

Verslag van de vergadering van 12/03/2022

Antropisch principe

Roel Kwanten

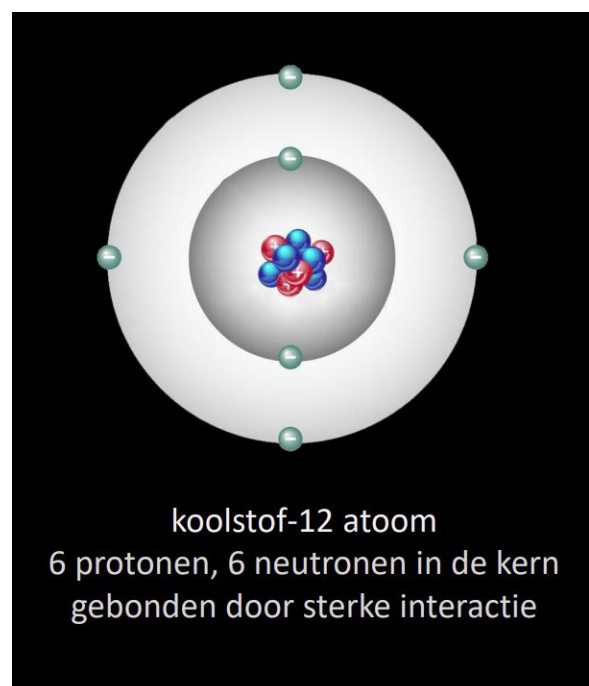
Een ster is een gigantische vuurbol waarbij per seconde triljoenen atomen waterstof worden omgezet in helium. Tijdens dit kernfusieproces komt energie vrij die in het heelal wordt uitgestraald. Bij deze thermonucleaire reactie zijn de vier fundamentele krachten betrokken:

- De *gravitatiekracht* zorgt voor hoge druk en temperatuur die de deeltjes in staat stelt de Coulomb-afstoting te overwinnen.
- De *elektromagnetische kracht* is verantwoordelijk voor de afstoting tussen de positief geladen deeltjes.
- De *sterke interactie* bindt de nucleonen (protonen en neutronen) in de kern van het atoom zodra die elkaar dicht genoeg genaderd zijn.
- De *zwakke interactie* is verantwoordelijk voor de omzetting van een proton in een neutron met positron in de eerste kernfusie reactie waarbij waterstof wordt omgezet naar deuterium.

Op het einde van het leven van een ster is alle waterstof opgebruikt. Je zou dan denken dat het fusieproces stopt, maar de elementenfabriek is dan nog maar net begonnen. Vooral in de laatste fase van een ster worden zwaardere elementen gevormd zoals koolstof, stikstof en zuurstof. Uiteindelijk stopt het bij ijzer, omdat dit atoom zo stabiel is dat dit niet meer verder kan reageren.

Uiteindelijk overwint de zwaartekracht op de inwendige druk, waardoor de ster implodeert en dan met een gigantische knal explodeert. Tijdens deze explosie worden nog zwaardere elementen gevormd, zoals goud en zilver.

Indien de sterke interactie slechts één procent meer kracht zou uitoefenen dan in werkelijkheid het geval is, zouden de nucleaire eigenschappen van koolstof zodanig veranderen dat de synthese ervan in de sterren zeer traag zou



verlopen. Daardoor zouden de koolstof atomen sneller dan ze gevormd worden, omgezet worden in zuurstof door verdere fusie met helium. Het heelal zou dan vrijwel geen koolstofatomen bevatten.

Indien de sterke interactie met twee procent zou toenemen, dan was de vorming van protonen uit de quarks onmiddellijk na de oerknal geblokkeerd. Er dan zouden dan geen waterstofatomen bestaan en dus ook geen zwaardere atomen.

Indien de sterke interactie zou afnemen met vijs procent dan de werkelijkheid, kon deuterium niet bestaan. De bindingsenergie zou dan onvoldoende zijn om het proton en neutron bij elkaar te houden. De chemische evolutie van het heelal zou dan gestopt zijn bij waterstof.

