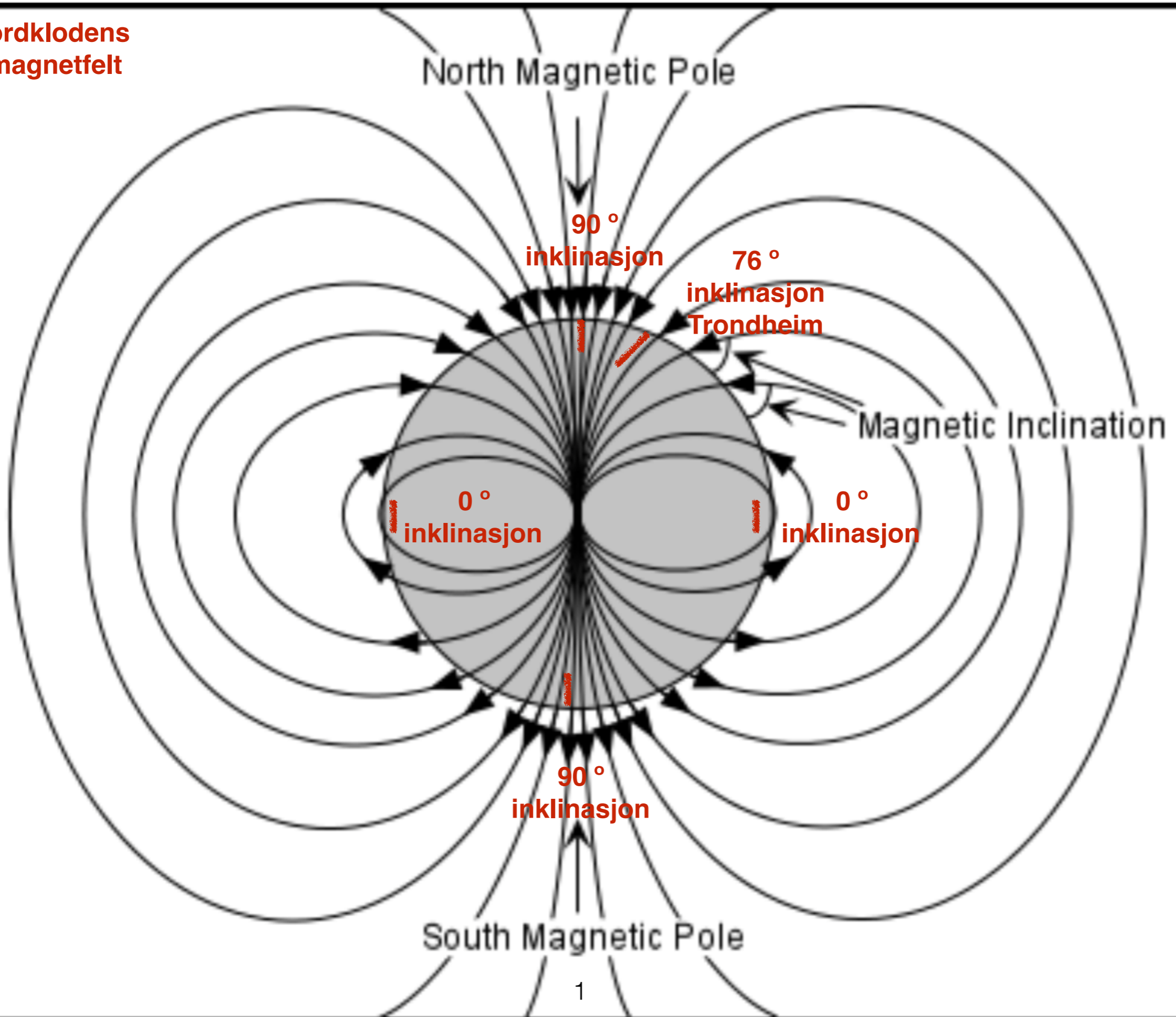
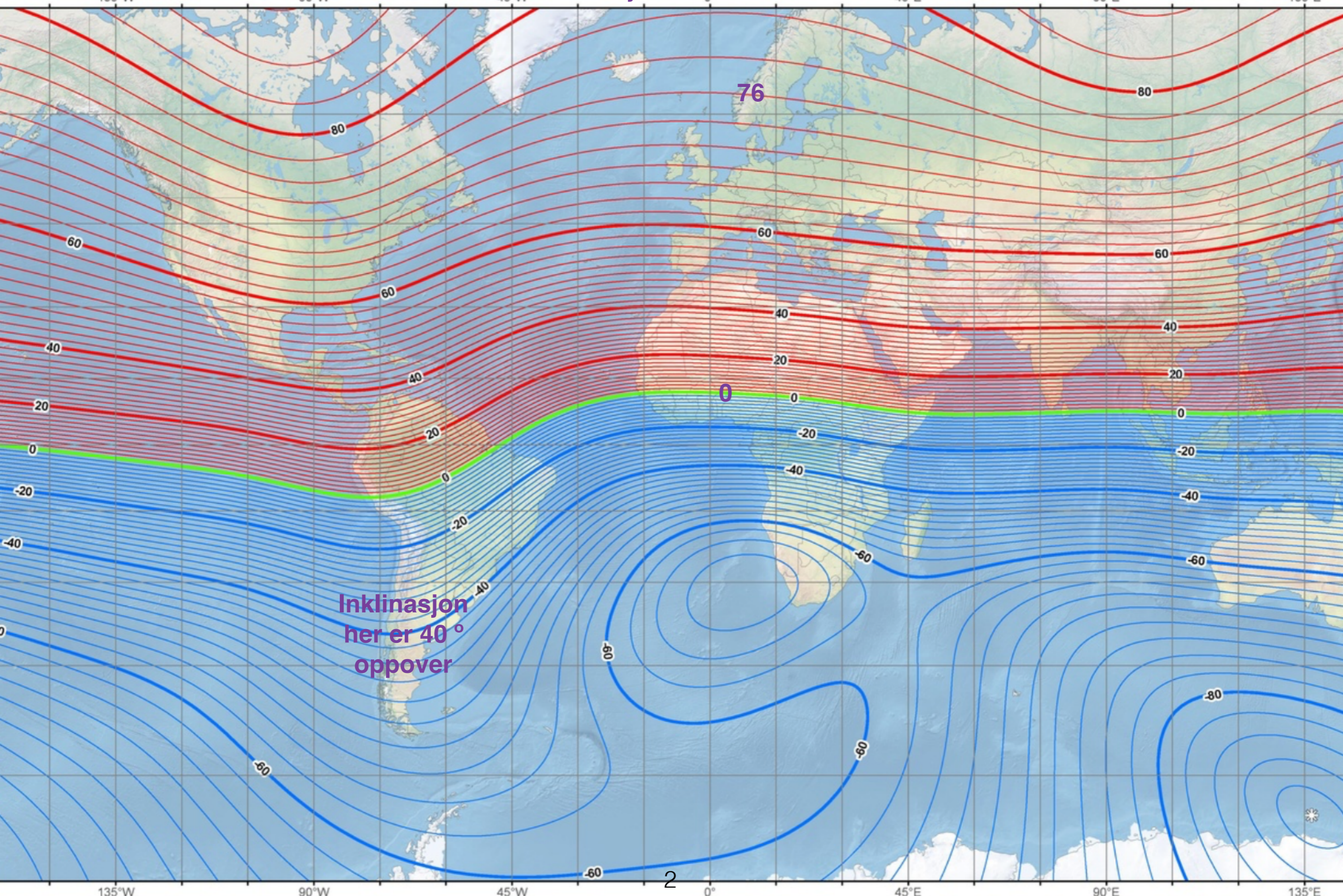


