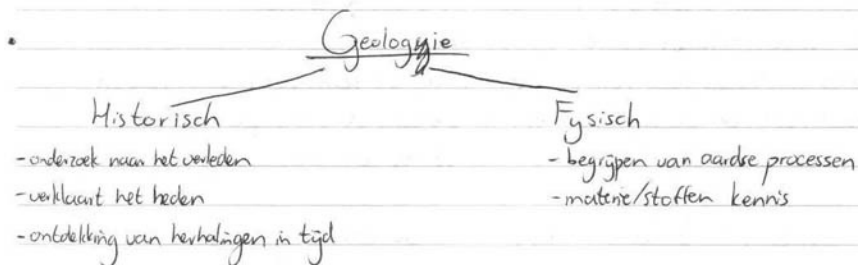


Samenvatting

1. Een aantal redenen om geologie te studeren:
- menselijke invloed op natuur
 - het menselijke verbruik van mineralen
 - water- en voedsel nood wereldwijd
 - het voorspellen van natuurrampen

• Geo (aarde)logie (studie/wetenschap) = bestudering van de aarde

• Geologen beschikken over een brede kennis uit veel vakgebieden, die tezamen de wetenschap vormt over de aarde



• Onderzoeksstrategie, genaamd 'wetenschappelijke onderzoeksmethode', in stappen:

1. observeer en meet/neem waar
2. formuleer een hypothese
3. beargumenteer de hypothese
4. formuleer een theorie (= generalisatie van een natuurlijk fenomeen)
5. formuleer een wet (indien er sprake is van een groep theorieën)
6. beproef zo vaak mogelijk de hypothese, theorie of wet

• De 'hypothese van catastrofes' verklaarde oceaانvorming en bergketens in de tijd van weinig geologische kennis. Hierna volgde, na een toename van geologische kennis, de tegenhypothese genaamd: 'geleidelijkheid'.

De ideeën van deze tegenhypothese, worden samen wat nu heet 'het principe van gelijkmatigheid', wat inhoudt dat wat we nu aan aardse processen zien, vroeger ook al plaatsvonden. Toch speelt de hyp. van catastrofes een rol bij de vorming v.h. landschap. → meteoriet-inslagen.

Zonnestelsel

4 Aardse planeten

- de vier dichtst bij de zon
- klein, rotsachtig, dicht
- Mercurius, Aarde, Mars

5 'Jovian' planeten

- grote planeten, echter lage dichtheid
- Pluto is een uitzondering
- Gasachtig, bevat solide kern
- Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus

• Een sterk bewezen theorie over het ontstaan v.h. zonnestelsel:

- een grote hoeveelheid atomen klomp samen
- het middelpunt werd door de zwaartekracht de kern, waar door fusie van waterstofatomen de temperatuur enorm toenam: de zon is geboren
- de omringende wolk aan atomen kon afkoelen en vormde de planeten

• De aanslibbing (= toename van massa) van de planeten is te danken aan neerslaande meteorieten e.d.
o.a.

• De toename van de energie van de aarde in de vorm van hitte komt door:

- neerslaande meteorieten (kinetische energie)
- radioactief verval (radioactiviteit)

• Doordat de aarde haar warmte niet allemaal kwijt kon, begon een smeltproces, waarbij opwaartse druk ervoor zorgde dat zwaardere materie naar de kern afzakte en de lichte stoffen naar de oppervlakte dreeven → gelaagdheid

• Opbouw gelaagdheid aarde:

1. kern → ijzer en nikkel

2. mantel → dichte rots-materie

3. korst → relatief zeer dun

oceanisch ≈ 8 km

continentaal ≈ 45 km

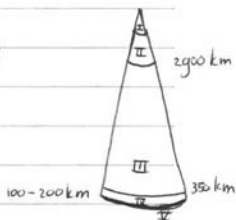
• Zowel de mantel als de korst hebben een opbouw uit verschillende composities, gemeten mbr aardbevingen veroorzaakt door aardbevingen. De kern blijft grotendeels oncorrosiebaar → ongewone eigenschappen door de hoge temperatuur en druk

• Kern → innerlijk / binnenste: vast ijzer
 → omhulsel / buitenste: vloeibaar ijzer } puur een fysisch verschil

Mesofeer → vast gesteente onder hoge druk, relatief sterk

Asthenofeer → plastisch gesteente, zwak en makkelijk vervormbaar

Lithofeer → koel en hard gesteente (onder oceaan = zwakker)



→ puur een fysisch verschil → sterkte van het gesteente, niet de samenstelling

• De aarde raakt haar warmte, wat toegeweerd wordt door hedendaagse radioactiviteit, kwijt door warmte-convectie in de meso- en asthenofeer → platen tektoniek

• Systeem = afbakening van een deel, ter bestudering van alleen dat deel

- ↳ 3 types:
- gesloten → geen uitwisseling van materie en energie met de omgeving
 - gesloten → " " " " , maar wel energie
 - open → een uitwisseling met de omgeving van zowel materie als energie

• De aarde is (bijna) een gesloten systeem, wat vele open systemen bijz. herbergt.