Hieruit concluderen we dat de natuurconstanten precies die waarde hebben die ze nu hebben om koolstofatomen te kunnen produceren en dus organisch leven. Door Brandon Carter wordt dit in 1974 als volgt geformuleerd:

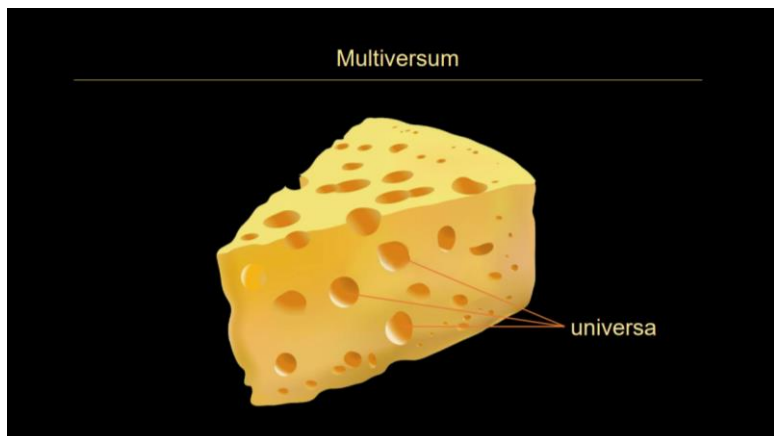


- Zwak antropisch principe: Wat we kunnen verwachten waar te nemen wordt beperkt door de voorwaarden die noodzakelijk zijn voor onze aanwezigheid als waarnemers. Met andere woorden het heelal moet zo zijn, anders zou leven niet kunnen ontstaan en zouden we het bijgevolg ook niet kunnen waarnemen.
- Sterk antropisch principe: Het heelal moet de eigenschappen bezitten die het mogelijk maken dat leven zich in een bepaalde fase van zijn geschiedenis ontwikkelt. Het universum is voorbestemd om leven voort te brengen. Er bestaat een kosmische doelgerichtheid. Op zich wel een wonderlijke uitspraak.

Of zou het zo zijn dat ons universum één exemplaar is binnen een multiversum waarbij de natuurconstanten alle mogelijke waarden kunnen hebben?

Pure speculatie of wetenschappelijke kennis?

Het antwoord blijft vooralsnog in het ongewisse.



De E-ELT: European Extreme large telescope

Momenteel volop in aanbouw op een bergtop van 3000m hoogte in het Andes gebergte van Chili.

Als alles volgens plan verloopt zou de grootste telescoop, ooit gebouwd, in 2027 in gebruik genomen worden.

Het wordt een ongelooflijk grote constructie, de spiegel diameter zal 39m zijn en deze is opgebouwd uit bijna 800 hexagonale spiegels van elk 1 meter diameter. Elk van deze losse spiegels wordt van onderuit ondersteund met een regelbaar systeem dat elke spiegel apart aanstuurt om de totale spiegel in juiste vorm te houden. Duizenden sensoren zijn alleen al nodig om de hoofdspiegel aan te sturen tijdens een waarneemsessie.

Een zeer belangrijk onderdeel is het active optics system. Hiermee wordt aan de hand van in de ionosfeer opgewekte kunstmatige sterren (door diverse laserbundels) de atmosferische turbulentie gecorrigeerd. Uiteindelijke resolutie van 0.001 boogseconde is mogelijk.

De koepel bereikt een hoogte van 80m en heeft een diameter van 85m. De fundatie van het gebouw dient zeer degelijk uitgevoerd te worden, dit omdat de telescoop in een zeer actieve aardbevingszone gebouwd is.

Via diverse andere spiegelsystemen komt het signaal uit het heelal uiteindelijk uit in een vast gepositioneerd brandpunt. Rondom dit brandpunt worden de diverse instrumenten gepositioneerd om het licht te analyseren. Naast een hoge resolutie camera systeem is er straks vooral werk voor een aantal zeer geavanceerde spectrografen. Al deze analyse apparatuur wordt op een groot platform gepositioneerd rondom het brandpunt.

Uiteraard biedt de telescoop straks een oneindig uitgebreid scala aan mogelijkheden.

Enkele onderwerpen die zeer zeker hoog op de prioriteitenlijst zullen komen zijn: Onderzoek aan exoplaneten. Waarbij men vooral hoopt op spectroscopische waarnemingen van potentieel levensvatbare planeten.

Onderzoek aan zwarte gaten in de kernen van melkwegstelsels. Het volgen van door de zwarte gaten aangetrokken materie.

Veel onderzoek zal gaan plaatsvinden aan onderwerpen die te maken hebben met het diepe heelal, maar daarnaast zal ook ons eigen zonnestelsel zeker aan bod komen. Hierbij moet je dan denken aan het bestuderen van manen van de gasreuzen. Het detecteren van geiseruitbarstingen op manen als Europa en Enceladus, en het registreren van spectra hiervan (met wie weet aanwijzingen voor primitieve levensvormen?). Ook de Kuipergordel objecten kunnen met de telescoop beter onderzocht worden.