**jordklodens
magnetfelt**



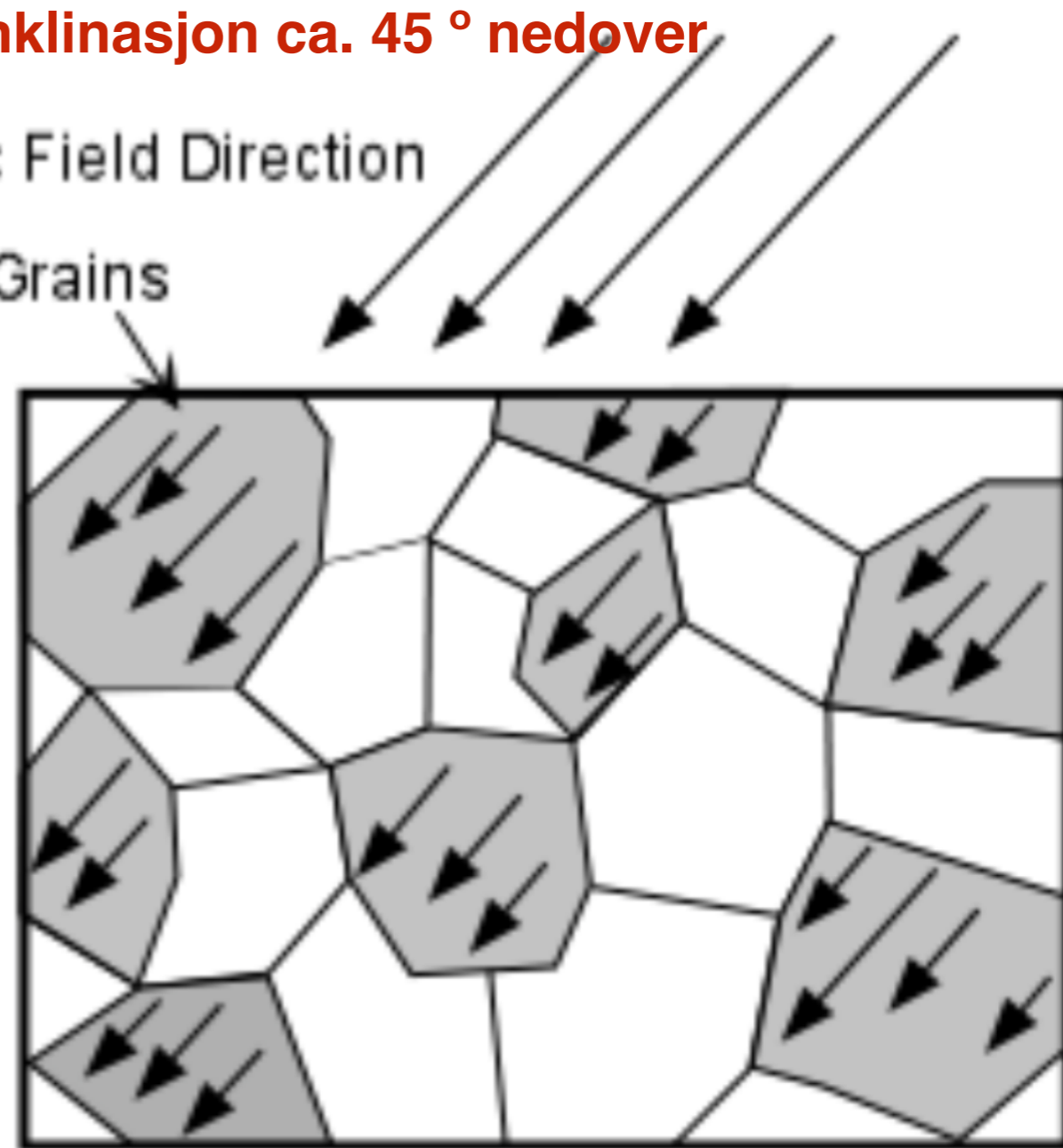
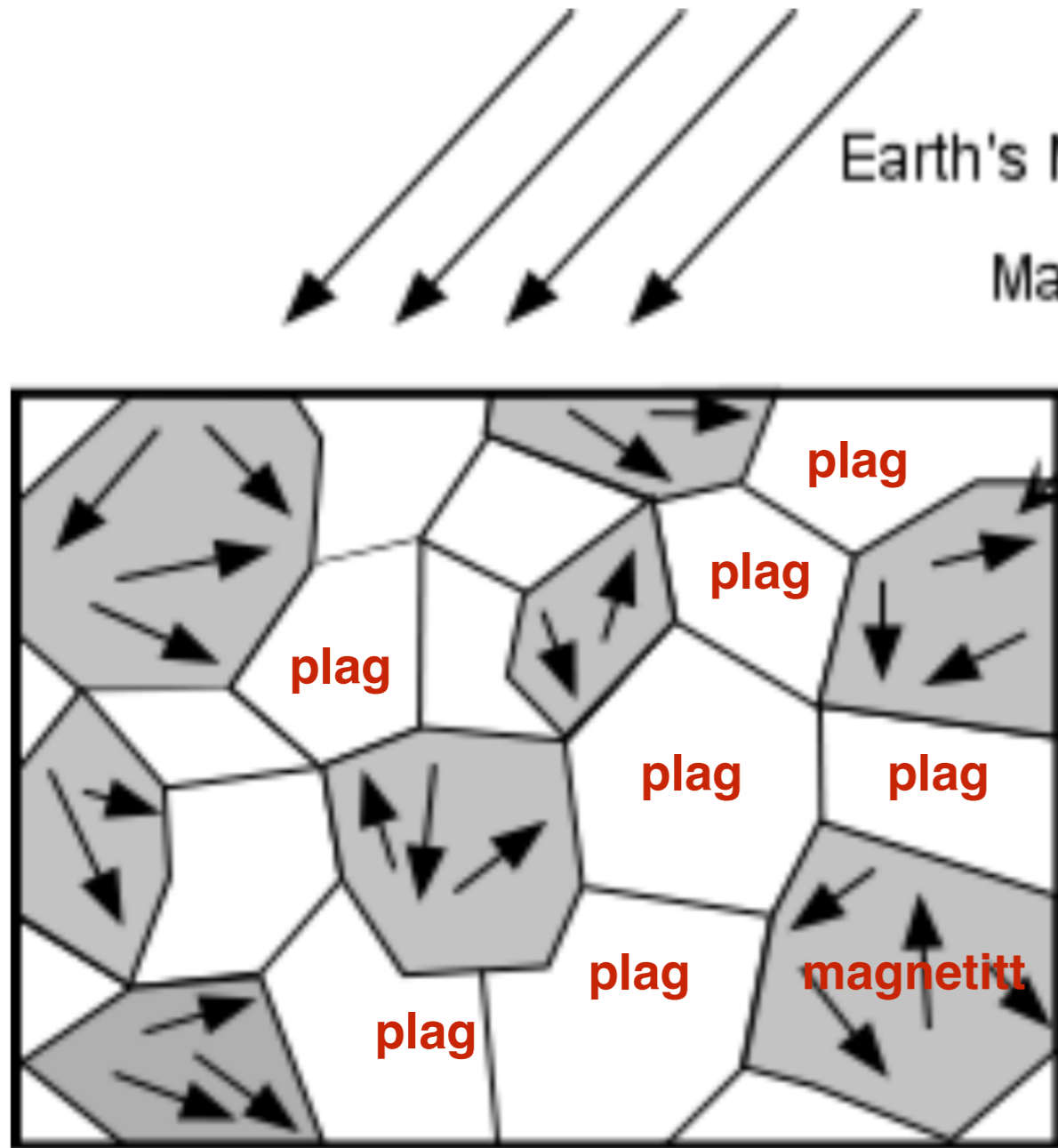
Inklinasjon Trondheim er ca. 76° nedover