- ↳ 4 grote reservoirs:
- | | | |
|-------------------|-------------|---|
| (open systemen ↺) | subsystemen | - atmosfeer → gasen die de aarde omringen |
| | | - hydrosfeer → al het water, behalve waterdamp in de atmosfeer |
| | | - biosfeer → al het flora en fauna, levend en dood |
| | | - geosfeer → de vaste aarde, van kern tot korst, bestaande uit gesteente en (poriën)opulling daartussen (ENG: regolith) |

• Alle 4 grote subsystemen ('sferen') zijn betrokken bij erosie

• de 3 cycli: - hydrologisch = dag tot dag en lange termijn veranderingen van water

↳ vaste aarde - gesteenten = de formatie, afbraak en vorming van gesteenten

- tectonisch = de bewegingen van de platen en inwendige aardse processen

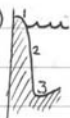
- 2 • Aardbevingen vinden plaats langs de randen van een plaat, omdat de platen voor te stellen valt als een harde schil en alleen aan de randen kan afbrokkelen. De hevigste aardbevingen vinden plaats als een plaat onder een andere duikt.
- Doordat de lithosfeer aan de ene kant wordt afgebroken en aan de andere kant aankomt, neemt het atmosferische gas (o.a. CO_2) mee diep de aarde in. Hier vindt recycling plaats waarbij de ingrediënten voor CO_2 weer via erupties de atmosfeer in komen. Zodoende helpt platen tectoniek mee aan koolstof-cyclus die het klimaat op aarde sterk beïnvloed.
 - De hypothese van Wegener stelde dat bij platen tectoniek de continentale platen over de bodem van de oceaan schuurden → leidde tot felle discussies
 - Topografie = land boven zeeniveau
 Bathymetrie = land onder zeeniveau
 - De aarde is niet mooi rond, maar aan de polen wat afgevlakt en rond de evenaar zit een relatief kleine bobbel. Deze bobbel is ontstaan door het draaien van de aarde om zijn as. Zelfs vast-gesteente 'stroomt' hierdoor, omdat het geen weerstand kan bieden ~~aan~~ deze krachten ('solid material can flow')
 tegen
 - Continentale korst is lichter dan oceanische korst en staat dus tot het zeeniveau hoger
 - Principe isostasy = omhoog komen en inzakken van de lithosfeer om een drievoud evenwicht te vinden
 - Oppervlakte aarde: 71 % oceaan, 29 % land
 - ↳ geografische grens oceaan = kustlijn
 - ↳ geologische " " = tectonische grens van een continent vs. oceaan

• Hoe dieper men in de aardkorst gaat, hoe warmer het wordt. Deze geothermische gradiënt verschilt behoorlijk, van $5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ tot $75^{\circ}\text{C}/\text{km}$.

• Oceanische - continentale grens (marges):

Passief

- weinig aardbevingen / vulkanische activiteit
- continentale klip (op 100-200 m diepte) wordt een continentale helling² die steeds langzamer doakt: continentale stijging³
- kan paar 100 tot 1000 km breed zijn
- de 2 platen blijven aan elkaar zitten



Actief

- vulkanische activiteit en aardbevingen
- continentale klip duikt in een oceanische trog van een paar km's diep
- de oceanische korst duikt onder de continentale, omdat deze een hogere dichtheid heeft (is dus zwaarder)

• De bodem van de diepzee op enkele kilometers onder zeeniveau zijn vlak, omdat het vanuit een eenzijdige mid-oceanische rug is gevormd.

• Mantel-convectie = circuleren van heet gesteente door de mantel (afkoeling en opwarming)

• Gesteente uit de mantel is stijver dan uit de korst en vervormd dus moeilijker

• Een eerste vereiste voor convectie door de mantel is dat het gesteente kan vloeën. (Voor mantelgesteente is dit 1% bij een ΔT toename van 300-400 $^{\circ}\text{C}$) Hierbij zorgt H_2O en andere vluchtige substanties voor een makkelijker convectie

• Omdat convectie de warmte sneller kan transporteren dan conductie (geleiding) in het diepste van de aarde, is het een veel belangrijker proces.

• 4 typen platingrenzen:

- divergerend (spreidend centrum): er ontstaat nieuwe oceanische korst
- convergerend (subductie): de ene plaat duikt onder de andere (oceanisch)
- convergerend (botsend): twee continentale platen vormen een gebergte
- transformierend (schuwend): de ene plaat schuift langs de andere ('faults')

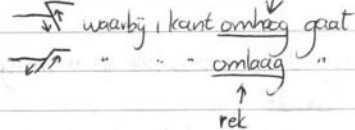
- 3 vormen van aardbevingen en hun voorkomen:



- Strike-Slip: de beweging is geheel horizontaal

- Thrust: de fractuur staat onder een hoek

- Normaal: " " " " " "



- 250 miljoen geleden was er een supercontinent dat uit elkaar brak (Pangaea). Het noordelijke deel heet Laurasia, het zuidelijke Gondwanaland

- Een brede mid-oceanische rug duidt op een snel spreidende, en jonge oceanische lithosfeer. Een smalle doarentegen is langzamer. (bv. Atlantische Oceaan met 2-4 cm/jaar)

- Bij een subductie-zone speelt de bovenste laag van de duikende lithosfeer een belangrijke rol. Hierin bevinden zich namelijk H_2O , CO_2 en sulfides die als vluchtige gassen uit deze laag vastoteren worden door de druk en temperatuur, en zich een weg naar boven vinden.

heeft een maximale leeftijd van 200 Ma

- Indien een oceanische plaat bij een subductie-zone over een andere gaat is er sprake van een vulkanische eilandenboog (vulkanen vormen een serie eilanden). Bij een continentale plaat is er sprake van een continentale vulkanenboog. Sediment van de continentale lithosfeer vult de troeg.