Het bereik binnen het electromagnetische spectrum is zodanig dat ook een zekere overlap bestaat met de James Webb ruimtetelescoop. Als deze laatste

nog in gebruik is wanneer de E-ELT in gebruik wordt genomen kunnen ze elkaar aanvullen, hetgeen voor de astronomen ongekende mogelijkheden zal scheppen.

We zijn zeer benieuwd naar de eerste beelden en wat ons aan ongetwijfeld spectaculaire resultaten te wachten staat!

Op de website van de ELT ESO kun je een schat aan informatie vinden:

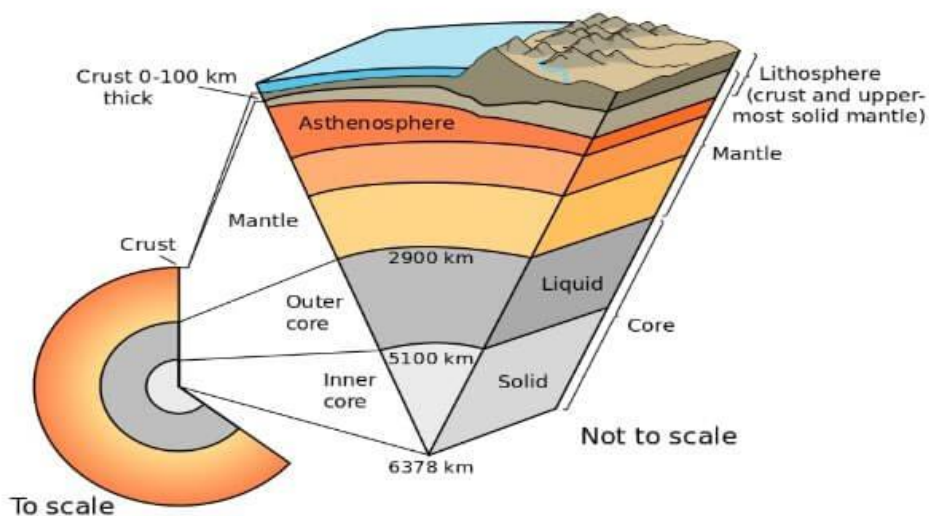
<https://elt.eso.org/>



Hans Goertz

Platentektoniek en supercontinenten

Vooreerst een kort overzicht van de inwendige structuur van de aarde.



1 Korst: Continentale: vooral graniet, ca. 40 km dik en onder de bergen tot 100 km.

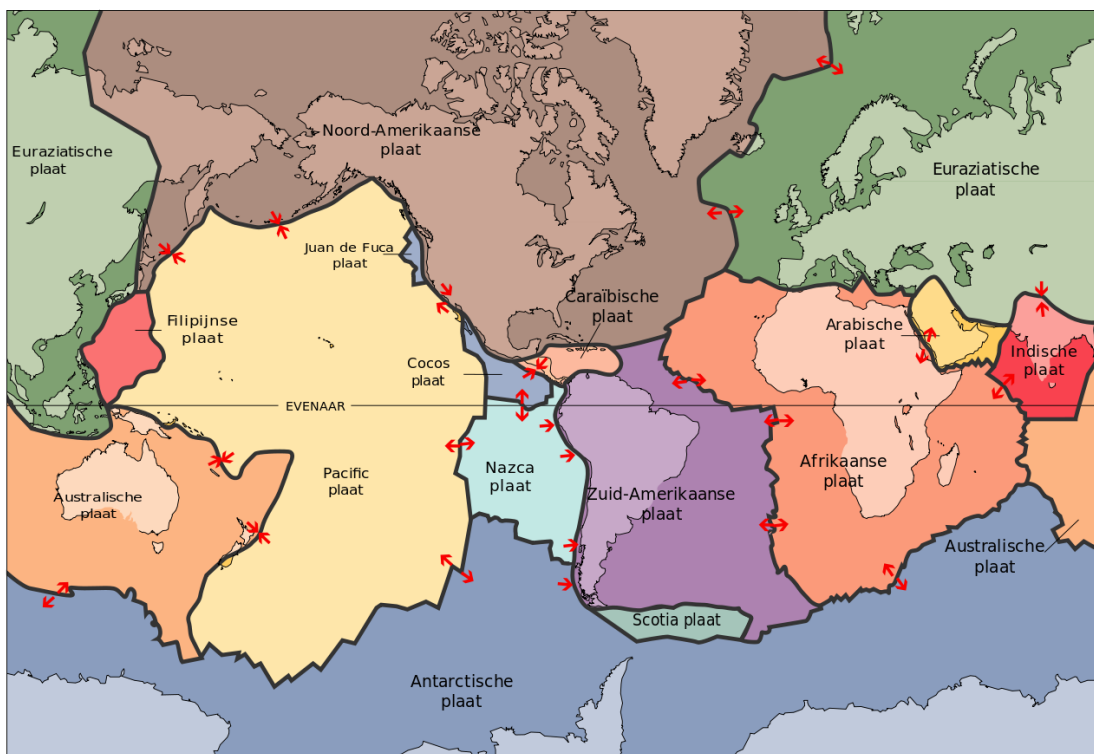
Oceanische: vooral basalt en ze is meestal minder dan 10 km dik maar bezit een grotere dichtheid.