Inklinasjon ca. 45 ° nedover

Earth's Magnetic Field Direction

Magnetite Grains

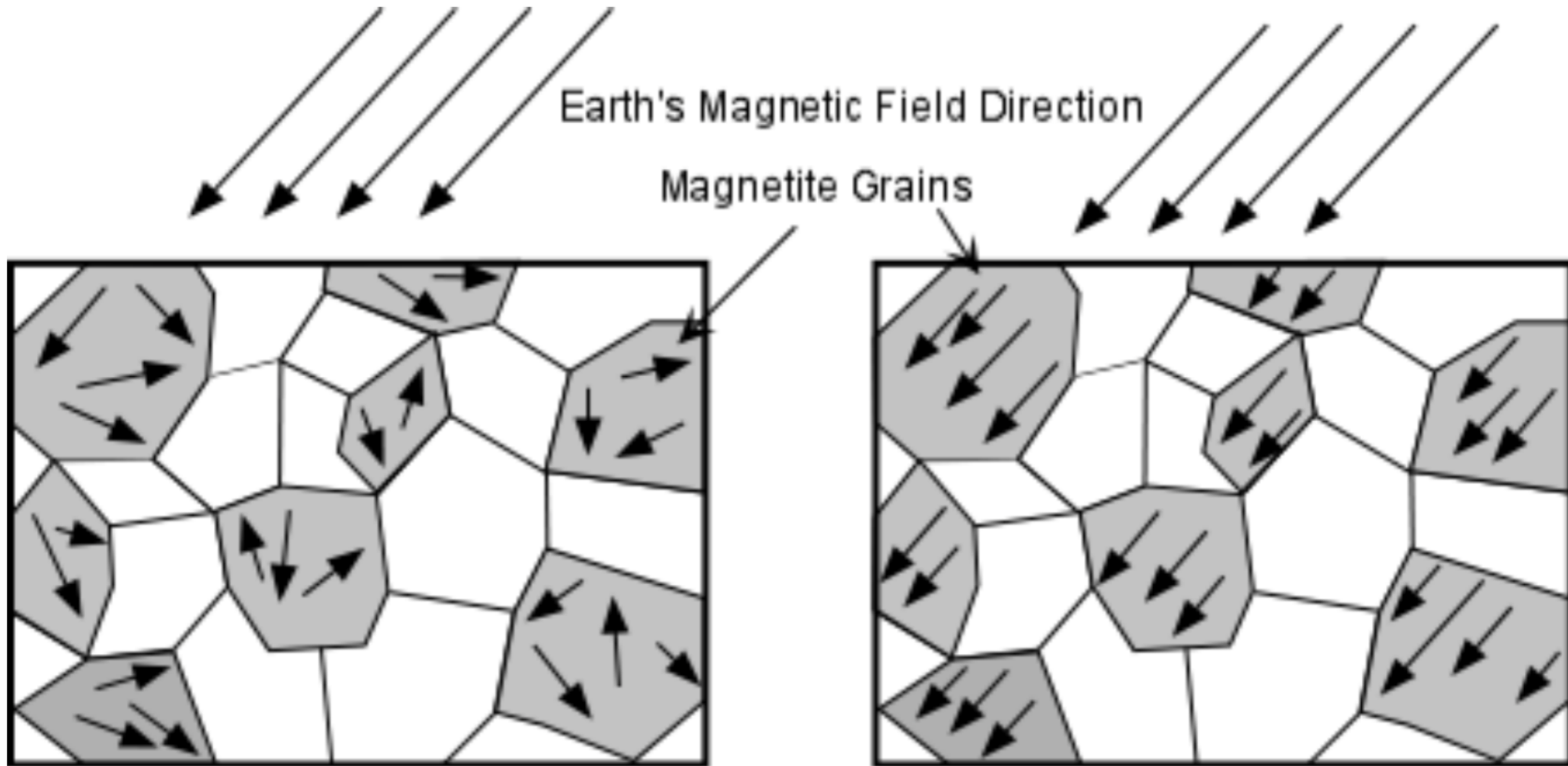


$T > 580^{\circ}\text{C}$ (Curie Temperature)

$T < 580^{\circ}\text{C}$ (Curie Temperature)

**Magnetittkorn i gabbro (også kanskje i diabas og basalt)
låser inn "remanent magnetisme" når bergarten avkjøles til 580° C**

Tegningen viser ikke olivin eller pyroksen korn i gabbro, selv om de er til stedet i gabbro.
Merk også at magnetitt ikke nevnes i Bowens reaksjonserie, selv om den er vanligvis til stedet i gabbro.



$T > 580^\circ\text{C}$ (Curie Temperature)

Det er ikke kornene som orienterer seg.

De er ferdig størknet ved 1000°C .

Små områder i hver korn har hver sin magnetisk retning.

Derfor går "pilene" i flere retninger innenfor hvert korn.

Det er egentlig tusenvis av små områder (domains) med hver sin retning innenfor et mineralkorn.

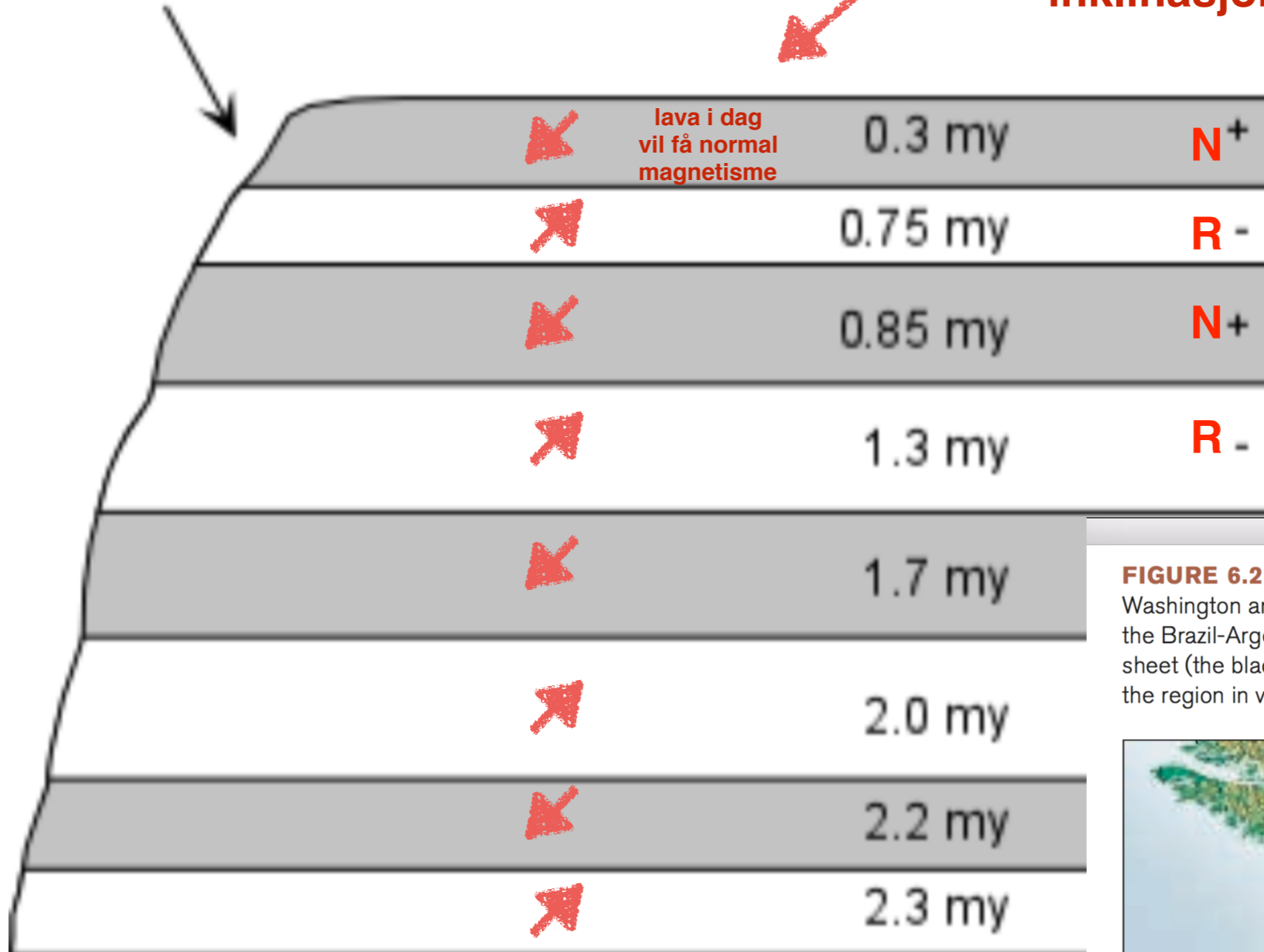
$T < 580^\circ\text{C}$ (Curie Temperature)

Magnetittkorn i gabbro, diabas, og basalt låser inn permanent ("remanent") magnetisme når bergarten avkjøles til 580°C

Pile of lava flows with dates determined by radiometric techniques

Dagens magnetfelt betraktes som “normal”