- De hypothese van het gots (of mantelpluimen) stelt een meting van snelheid van platen voor, aan de hand van een vulkanische eilandenboog (bv. Hawaïi) → 'seamounts'

- Op Venus bestaan zogenaamde 'coronae's' (= ringvormige opzwellings van korst) die ontstaan door ballen hete mantel ('diapirs') naar boven komen door de lithosfeer, en zich naar alle kanten evenveel verspreiden en daarna instort in het midden.

- Drie krachten die de lithosfeer bewegen: het gewicht van een mid-oceanische rug. belangrijkste { - bij subductie wordt de gelede plaat meegetrokken - verrijging aan de bodem vd lithosferische plaat

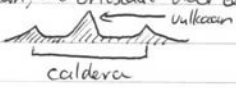
- 3] • Mineral = natuurlijk gevormd anorganisch materiaal met een specifieke chemische samenstelling en een onderscheidende kristalstructuur
- Gesteente = natuurlijk gevormde samenhangende massa, bestaande uit één of meerdere mineralen en bevat soms organische resten
- 'Mineraloid' = mineral-achtig mineraal, bv opaal
- Polymorfs = verschillende kristalstructuren opgebouwd uit eenzelfde molecuulsoort
- Specifieke zwaartekracht = gewicht stof gedeeld door gewicht van water van hetzelfde volume [g/cm^3]
- 60% van de continentale kust is opgebouwd uit veldspaat
- Men vindt het meeste uit:
- Lead uit galeniet (PbS)
 - Zink uit sfaleriet (ZnS)
 - Koper uit chalcopyriet (CuFeS_2)
 - IJzer uit magnetiet (Fe_3O_4) en hematiet (Fe_2O_3)
- Doordat mineralen onder bepaalde chemische en fysieke omstandigheden ontstaan, geven ze inzicht in het vroegere klimaat en de vroegere omgeving (Temp., druk, zeewater)
- Bij gesteenten (vuur/sediment/metamorfisch):
- opbouw/structuur = gemiddelde ~~verdeling~~^{verdeling} van een gesteente (grootte, vorm, indeling)
 - minerale verzameling = type en voorkomen van mineralen in een gesteente
- ↳ megascopisch: beschrijving van opbouw/structuur en minerale verzameling aan de hand van het bekijken van het gesteente met het blote oog of loep (10x)
- ↳ microscopisch: beschrijving dmv. een zeer sterke vergroting
- 95% van de aardkorst bestaat uit gesteente dat diep uit de mantel komt, echter aan het opp. neemt sedimentgesteente 75% voor haar rekening qua wat we zien.

4

- 'indringend' vuurgesteente wordt gevormd ⁱⁿ bestaande aardkorst (grote korrels)
 'uitdrijvend' " " " op het bestaande stuk aardkorst (fijnkorrelig)
- 'phosfiet' ↓
 'aphanite' ↓
- 'porphyry' (NL = porfier) = vuursteen met > 50% grote mineralen ('phenocrysts') in een mix met kleine mineralen → ontstaat door langzame afkoeling magma
 - Pyroclast = gesteente dat wordt weggeschoten uit een vulkaan. (as-vorm = tephra)
 ↳ gaat het aan elkaar zitten, dan heet het 'tuff', mur bommen → wort: oegfloeraat
 - Alle lichamen van indringend vuurgesteente = plutons
 - Soorten plutons:
 - 'dike' = gang van magma dat verticaal een weg naar boven vindt
 - 'sill' = horizontale dike dat in een bepaalde gesteentelag stroomt
 - 'lacolith' = magma blijft in een anti-cline
 - 'batholith' = dunne, zeer langgestrekte magmalichamen onderin
 - 'xenolith' = gesteente waarlangs het magma omhoog komt
 recult los en 'zuwde' door het magma, waarbij het niet compleet reageert (= 'stopping')
 - Rhyolitic magma = komt in continentale korst naar boven, vindt niet plaats in de mantel
 Andesitic magma = komt in zowel oceanisch- als continentale korst naar boven bij subductie-zones en vindt plaats in de mantel
 - Basaltic magma = komt ook in beide kusten naar boven, vindt plaats in de mantel, ontstaat door het smelten vd. mantel zelf.
 - ↳ komt naar boven bij mid-oceanische ruggen
 - ↳ maar sommige grote vulkanen die basaltic magma spuwen bevinden zich in het midden van een plaat (Hawaii)
 - MORB = Mid-Oceanische Rug Basalt = oceanische korst die over de hele wereld weinig in samenstelling varieert.
 - 'Ophiolite' = oceanische korst, dat veel serpentinite bevat → oceanische korst breekt af na een botsing met andere platen
 fragmenten