2 Mantel: Een 3000km dik – vooral Fe, Mg en Si – tussen 100 en 200 km ligt de asthenosfeer die deels gesmolten is en waarop de continenten “drijven”.

3 Kern: Buitenkern: (draait westwaarts), ca 85% Fe en Ni – vloeibaar met een diameter van 2250 km en de bron van het geomagnisme.

Binnenkern: (draait oostwaarts), temp. Een 5400 °C met een diameter van 1250 km – Fe en Ni – draait iets sneller rond dan de rest (2/3 sec per dag).

Een tektonische plaat is een stuk van de aardkorst. Er zijn 9 grote platen en verschillende kleinere.



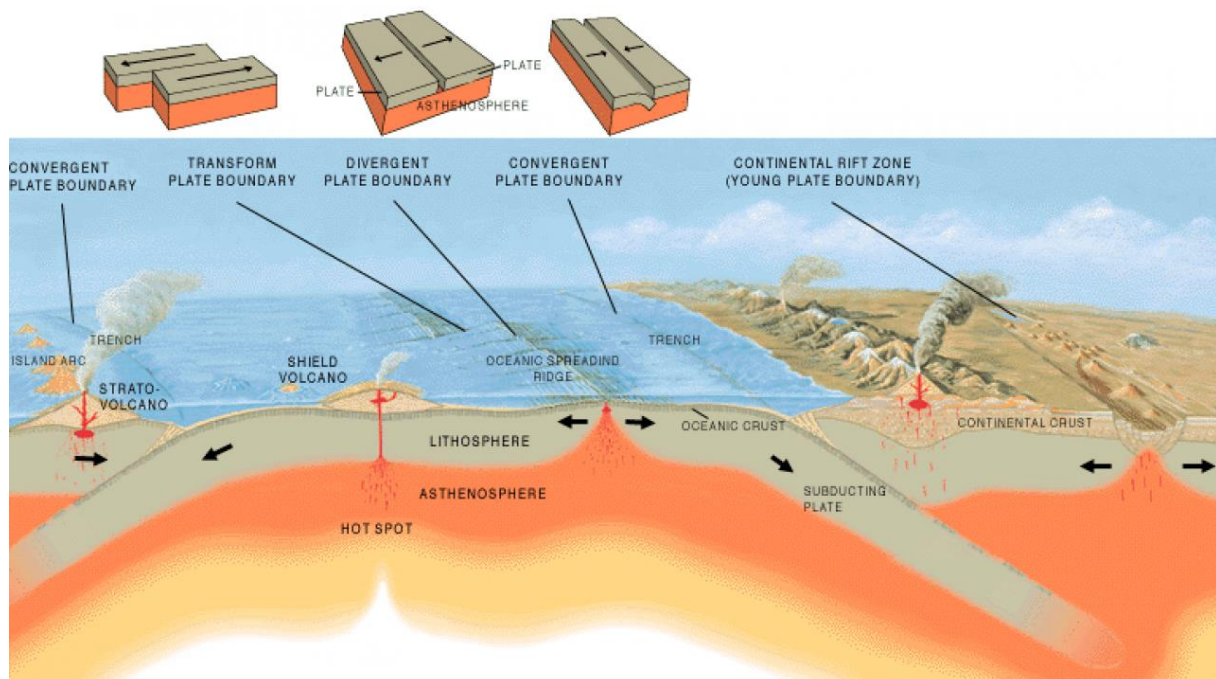
De eerste ideeën kwamen van R. Mantovani (1854) en F.B. Taylor (1860-1938).

Maar paleontologische en paleoklimatologische aanwijzingen kwamen

van A. Wegener (1880-1930). Zo kwamen aardlagen in Zuid-Amerika goed overeen met lagen in Afrika.



In 1927 stelde A. Holmes (1890-1965) dat continenten konden verschuiven door convectiestromingen in de aardmantel.