inklinasjon, normal felt

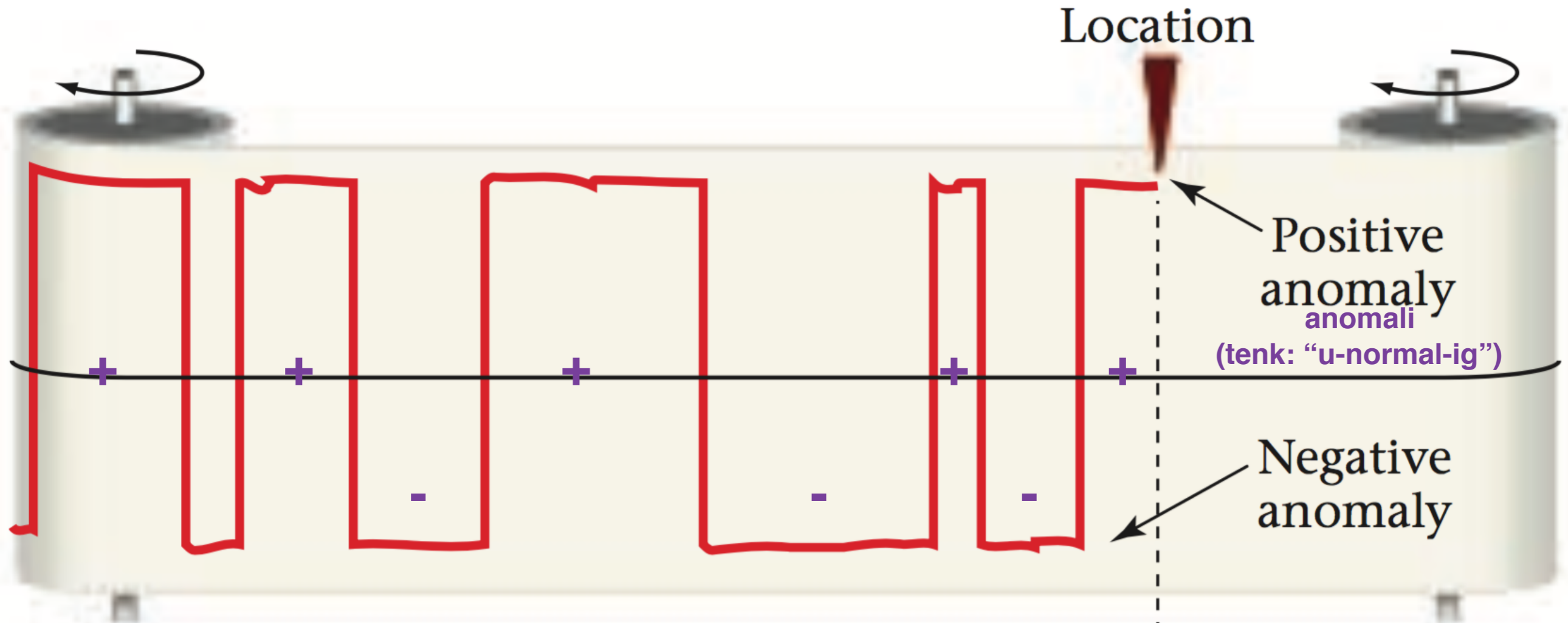


+ = normal magnetic polarity
N
- = reverse magnetic polarity
R

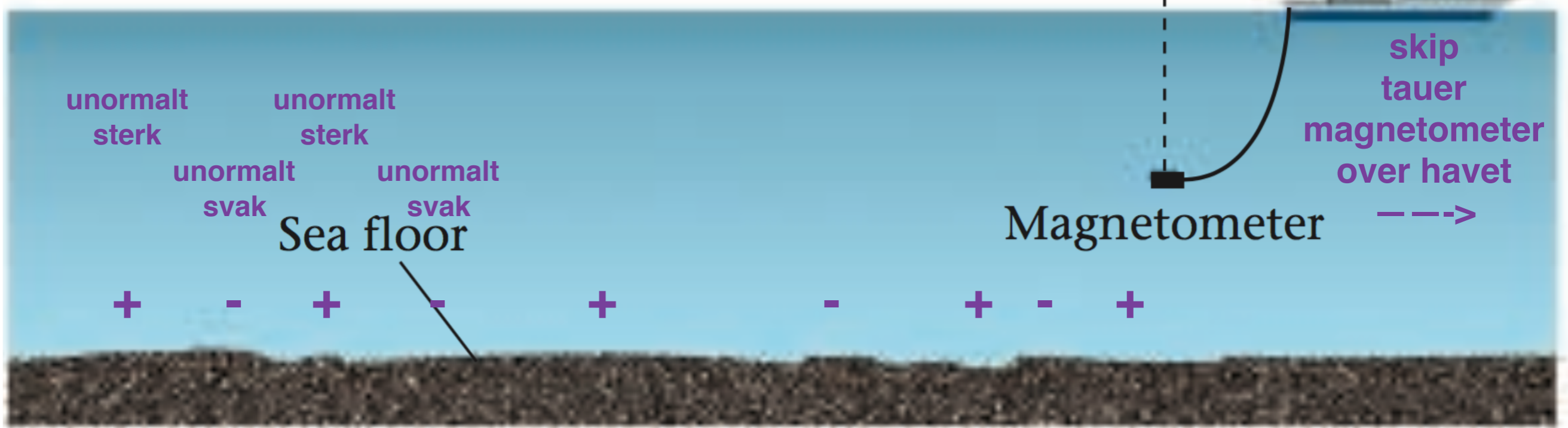
FIGURE 6.22 (a) Flood basalts underlie the Columbia River Plateau in Washington and Oregon, the dark area on this map. (b) Iguazu Falls, on the Brazil-Argentina border. The falls flow over the huge flood basalt sheet (the black rock) of the Paraná Plateau. Flood basalt underlies all of the region in view.



Lava utbrudd på forskjellige tider (my = million years) for eksempel fra “flombasalter” i nordvestlig USA—>



Havbunn viser sterke (+) og svake (-) magnetiske striper



Begrepet “anomali” brukes for flere ting i geologi.

Formel definisjon av ANOMALI:

Anomali = Observert minus Forventet

Positiv anomali (+) er MER enn forventet

Negativ anomali (-) er MINDRE enn forventet

Begrepet “anomali” brukes for flere ting i geologi.

Formel definisjon av ANOMALI:

Anomali = Observert minus Forventet

Positiv anomali (+) er mer enn forventet

Negativ anomali (-) er mindre enn forventet

Positiv anomali = sterkere magnetisme enn forventet

Negativ anomali = svakere magnetisme enn forventet

Begrepet “anomali” brukes for flere ting i geologi.

Formel definisjon av ANOMALI:

Anomali = Observert minus Forventet

Positiv anomali (+) er mer enn forventet

Negativ anomali (-) er mindre enn forventet

Positiv anomali = sterkere magnetisme enn forventet

Negativ anomali = svakere magnetisme enn forventet

bruk begrepene: “Normal” og “Revers” for magnetisk polaritet

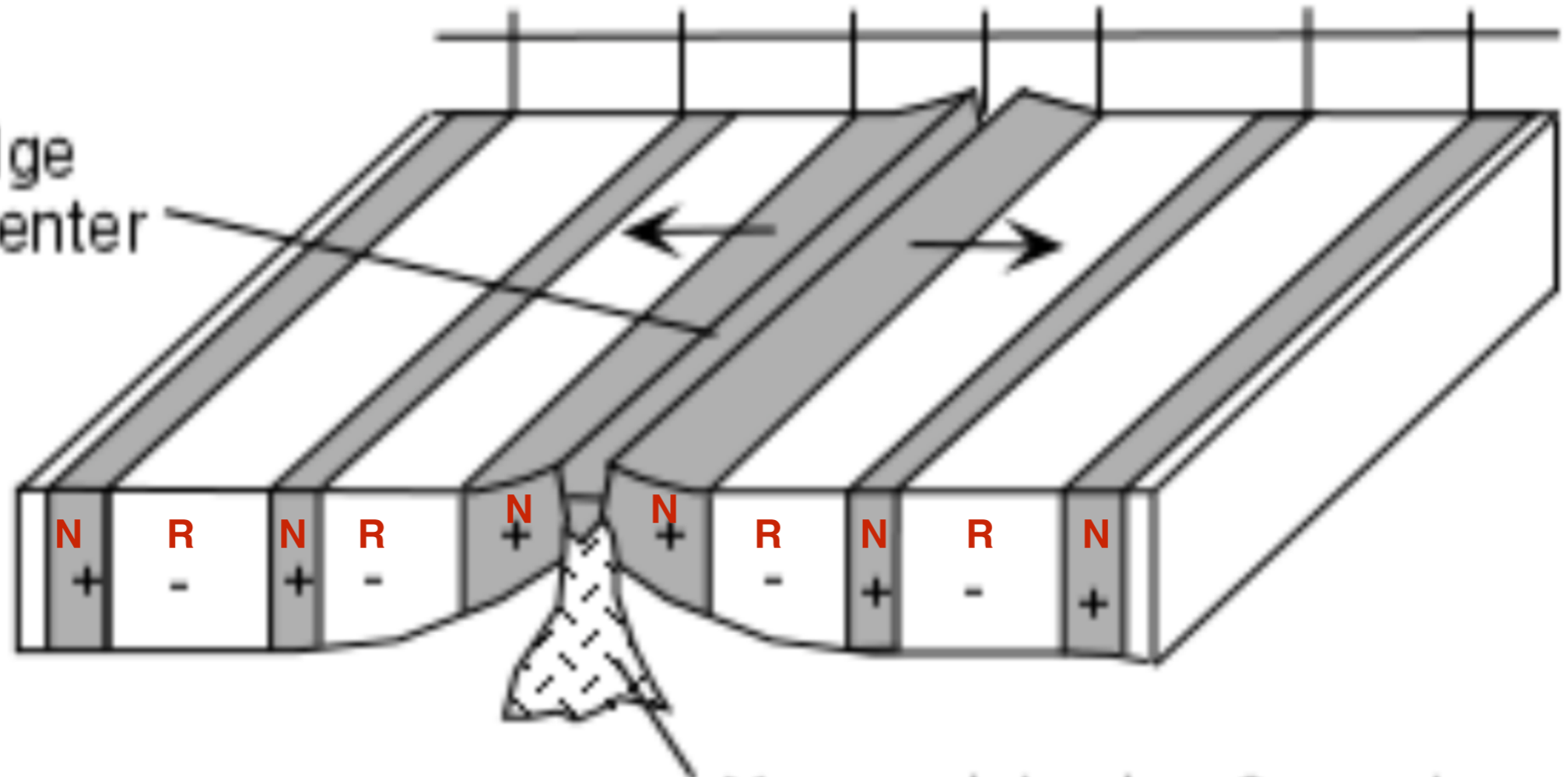
bruk begrepene: “Positiv” og “Negativ” for anomalier

Age of Oceanic Crust (million years)