5. Magma: - basalt = 50% SiO_2 , vormt 80% van alle magma
- andesiet = 60% SiO_2 , vormt 10%
- rhyoliet = 70% SiO_2 , vormt 10%

↳ verklaart verschillen in erupties en vorming van gesteente

- ↳ 3 eigenschappen: magma bestaat uit veel componenten, maar SiO_2 is dominant aanwezig, magma heeft hoge temperaturen en het is vloeibaar
- Pyroclastische golf = hete, zeer vloeibare tephra die langs de flank van een vulkaan naar beneden snelt → zeer dodelijk, snelheid tot 700 km/h
 - Schildvulkaan = brede kegelachtige berg, basaltische magma, vloeibaar, flauwe helling
 - Stratovulkaan = conus-achtig, andesiet magma, stropig, zeer steile helling aan de top
 - Tephra-conussen = ontstaat door langdurige uitspuwing van tephra steile helling
 - Krater ontstaat op 2 manieren: - instorting steile hellingen nabij de top
- explosieve eruptie
 - Lava koepel = hoop lava (zeer visceus) die kan ontstaan in een krater
 - Caldera = ringvormige cirkel om een vulkaan, die ontstaat door een (gedeeltelijke) instorting van de magmakamer.

 - 'Resurgend dome' (NL = weer opkomende koepel) = de magmakamer vult opnieuw
 - 'Diatremos' = vulkanische pijp (verticaal) die gevuld is met een mix van gebroken gesteente, die diep vanuit de mantel een weg omhoog 'blaast'
 - 'Kloof/scheur'-eruptie = wilde eruptie waarbij basaltische plateau's ontstaan.
↳ eng = fissure

- 5 gevarentypes die een rol spelen bij een eruptie:
 - snelle, hete pyroclastische wolken en horizontaal-gerichte explosies
 - tephra en hete, giftige gassen zorgen voor verstikking en verbranding
 - moddestromen die ontstaan door tephra op een helling iem water (lahars)
 - tsunami's door geweldadige onderzeese erupties
 - hongersnood, schaarste door een tephra eruptie, waardoor oogsten mislukken
- Plinian erupties = ^{dichte} mix van heet vulkanischgas en tephra die een explosieve eruptie veroorzaken

6. Verweering (Eng: 'weathering') = chemische verandering en mechanische afbraak van gesteente, blootgesteld aan lucht, vacht en organismen.

• 'Frost wedging' = indringing van water in een gesteente dat daarna bevroest en zo voor mechanische afbraak zorgt (ideale temp. is -5°C tot -15°C)

Daarnaast kunnen plantenwortels, bosbranden, grote dagelijkse temperatuurfluctuaties en kristal groei een gesteente mechanisch afbreken.

• Bij chemische verweering ~~spelen~~^{spelen} temperatuur en water (in oplossingen met O_2 en O_3) een belangrijkere, versnellende rol. (bijvoorbeeld ontstaan van koolzuur in regenval)

• 4 chemische verweering types:

- oplossing van een stof in water ('dissolution')

- hydrolyse, veroorzaakt door H^+ -ionen,

- gedeeltelijke oplossing van een stof in water ('leaching')

- oxidatie, een anion verliest een elektron (bv. $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$)

• Omdat sommige mineralen, naast kwarts, meer weerstand bieden tegen verweering kunnen deze aan de opp. komen of door hun soortelijk gewicht worden afgezet aan een riviermonding

• Afschildering (Eng: 'exfoliation') = proces waarbij de buitenste 'schil' van een gesteente verwijderd en kan uitzetten (ui-achtig)

• 'Spheroidal weathering' = verweering van een gesteente waarbij de 'scherpe hoeken' er af worden geschuurd, m.a.w.: ronding van gesteente door water dat er langstruomt.

• Definitie 'bodem' = het deel van de ondergrond waarop we leven, waarin planten met hun wortels ~~na~~ komen

- bodem horizon ~~laag~~ = typische verweering van een laag grond
 - ↳ O horizon → organisch materiaal
 - A horizon → 'zwarte' laag van humus
 - E horizon → 'grgs/wit'-achtige laag, geoxideerd (= optioneel)
 - B horizon → 'bruin/rood'-achtige laag door ijzer, klei en aluminium
 - K horizon → dichte, CaCO_3 laag, goed voor so₂ omling van de horizons, aanwezig in droge, onvruchtbare gebieden (optioneel)
 - C horizon → licht geel/bruin en mist de eigenschappen van A en B.
- 'Paleosol' = bodemlaag die bedekt is geraakt en bewaard blijft ('intact')
 - ↳ bevat informatie over vroegere landschappen, vegetatie en klimaat.