Drie mogelijkheden (van links naar rechts in bovenstaande figuur):

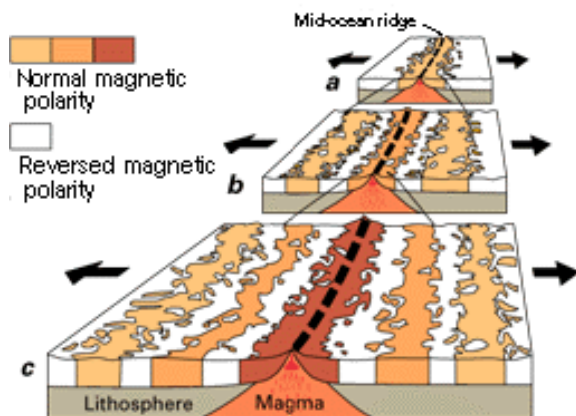
Longitudinaal (bv. de San Andeasbreuk in California)

Divergerend (bv. De Mid-Atlantische rug)

Convergerend (een trog) waarbij de ene plaat onder de andere duikt met gebergtevorming en vulkanisme als gevolg (bv. het Andesgebergte).

Basalt (oceanische korst) bevat tamelijk veel magnetiet. Wanneer lava stolt blijft de oriëntatie van de magneetjes (Fe-verbindingen) in basalt behouden.

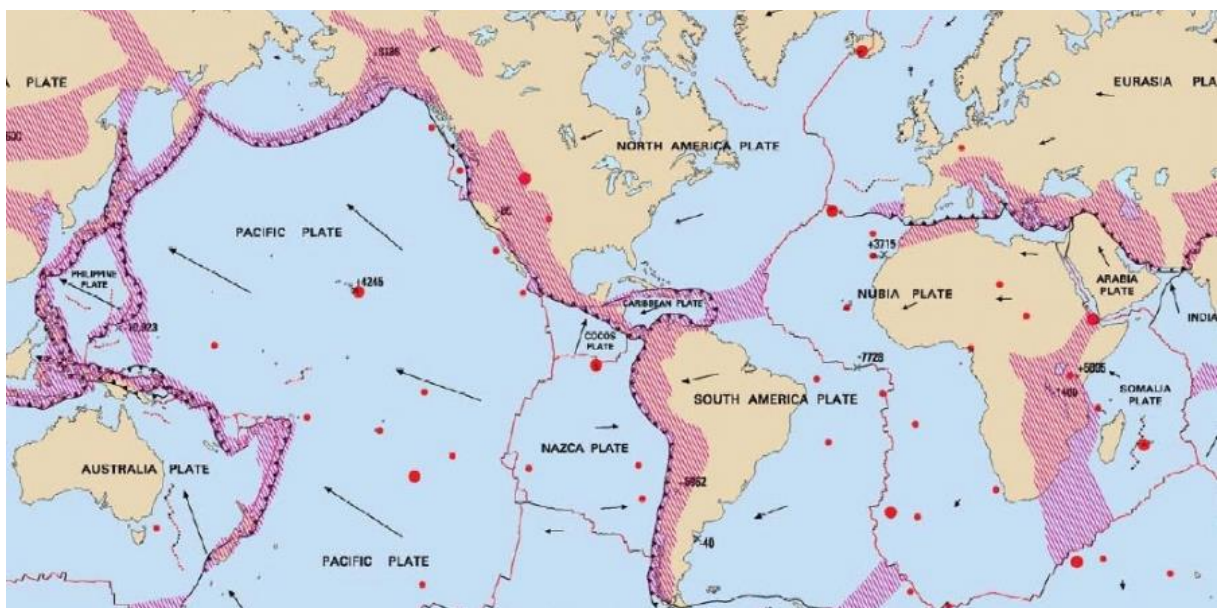
En toen realiseerde men zich dat het patroon van de banden aan weerszijden van de midoceanische rug met afwisselende magnetische oriëntatie identiek was, een bewijs voor de uiteendrijving van twee platen.



Hoe meet men de verschuiving van de continenten?

Afgezien van GPS en satellieten kan men via de huidige afstand tussen de continenten en de ouderdom van de banden in de oceaانبodem de snelheid berekenen en kent men ook de richting.

Voorbeeld: men bepaalt de ouderdom van boorkernen via radiometrie en tevens hun exacte positie. De tijdsverschillen en de afstand tussen de boorkernen geeft ons de snelheid. Bv. de Australische plaat ---> 2,5 cm/jaar.