+ og - måles heroppe ved havoverflaten, ikke ved havbunnen

1.65 0.9 0.7 0 0.7 0.9 1.65

Oceanic Ridge
Spreading Center

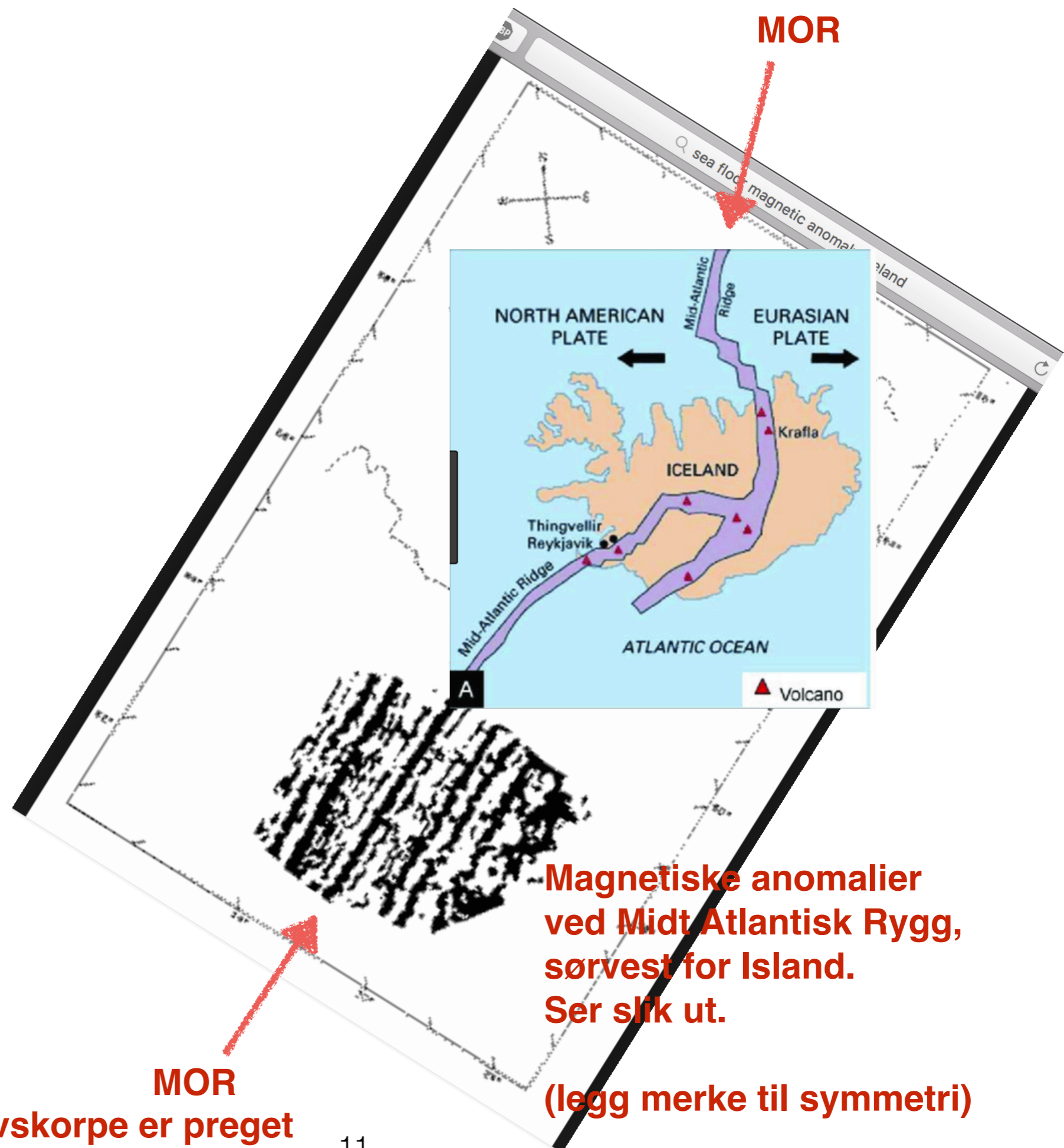


Magma intrudes & erupts
to form new oceanic lithosphere

SKORPE

- + = Positive Magnetic Polarity **Anomali (pga. normal polaritet)**
- = Negative Magnetic Polarity **Anomali (pga. revers polaritet)**

Dette er en lite feil i Nelson: man sier ikke "Positiv Polaritet"
Man sier enten "Positiv Anomali", eller "Normal Polaritet".



MOR

Magnetiske anomalier ved Midt Atlantisk Rygg, sørvest for Island. Ser slik ut.

(legg merke til symmetri)

MOR

Hele havskorpe er preget av slike paleomagnetiske striper

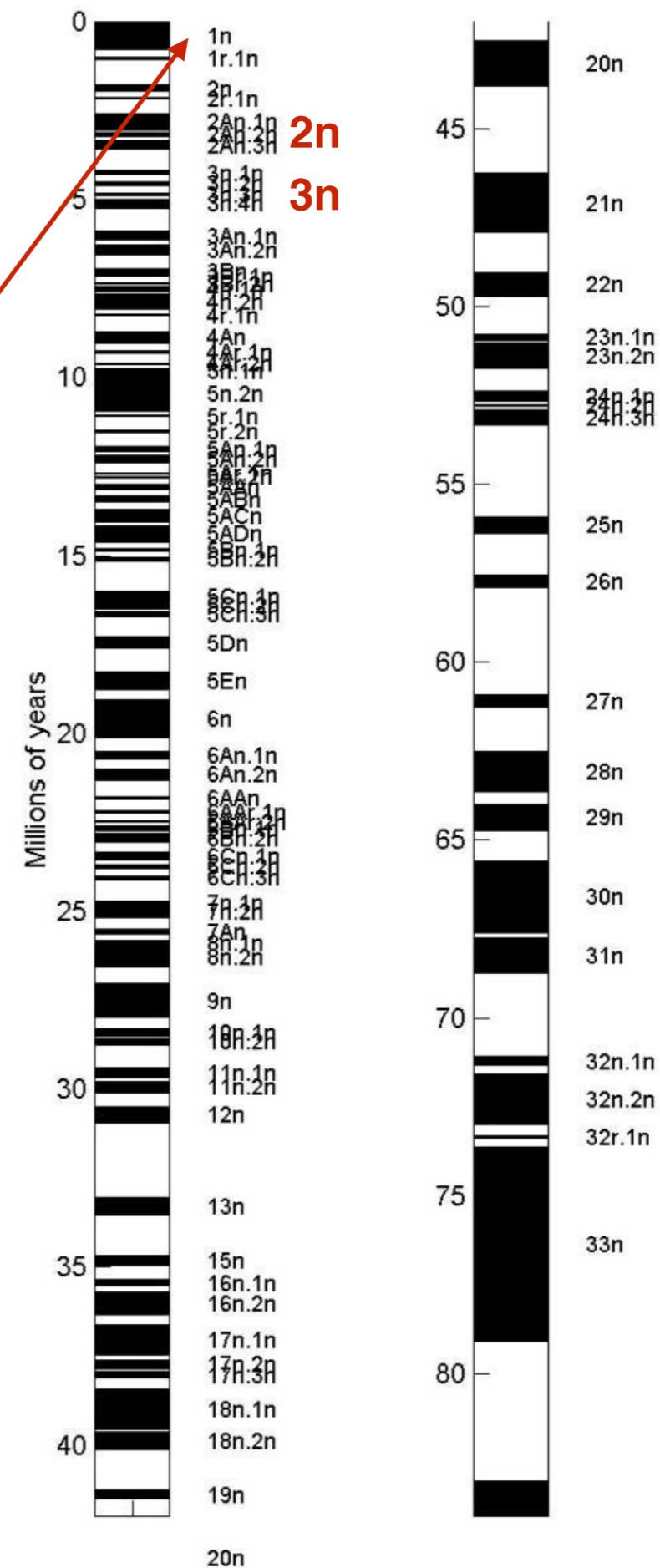
Magnetisk tidsskala og havbunnsanomali-er, er kjent i stor detalj.