- De invloed van menselijke handelen op de bodem is in sommige gebieden duidelijk zichtbaar. Daar vindt een versnelde afzetting van sedimentgesteente plaats, veel sneller dan dat natuurlijke plaats zou kunnen vinden

2. Gelagtheid ('stratification') = ordening van sedimenten in lagen (bed)
↳ een laag ('strata') kan enkele millimeters tot tientallen meters dik zijn

- 3 groepen sediment:
 - klastisch (afkomstig uit fysische verweering)
 - ↳ deeltjes grootte, gewicht, hardheid, 'varve*', ongesorteerd, kruisgelagtheid, gevangschikte laag, minerale samenstelling
 - chemisch (verplaatst door een oplossing, daarna neergelagen)
 - ↳ biochemische reacties, veroorzaakt door planten en dieren in water, anorganische reacties in water waardoor neerslag plaatsvindt
 - biogeenisch ('biogenic') → sediment bestaat uit fossielen
 - ↳ bioklastisch sediment uit harde resten, diepzeesilt

• 'till' = ongesorteerd sedimentgesteente dat is meegenomen door een gletsjer


• bolvormigheid \neq rondheid → mate van scherpe randjes van een deeltje
↳ mate waarin een deeltje op een bol lijkt

• 'facies' = horizontale verandering van afzet van sediment en dus een verandering van de omgeving ervaart

- met-zeese sediment afzet:
 - stroompje / rivier (groot verschil in bezinking)
 - meer (gelijmatige horizontale bezinking)
 - gletsjer/ijs (geen gelagtheid, bevat allerlei typen gesteenten)
 - 'eddy' eolian' (windgeblazen) → fijn sediment, duinwoning

• Neerslag-sediment ('evaporite') = sediment dat in een waterbasin neerslaat, omdat al het water in het basin is verdamppt.

• Tredele stromingen worden door de zwaartekracht gedreven en hebben een grotere dichtheid dan het omringende water.

*varve = zweeels voor cyclus → een duidelijk verschil in een sedimentale laag binnen een jaar, die opstapelt →  1 jaar] 3 jaar

- Diepze 'ventilator' = de uitmonding van een grote rivier diept in het valsegde even een onderzeese kloof uit
- Lithificatie = oerkoelende proces voor het ontstaan van sediment
- 'Diagenesis' = oerkoelende term voor alle veranderingen die sediment ondergaat
 - ↳ compact maken = door al het gewicht worden de poriën kleiner, water ontsnapt
 - ↳ cementatie = het sediment gaat aan elkaar hechten (hierbij cement: CaCO_3 en SiO_2)
 - ↳ herkristallisering = minder stabiele mineralen worden stabielere mineralen
 - ↳ chemische verandering = de aan- of afwezigheid van zuurstof bepaalt het rotproces
- Turf/veen ('peat') = goed voorbeeld van diagenesis in een zuurstofloos milieu
- 'Chert' = hard, zeer compact sedimentgesteente dat bestaat uit fijne kwarts kristallen
- De opstij van CO_2 , bijvoorbeeld doordat schelporganismen in de zee naar de bodem zakken als ze doodgaan, zorgt voor een afname in broeikas effect en dus de temperatuur op aarde. Dit proces heeft geleid tot ijstijden.
- Veel schelpen (CaCO_3) zijn te vinden in laaggelegen gebieden, omdat warm water de groei van carbonaat-bevattende organismen bevordert
- Bij sediment wordt er als het ware constant gerecycled: het kan verhuizen van continent naar oceaan en weer terug naar continent (plakentectoniek)
- De hoofdsorten van sediment op de bodem van de diepzee zijn bruin- of roodachtige klei, slijk/mudde (eng: 'ooze'), veroorzaakt door de temperatuur van het water en de diepte.

8 • Metamorfisme = verandering in vorm van gesteente door veranderingen in temperatuur en druk ↳ in vaste vorm, elk type
 ↳ $T > 100^\circ\text{C}$ ↳ $P > 100 \text{ MPa}$

- ↳ 6 factoren:
- chemische samenstelling van het originele gesteente (grootste factor)
 - temp. ~~en druk~~ ↳ lage kwaliteit = $100-500^\circ\text{C}$ en relatief lage drukken
 (in 'grades') ↳ hoge kwaliteit = $> 500^\circ\text{C}$ en "hoge"
 - "druk" → 'stress' = differential spanning → niet in alle richtingen gelijk
 ↳ uniforme spanning → in alle richtingen is de spanning gelijk
 - af/aanwezigheid van vloeistof → fungeert in poriën als transport medium
 ↳ progressief als: T en P toenemen
 ↳ retro als: T en P afnemen
 - tijdsbestek → ~~grote~~ grootte mineralen in relatie tot reactietijd
 - krachten van buitenaf: torsie, samendrukking, gebreken

• 'Migmatites' = mix van een stukje ^{al} gesmolten gesteente (stollingsgesteente) en een stukje metamorfisch gesteente

• Afschilfering: Slaty Cleavage v.s. Schistosity

<ul style="list-style-type: none"> - lage kwaliteit metamorfisme - fijnkorrelig (microscop) - dunne plaatjes als schilfers 	<ul style="list-style-type: none"> - hoge kwaliteit metamorfisme - grove korrels (blote oog) - parallelle schilfering
---	--