Supercontinenten

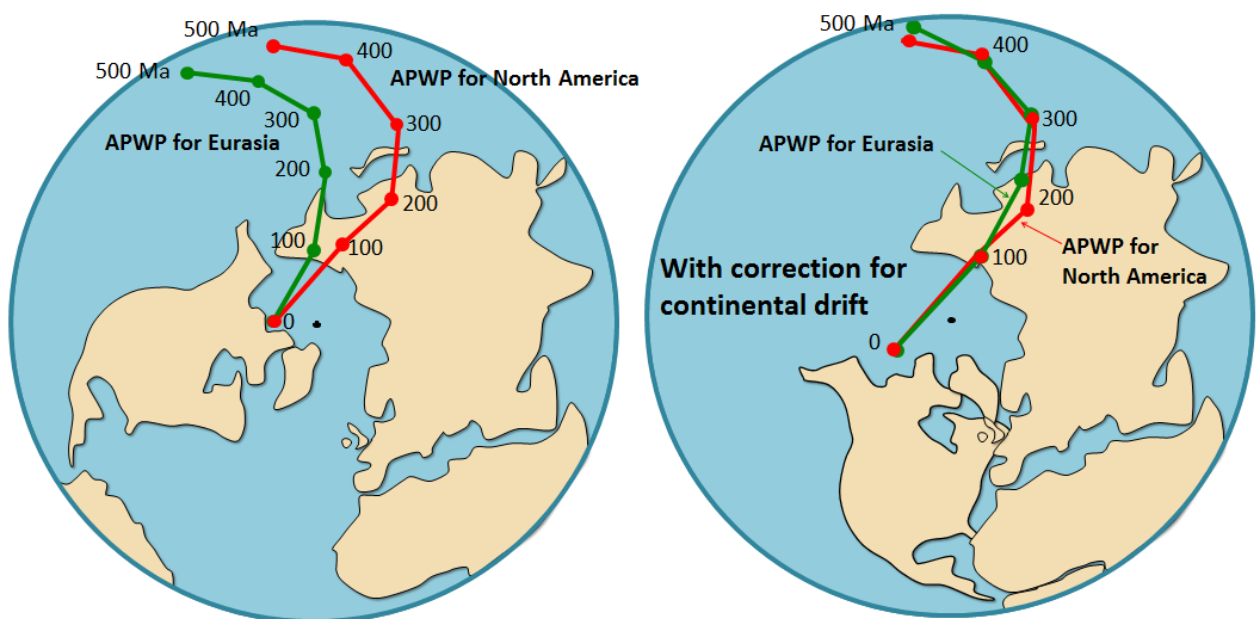
Algemeen wordt aangenomen dat een supercontinent zowat 75% van de continentale korst moet bevatten.

Om de verplaatsingen van landmassa's te bepalen, gebruiken geologen de magnetische mineralen in verschillende rotstypes zoals bv. magnetiet.

Die behouden intensiteit en richting van het magnetisch veld dat er was ten tijde van hun vorming (paleomagnetisme).

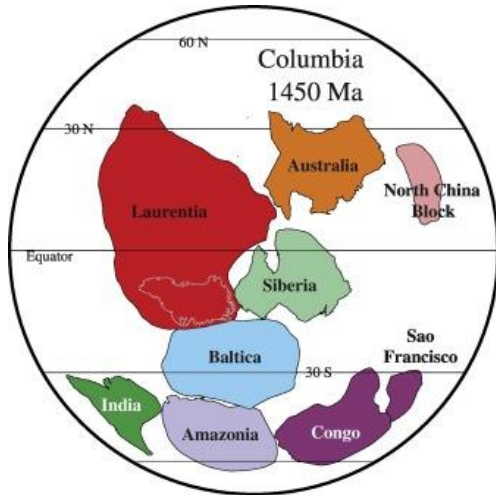
Tenzij het materiaal terug opgewarmd wordt, voor ferromagneten vanaf 770°C, de curietemperatuur.

Posities en trajecties, bepaald via ouderdom en paleomagnetisme, leveren de ogenschijnlijke verplaatsing van de polen voor verschillende plaatsen en dezelfde periode (zie onderstaande figuur: het zwarte stipje is de geografische pool).



Wat blijkt nu? Hou je geen rekening met continentendrift (linkse figuur) dan merk je dat in dit specifieke geval de resultaten niet overeenkomen. Zo, n 200 miljoen jaar geleden zou de magnetische pool voor N-Amerika (rood) in China liggen en die voor Eurazië (groen) in de Grote Oceaan! Dit is onzin.