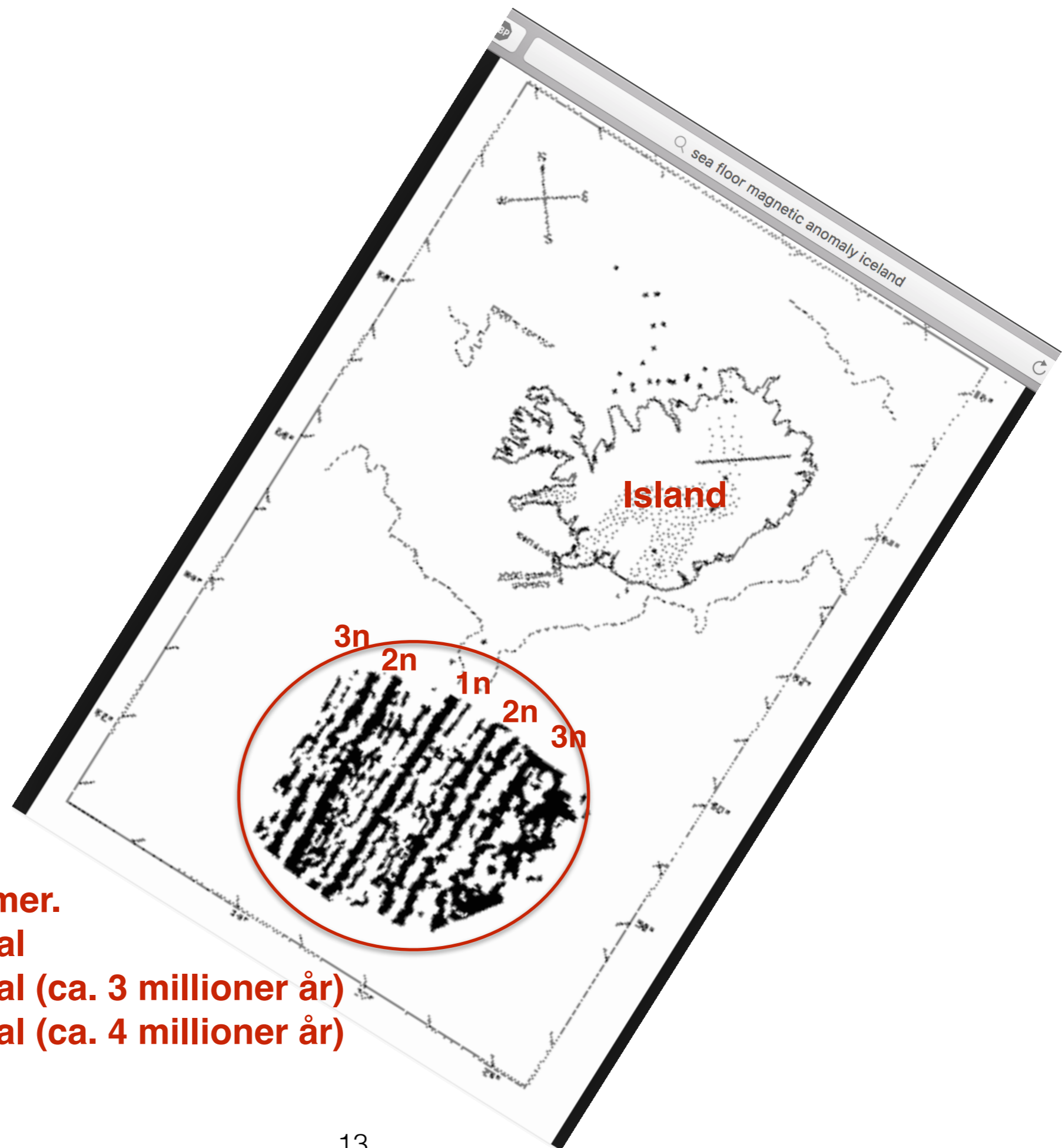
Til mer enn 80 millioner år tilbake.

Svart: normal remanent magnetisme
Hvit: revers remanent magnetisme

n-numrene (1n-33n)
er "betegnelser" på havbunnsanomali-er

Dagens magnetisme er normal, og er "Anomali 1n"





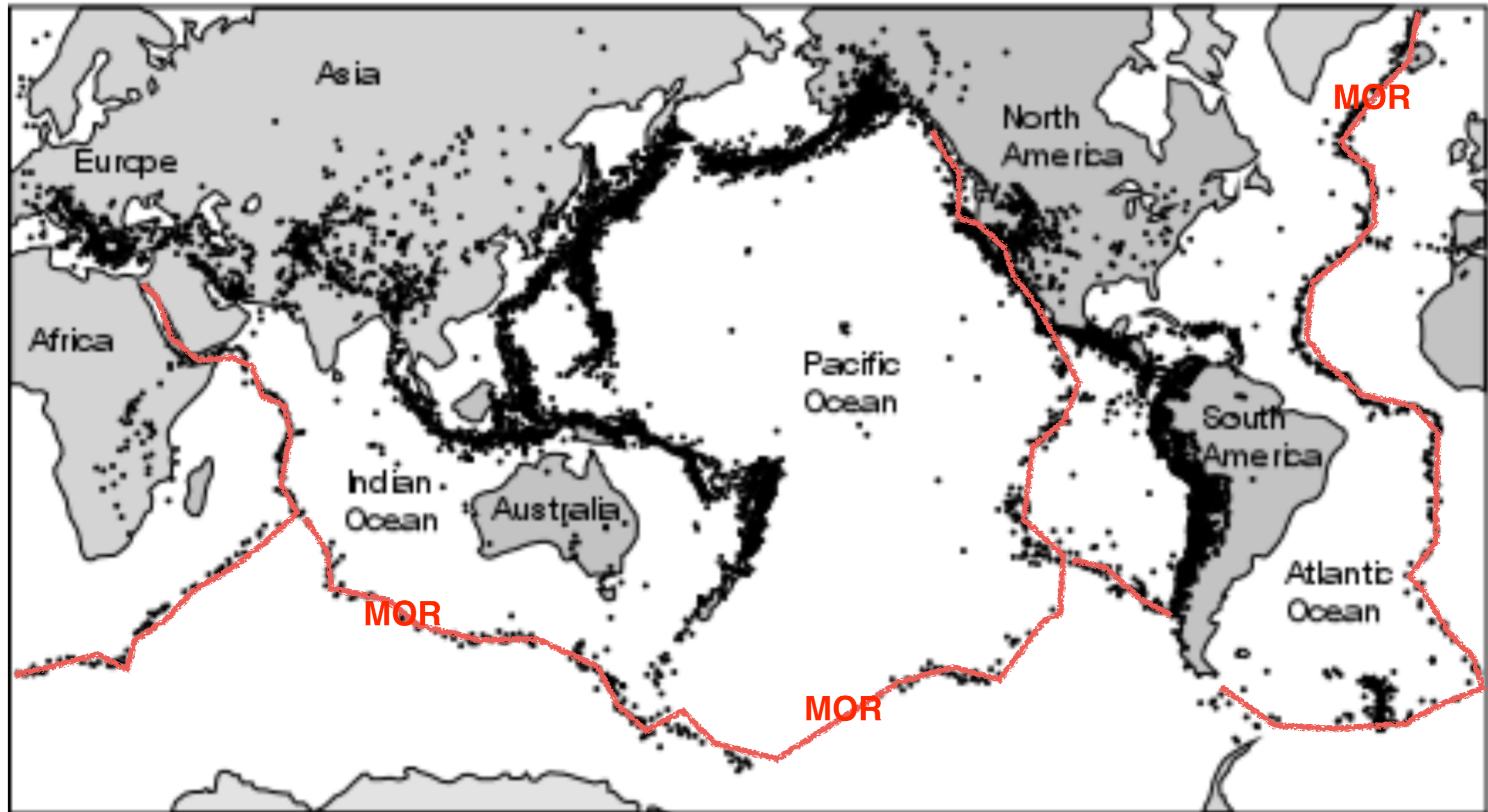
**Her er anomaliene
identifisert med nummer.**

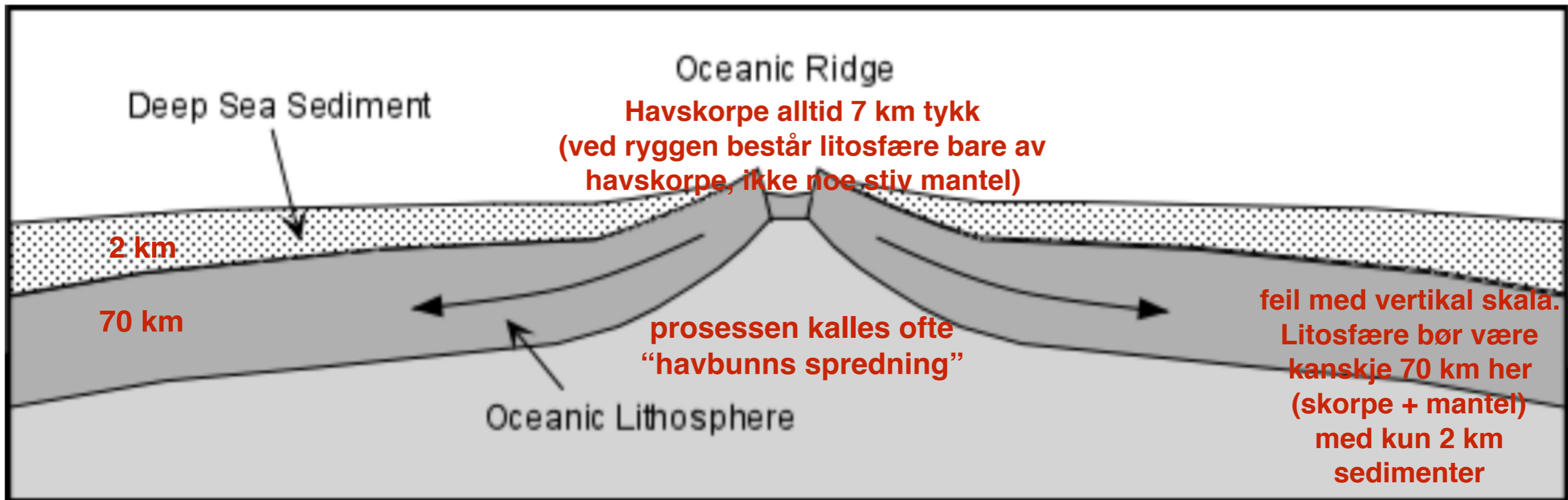
1n er anomali 1 normal

2n er anomali 2 normal (ca. 3 millioner år)