- 4 verschillende typen metamorfisme (als gevolg van mechanische en chemische processen):
- kataklastisch (mechanische vervorming)
 - contact met magma, waar omheen een krans van aangepast gesteente ontstaat.
 - begraving ('burial'), wanneer het gesteente diep zit van zee ↳ bv hornfels
 - regionaal metamorfisme komt uit tektonische krachten die bergen vormen
 ↳ hoge mechanische vervorming

• Isograd = lijn op een map die punten met elkaar verbindt die het eerste ontstaan van een mineraal in metamorfisch gesteente aangeven
 ↳ ontbieden metamorfische zones



9. De eigenschappen die bepalen of een gesteente breekbare ('brittle') of rekbaar ('ductile') zijn:
- temperatuur ($T >$ betekent een hogere rekbaarheid)
 - spanning (uniform) hoog verhoogt rekbaarheid ('stress')
 - tijd en grootte van rek ('strain') per tijdseenheid
 - samenstelling: soorten mineralen en de aanwezigheid van water
- Breukbaar \leftrightarrow rekbaar - grens = diepte in de aardkorst waar rekbaarheidseigenschappen de breekbare eigenschappen overtreffen (domineren)
 - Lithosfeer - asthenosfeer - grens = afwezigheid van breekbare eigenschappen
 - Fault = een breuk in een gesteente waarlangs beweging plaatsvindt (abrupt)
 - Slickensides = groeven in gesteente (gepolijst ect.) die de beweging van 2 gesteentes langs elkaar laat zien.
 - Breccia is hiervan de gebroken versie, 'chev' de zeer kleine vorm (gefragmenteerd)
 - Meestal is het alleen mogelijk om de relatieve beweging van gesteentes, die bij een breuk langs elkaar bewegen, te bepalen.
 - Plooiën die allebei in de zelfde richting buigen (continentale botsing: A/pan)
~~heet~~ achteroverliggende plooiën ('recumbent')
 heten


12. Het omhoogkomen van landschap ontstaat meestal als bijproduct bij platen-tectoniek en convectorie → beïnvloedt vanuit korst en mantel

'Exhumation' (NL = opgraving) = geleidelijke blootlegging van onderliggende lagen door erosie van de oppervlakte laag

'Denudation' (NL = blootlegging) = transport van dit geërodeerde materiaal (ook vorm van erosie) → wordt beïnvloed door de hoogte, klimaat, lithologie, tijd en reliëf

Geomorfologie = studie naar de vormen van het landschap en hun evolutie

Reliëf = verschil in hoogte tussen het hoogste en laagste punt in het landschap

- 'Uplift' (opkomen van landschap) bestaat uit de volgende types:
 - bij een subductiezone vindt door de botsing uplift plaats
 - in het geval van 2 botsende continentale platen kan ryzende atmosfeer over een lithosferisch lichaam bewegen  isostatische uplift
 - mantelpluim rijst naar de lithosfeer
 - extensie/uitrekking (bv. Mid-oceanische ruggen) veroorzaakt uplift.

Lithologie = samenstelling van de gesteenten aan het opp, bepalend voor een bepaalt klimaat door de mate van erosie

Continentele scheiding = lgn die regio's scheidt waar vanuit grote rivieren zeewaarts stromen

Een 'stabiel' landschap behoudt hetzelfde reliëf en dezelfde hoogte terwijl het aan verandering onderhevig is.

Drempel effect ('Threshold') = ontwikkeling v/h landschap kan ipv geleidelijk ook heel plots plaatsvinden

- Berekening hoeveelheid uplift:
 - extrapolatie uit grote aardbevingen
 - ↳ 3 methodes
 - verticale verplaatsing strata ad.h. hoogteverschil en leeftijd
 - rivierafzettingen die 'droog' kunnen te liggen





- Sommige radioactieve-producten zijn alleen onder bepaalde omstandigheden te gebruiken om de leeftijd van een gesteente te meten. → splijting v. elementen bv.
- Grote erosie vindt plaats op steile hellingen, gebieden met klastische sediment ondergronden of sedimentair/laag-graad metamorfisch gesteente.
- 'Closure' (NL = eind/slot) temperatuur = bepaalde temp. dat een gesteente moet zijn wil het radioactieve producten kunnen vasthouden.
- Menselijk invloed op erosie landschap:
 - ontbossing
 - ↳ op drainage ook
 - dammen in stromen opwerpen
 - stedenbouw
- Doordat erosie het reliëf in bergketens vergroot, maar door de massa-afname de druk op de mantel vermindert zal door isostasie het landschap omhoog komen, zoals bv in de Himalaya's. De gemiddelde hoogte neemt wel af.