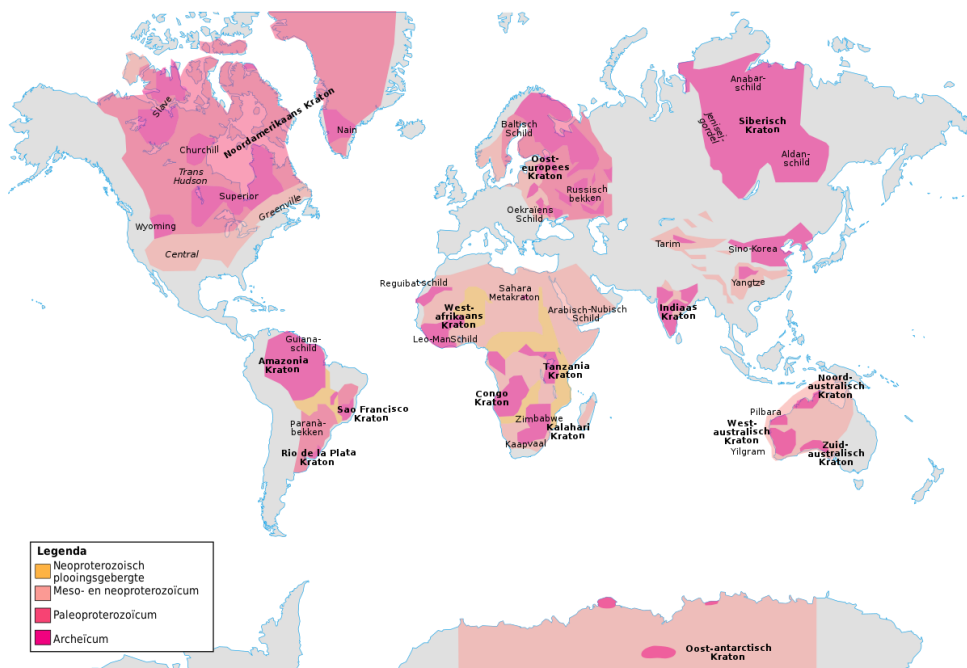
Hou je rekening met continentendrift (rechtse figuur), dan is er overeenkomst in de positie van de magnetische polen op die tijd en dit voor meerdere continenten.



Columbia (Nuna)

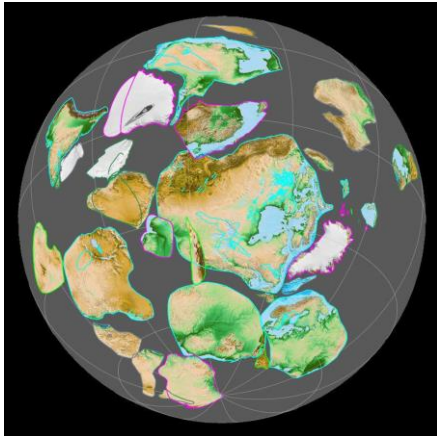
In 2002 postuleerden Rogers en Santosh het bestaan van het supercontinent Columbia. Het bestond in de paleoproterozoïsche era (2,5 – 1,5 miljard geleden). Het was opgebouwd uit proto-kratons die de kern vormden van continenten zoals Laurentia, Baltica, Australia... Over ligging en samenstelling ervan zijn er verschillende opvattingen.

Intermezzo: Kraton



Een kraton is een oud, stabiel gedeelte van de continentale lithosfeer. Komen ze aan het oppervlakte dan worden ze schilden genoemd.

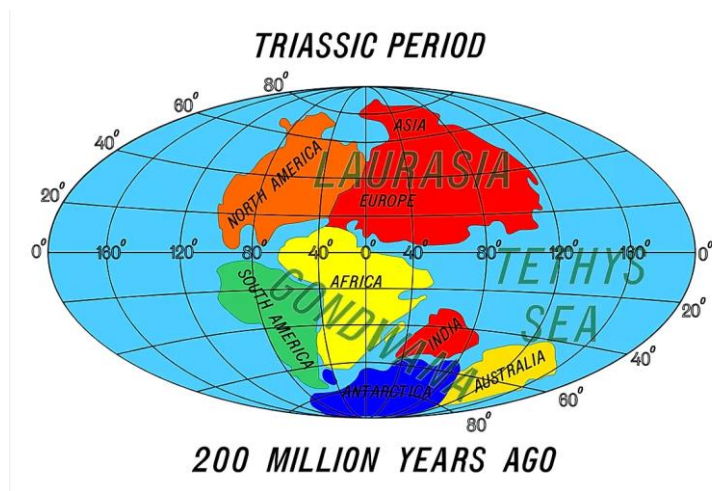
Ze stammen uit het precambrium, de periode tussen het ontstaan van de aarde en een 540 miljoen jaar geleden.