3n er anomali 3 normal (ca. 4 millioner år)

World Seismicity 1961 - 1967





disse tegninger fra Marshak er bedre

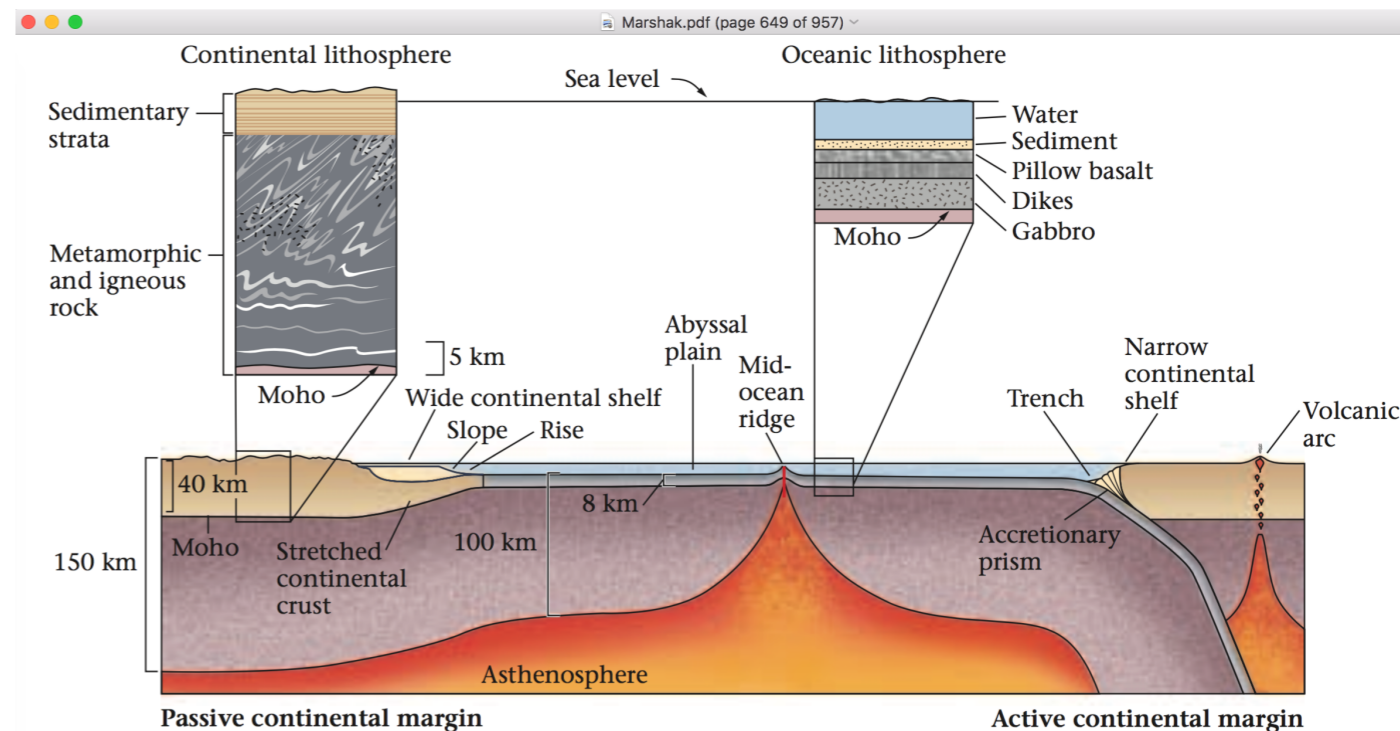
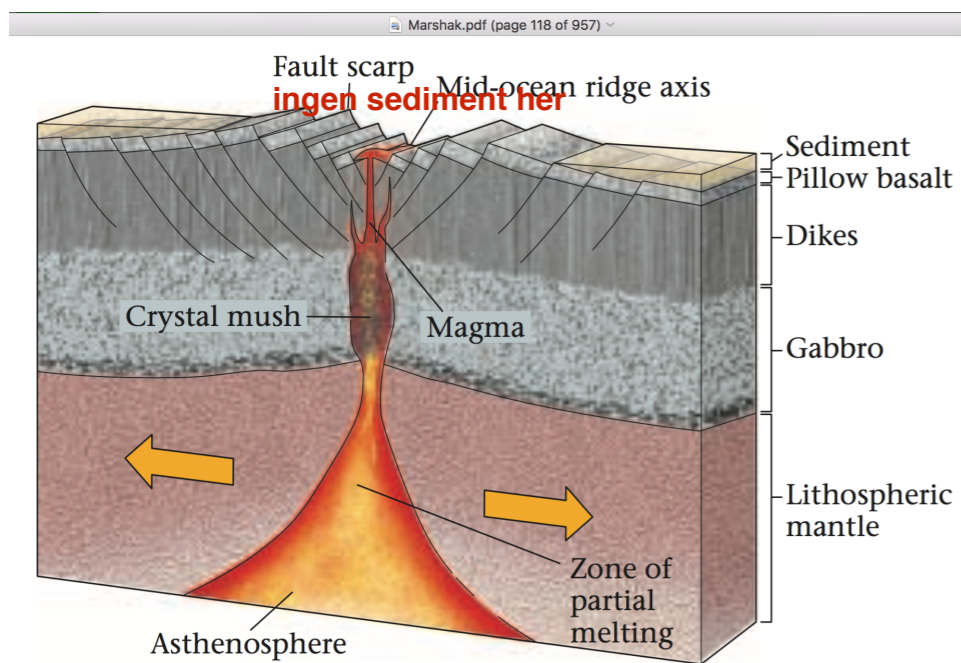
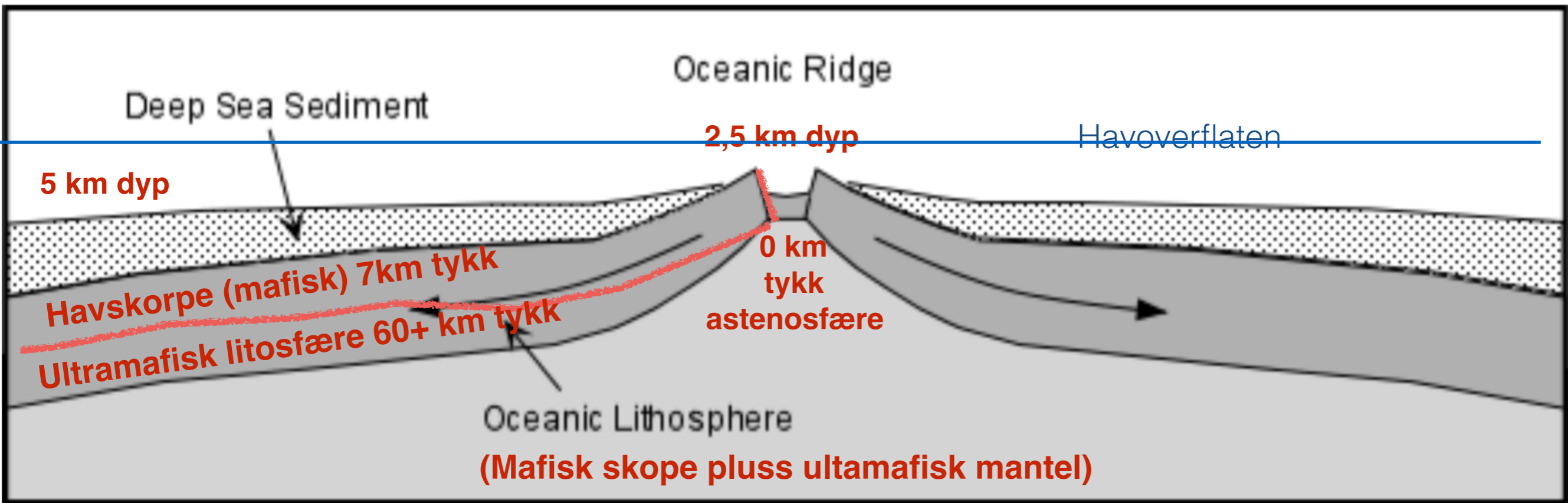
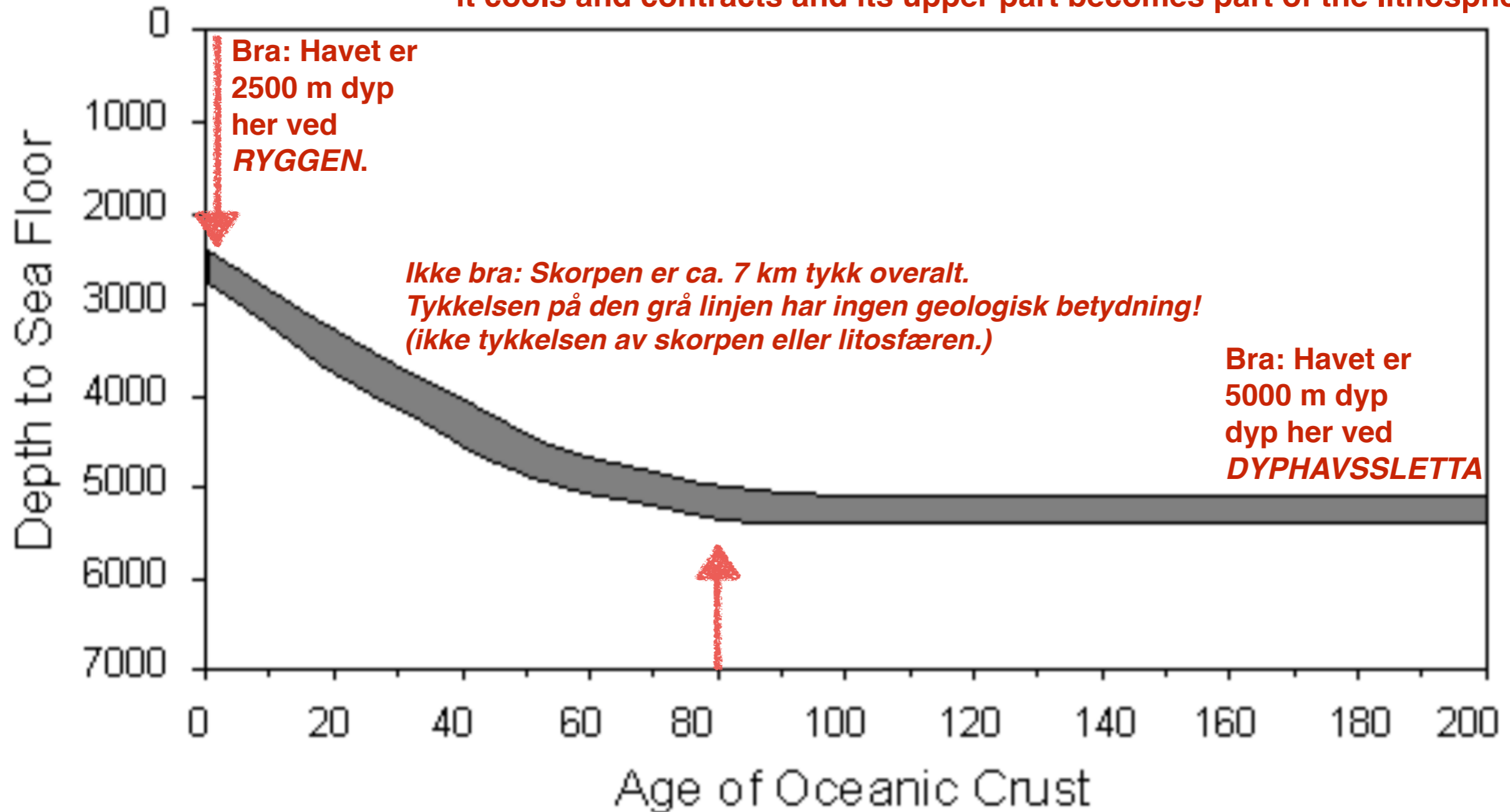