13] • 'Mass wasting' = op grote schaal verliezen van land (afschuiven, afbrokkelen, breken)


- Water kan op 2 manieren de beweging van rotsen vergemakkelijken:
 - de natuurlijke samenhang tussen de korrels verminderen
 - de wrijving van de rots waar die op rust verminderen door toenemende vloeistofdruk

• Een landschuiving wordt al snel alles genoemd wat vatbaar is om van een helling naar beneden te komen. Een duidelijke classificatie bestaat er dan ook niet


• Plotseling verzakking ('slump'): 
↳ beweging (rotterend) naar buiten, de bovenkant valt naar achteren, grootte varieert, veel voorkomend

Vallend puin ('rock fall'): 

↳ beweging van losliggend of -latende stukken gesteenten naar beneden met toenemende snelheid

Verschuiving ('rockslide'): 

↳ snelle beweging, soms alleen puin, grootte varieert, contact hoek met grond = $30^\circ - 37^\circ$ (typisch)
↳ na stilstand, rust

• Talus = lichaam van puin dat overblijft na een rockslide (trechtervormig) 

• Sedimentstromen = mix van materialen in water of lucht dat een stromende vorm aanneemt en naar beneden komt langs een helling.

Slurry flow

Granular flow

- een massa sediment verzadigd in water
- mix van sediment, lucht (en water), onverzadigd
- solifluctie (verz. grond, langzaam 30 cm/j)
- creep en colluvium (zavelstrom, mm/j)
- de puinstroom (1 m/j tot 100 km/h)
- earth-stromen (variabele snelheid) aan oppervlakte
- modderstroom ($> 1 \text{ km/h}$, gevaarlijk)
- korrelstroom ($0,1 < \text{snelheid} < 35 \text{ m/s}$)
- puinlawine (snelheid $> 10 \text{ km/h}$)

• Colluvium = losse, onafhankelijke afzettingen op hellingen die voornamelijk bewegen door kruip → geen sortering en heetg gesteente

• Alluvium = afzettingen door waterstromen, gerond en gesorteerd in lagen

- **liquefaction (NL = 'vloeibaar-making')** = door een schok in de aarde beweert waterdruk op in sediment waardoor het instantaan vloeibaar wordt (en gaat stromen)
- **'Frost heaving' ('optillen')** = optillen v.d. bodem door water wat beest en uitzet
- **'Gel:fluxion'** = ontdooid sediment wat door zwaartekracht met 20 in 10 cm/j naar beneden komt
- **Gebouwenissen die 'mass-waisting' veroorzaken:**
 - schokken in de aardkorst, veroorzaakt door aardbevingen
 - aanpassingen van een helling door menselijke activiteit (weg aanleggen bv)
 - ondergraven van een laag door een aquifer of een storm aan de zee-kust
 - uitzonderlijke hoeveelheid neerslag die de grond verzadigen en verzwakken
 - vulkanische erupties in besneeuwde gebieden → plots grote hoeveelheden water
- **Gebouwenissen die onder water voor veel 'falende' hellingen zorgen:**
 - hoge (interne) waterdruk door snelle sedimentafzetting
 - toenemende poriedruk door het ontstaan van methaan afkomstig → organisch materiaal
 - lokaal over elkaar hangende hellingen veroorzaakt door hoge sediment afzettingen
 - verticale verschuivingen in de zeebodem
 - schokken veroorzaakt door aardbevingen
- **Om mogelijk gevaar van landverschuivingen in te dammen, kan men:**
 - verzadigde gebieden draineren
 - te steile hellingen afvalden naar hun natuurlijke hoek of zelfs minder
 - dammen in het gebied als buffer laten werken

14] 'Long profile' = lijn langs opp. van een stroom van bron tot monding, waarbij de gradiënt afneemt verder stroomafwaarts

'Runoff' = neerslag dat niet meteen verdamp't of in de grond trekt

↳ 'overland flow': dunne, kleine stroompjes water

↳ 'stream flow': grote stromen water in duidelijke beken stromend

'Tributary' (= zijrivier) = debiet neemt toe door meer zijrivieren die zich bij de rivier voegen (ook grondwater)

'Base level' = een lijn (limiet) waar voorbij een rivier niet meer het landschap kan eroderen → meestal zeeniveau

Meanderende rivieren komen het meest voor in gebieden met fijn korrelig sediment en vlakke hellingen.

'Braided stream' (NL: geulochten) = de rivier ^{voert} ~~is~~ sediment makkelijk mee, want anders ontstaat al gauw een ophoping aan de zijkanen. Hier ontstaat echter een 'bank' in het midden, waardoor de rivier uiteindelijk langs beide kanten v.d. bank e.l.a.n.g.s gaat.

Erosie door water kan op 2 manieren: - de impact van regen druppels bij hevige regenval → - waterstroom over land ('sheet erosion')

Inhoud van een stroompje): - 'bed load' = kleine groffe deeltjes die langs de bedding mee gaan.
- 'suspended load' = kleine opgeloste deeltjes in het water (alluivium)
- 'dissolved load' = een product van chemische verweering

'Saltation' = beweging tussen "oplossing" en "rollen/glijden" van een deeltje in water

'Placer' = mechanische afzet van zware mineralen op bepaalde plekken (geconcentreerd)

- Ondanks dat de snelheid van een stroom toeneemt naarmate deze haar monding nadert, zijn er geen grote groffe deeltjes meer aanwezig, maar alleen maar zand en slib, omdat de deeltjes constant tegen de bedding maar ook onderling botsen.
- Sediment afgifte ('ijeld') = hoeveelheid sediment per gebied wat erodeerd en wordt afgevoerd door stromen water
 - ↳ factoren: geologische ligging, klimaat, topografie, rots-type en structuur, reliëf en helling.
- Een drainage-netwerk beweegt/bereidt zich uit naar boven (upslope) naarmate meer tijd verstrekt.

