeid. De oudste delen vind je in de kern van een continent: het **schild**.

## S12

- **Stollingsgesteente**: gesteente dat ontstaat door het afkoelen en stollen van magma.   
 - dieptegesteente: graniet dat ontstaat uit magma.  
 - uitvloeiingsgesteente: andesiet, basalt, vulkanisch glas en puimsteen dat ontstaat uit lava  
 - pyroclastisch gesteente: lufsteen dat ontstaat uit uitgeslingerd materiaal  
- **Sedimentgesteente:** ontstaat door afzetten van sediment, ophoping en samenpersing. Sedimentgesteente is meestal homogeen omdat elk materiaal op een ander moment wordt afgezet.  
 - zandsteen ontstaat uit samengeperst zand  
 - schalie ontstaat uit samengeperst klei  
 - conglomeraat ontstaat uit samengeperst grind  
 - bruinkool ontstaat uit samengeperst veen  
 - kalksteen ontstaat uit samengeperst schelpen

- **Metamorfe gesteenten**: ontstaan wanner stollingsgesteente of sedimentgesteente diep wegzakken en onder hoge druk of temperatuur komen te staan. Het verliest veel eigenschappen. Dit zijn ingewikkelde chemische processen waarbij mineralen worden vergroot of omgevormd.  
 - kalksteen -> **marmer** - schalie -> **leisteen** - leisteen -> **schist** - zandsteen -> **kwartsiet**  
 - bruinkool -> **steenkool** - graniet -> **gneis**

Verhaal van kleideeltje  
Chemische verwering -> klei -> door rivier naar de zee -> raakt met nieuwe lagen bedekt en zakt weg -> subductie zorgt voor meesleuren van schalie -> wordt in elkaar geperst -> leisteen -> nieuwe mineralen door hogere druk -> schist -> smelt -> komt in gebergte -> stolt -> verwering en erosie -> oppervlakte

Dit is de **gesteentekringloop**. Het bestaat uit verwering, erosie, riviertransport, sedimentatie, wegzakken, subductie, vulkanisme, gebergtevorming.

## S13 Systeem aarde

De betekenis van het samenspel tussen het klimaatsysteem en het platentektonieksysteem blijkt uit de **koolstofkringloop**. Koolstof zit opgeslagen in de atmosfeer (lucht), lithosfeer (gesteente), biosfeer (planten) en de hydrosfeer (water). Koolstof neemt steeds een andere gedaante aan bij wisseling tussen verschillende sferen.

Koolstofkringloop  
1. Fotosynthese laat groen CO2 opnemen dat wordt omgezet in organisch materiaal. Het CO2 wordt deel weer uitgeademd of komt door verrotting van dood materiaal weer terug in de atmosfeer.  
2. Deel van dode plantenresten komt in veen. Ze kunnen verstenen in bruinkool of steenkool.   
3. Bij vulkanisme komen gassen vrij. Bij verwering van gesteente komt CO2 gebruikt. Water neemt het CO2 mee naar de zee. Bij verwering van kalksteen en steenkool komt er weer CO2 vrij.   
4. CO2 lost op in de zee en verdampt. Algen en schelpdieren maken er een skelet van.   
5. Als deze organismen sterven, sedimenteerd het skelet.   
6. Door subductie verdwijnt het sediment samen met oceaanbodem weer de mantel in.

Er zit veel meer CO2 in de lithosfeer dan in de atmosfeer. De aarde lijkt te beschikken over een thermosstaat die wordt geregeld door de koolstofkringloop, die wordt aangestuurd door verwering, platentektoniek en organismen.

Laatste duizend jaar is de CO2-concentratie ongeveer even hoog maar sinds de industriële revolutie neemt het toe. Dit komt door de grote hoeveelheden verbruikte fossiele brandstoffen. De CO2 wordt weer opgeslagen in de biosfeer.

Het klimaatsysteem: atmosfeer en hydrosfeer (samen de biosfeer)  
Het platentektonieksysteem: lithosfeer, asthenosfeer en diepe mantel  
Het geodynamosysteem: buitenkern en binnenkern