Rodinia

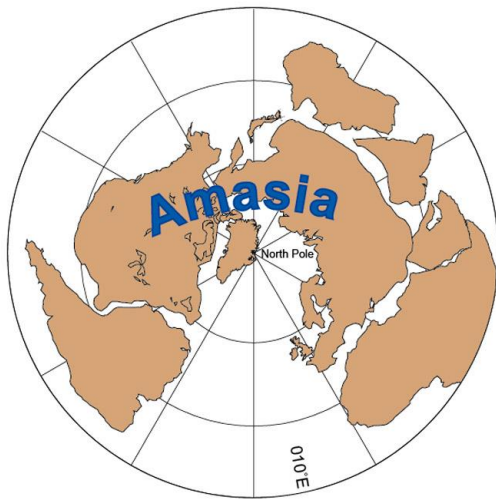
Zowat 1,7 – 1,4 miljard jaar geleden fragmenteerde Columbia. De continentale fragmenten kwamen een 1,2 – 1 miljard jaar samen en vormden het Rodinia continent.

Dat viel vervolgens een 750 – 600 miljoen jaar geleden uit elkaar.



Pangea

In het zuidelijk halfrond vormde zich een 600 – 500 miljoen jaar geleden Gondwana. Nadien – 300 tot 250 miljoen jaar geleden – versmolt Gondwana met Laurasia. Het grootste supercontinent tot heden – Pangea – was geboren.

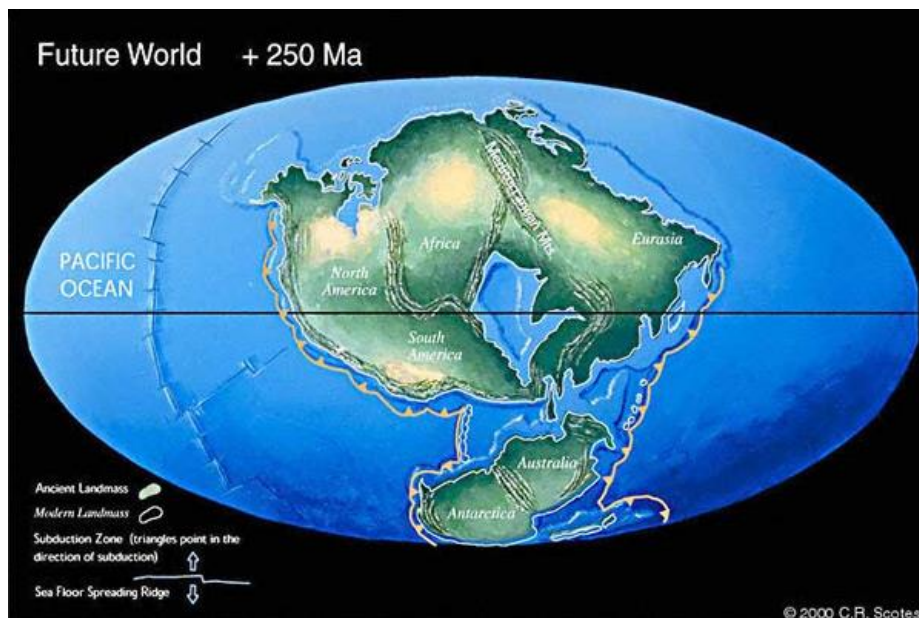


Amasia

Via analyse van de huidige landmassa's kwamen D.Evans, T.Kilian en R.N. Mitchell tot het besluit dat een nieuw supercontinent – Amasia – zich in het noordelijk halfrond zou vormen.

Azië zou botsen met Amerika, Zuid-Amerika zal zich aan de oostkant van Noord-Amerika vestigen terwijl Australië zal botsen met Zuid-Oost Azië.

Er wordt zelfs nog verder in de toekomst gedacht bv. Pangea Ultima.



Maar je kunt niet blijven extrapoleren. Er kunnen zich situaties voordoen die de uitkomst van het hele proces veranderen.

Laatste vraag: waar komen die supercontinenten achtereenvolgens terecht?

Ross Mitchell (Yale University) en collega's zijn erin geslaagd om naast de

paleobreedteligging ook de paleolengterichting te bepalen.

Hieruit blijkt dat het centrum van Rodinia een 88° was verwijderd van dat van Columbia. Het centrum van Pangea bleek dan weer een 87° van dat van Rodinia te liggen.

Iedereen is het er over eens dat deze ideeën over supercontinenten redelijk zijn, echter nog onvoldoende bewezen.

Tony