vochtige bodemlaag aan de opp.

water tabel

onverzadigde zone, poriën zijn gevuld met lucht

verzadigde zone met water

15. Grondwater in de grond:

↳ bevindt zich meestal -750m ↔ 0m

- In het algemeen: toenemende diameter poriën = toenemende permeabiliteit
- 'Aquiclude' = waterdichte laag in de grond (bv klei) ^{of leisteen} waarvoor grondwater moeilijk permeëert
- 'Spring' (natuurlijke bron) ⇒ komen voort uit lavastromen, kalksteen of gnevel
- 'Well' (kunstmatige put) ⇒ creëert depressie in de vorm van een kegel in de watertabel
- Artesische aquifer = water laag waarin de druk zo hoog is dat indien men een put slaat het water er vanzelf uit komt.
- Rioiering is de meest vervuulende factor voor grondwater, daarnaast spelen ook een rol: indringen van zeeewater, toxisch afval, agrarische giften, opslag radio-actief afval

16. Gletsjer = permanent gschicam, bestaande uit merendeel gekristalliseerd sneeuw dat een uitwaartse of afwaartse beweging toont (iun zwaartekracht)

↓ grootte en vorm classificatie

- Cirque = kom-vormig stuk op een berghelling (kleinste soort gletsjer)
- Fjord = vallei met monding aan zee (compleet gevuld met ijs = fjord gletsjer)
- Pied-mont gletsjer = ijs wat zich op vlak terrein spreidt
- Ijskap = dekt een heel (bergachtig) gebied en heeft een radiale uitstroom
- Ijs deken (EN: ice sheet) = dekt een heel continent (grootste type gletsjer)
- Ijsplaat (EN: ice shelf) = dik, vlak, drijvend stuk ijs richting zee

↓ temperatuur classificatie

- Gematigde gletsjer = ijs op een bepaald druk-smelt-punt (regio laag/midden lat. stude)
- Pool-gletsjer = ijs blijft onder druk-smelt-punt (regio hoge latitude en hoogte)

• Equilibrium-lijn = scheidelingslijn tussen accumulatie-engebied en afname-gebied van een gletsjer
↳ EN: ablation

• 'Calving' (w.: afkalven) van ijs = progressief afbreken van ijs aan de voorkant (terminus) van een gletsjer.

• Soms kan een gletsjer in zeer korte tijd in grootte en vorm veranderen ('surge')
Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat de gletsjer aan de onderekant op water gaat drijven en zo weinig weerstand meer ondervind

• 'Glaciation' (w.: vergletsjering) = aanpassingen van het landschap door gletsjers

• 'Drumlin' = gestroomte heuvel // aan de richting v.d. gletsjer bestaande uit sediment afkomstig uit gletsjers

• 'Glacial drift' (w.: gletsjer opeenhoping) = sediment geproduceerd door een gletsjer

• 'Dropstones' = impact van een gesteente op de bodem van een meer/zee die de topkag van structuur deformeerd

• Door ijs geplaatste sedimenten:

- 'till' = ongesorteerde afzetting direct uit het ijs
- 'erratic' = afgezet gesteente met een andere lithologie dan waar het nu op ligt
- 'glacialmarine drift' = afkomstig uit ijsplaten of ijsbergen; sediment dat wordt afgezet op de zeebodem
- 'moraine' = accumulatie van till in een vorm niet gelateerd aan de ondergrond

• Door smeltwater gelaagde 'drift':

- 'outwash' = gelaagd sediment afgezet door een (vaak gevlochten) stroom smeltwater
- 'ijscontact-gelaagde drift' = bij een stagnerende gletsjer stroomt het smeltwater er over en wordt sediment gelaagd afgezet

• Periglaciale zones = landschap wordt bepaald door lage temperaturen en vorst en is voor 25% aanwezig op het landoppervlak v.d. aarde

↳ bijkomstigheid: permafrost → bodem blijft continu bevroren tot wel 1500 m diepte

• Een zuurstof-ischap-grafiek, opgesteld uit sediment v.d. zeebodem, geeft een aaneengesloten beeld van de veranderende hoeveelheid ijs op aarde

• De 'Little Ice Age' = interval met een relatief koel klimaat, van ± 1250 tot ± 1850 , maakte het mogelijk voor gletsjers overal op aarde te groeien

• De verdeling van zonnestraling dat het aardoppervlak bereikt, bepaalt de timing van een 'ijstijd' - 'tussen een ijstijd' cyclus. (Eus: 'glacial' - 'interglacial')

• Fluctuaties in het klimaat worden mogelijk veroorzaakt door:

- wisselende energie-emissie van de zon } op de schaal van een kleine ijstijd.
- grote explosieve vulkaanuitbarstingen }

• Veranderingen in de circulatie van oceaanstroomingen kunnen grote klimaatveranderingen als gevolg hebben → zoutgehalte speelt een belangrijke rol.