FIGURE 18.3 The bathymetric provinces of the sea floor. At a passive continental margin, a thick wedge of sediment



As oceanic lithosphere moves away from the ridge, it cools and ~~sinks deeper~~ into the asthenosphere. Thus, the depth to the sea floor increases with increasing age away from the ridge.

Bedre å skrive dette: "As asthenosphere moves away from the ridge, it cools and contracts and its upper part becomes part of the lithosphere."



Når havlitosfære er ca. 80 Ma gammel, er den såpass avkjølet og komprimert, at vi har typisk havdybde (5000 m)

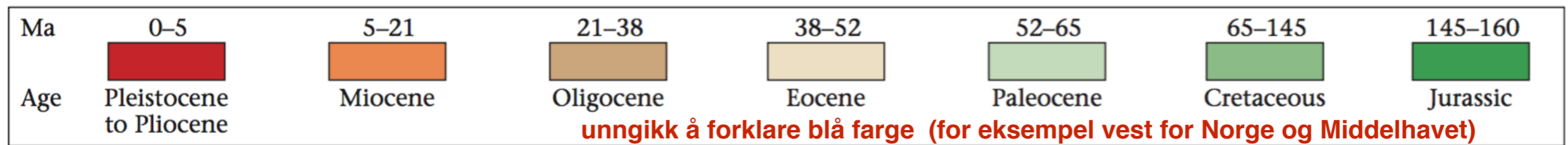
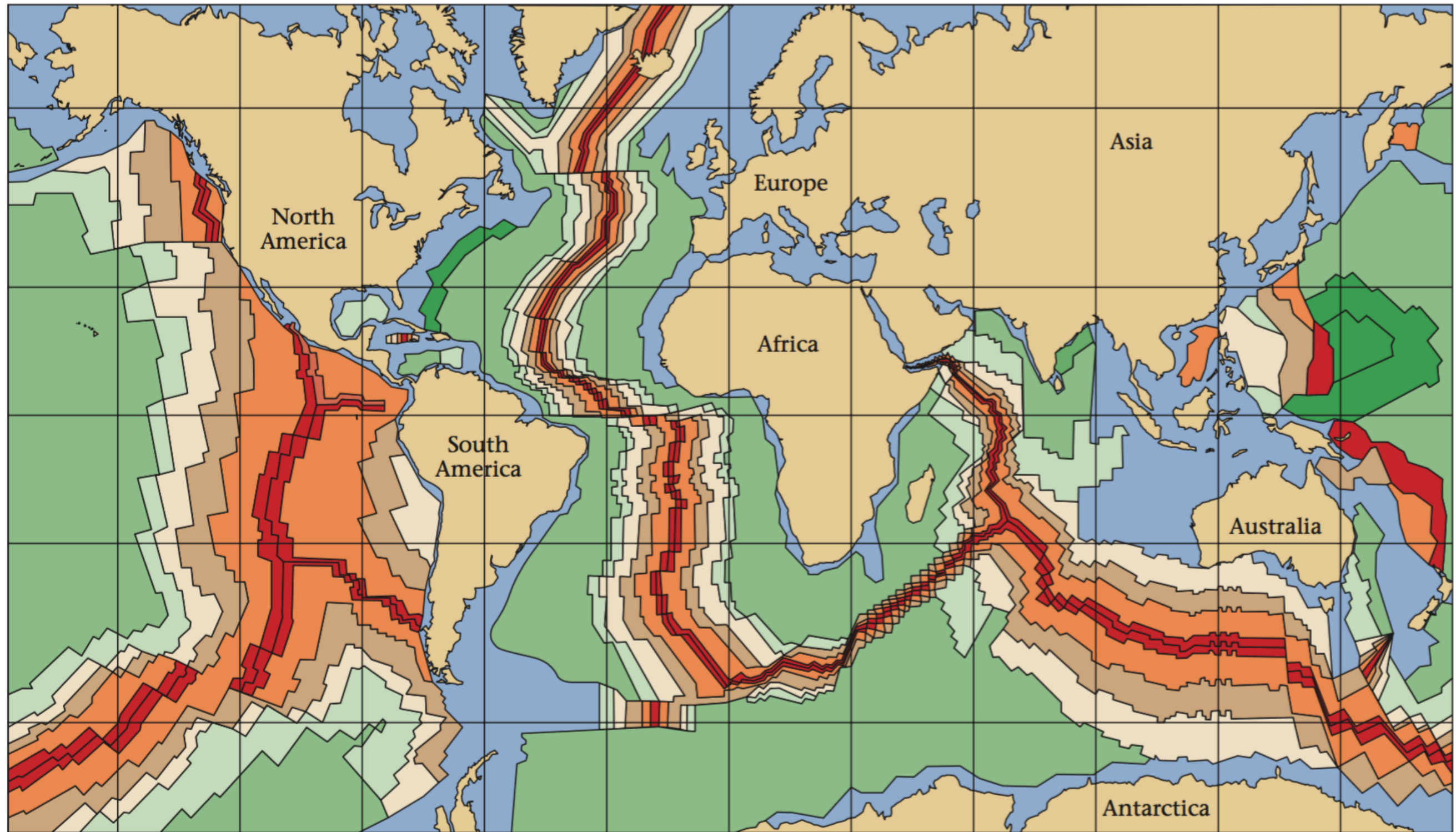
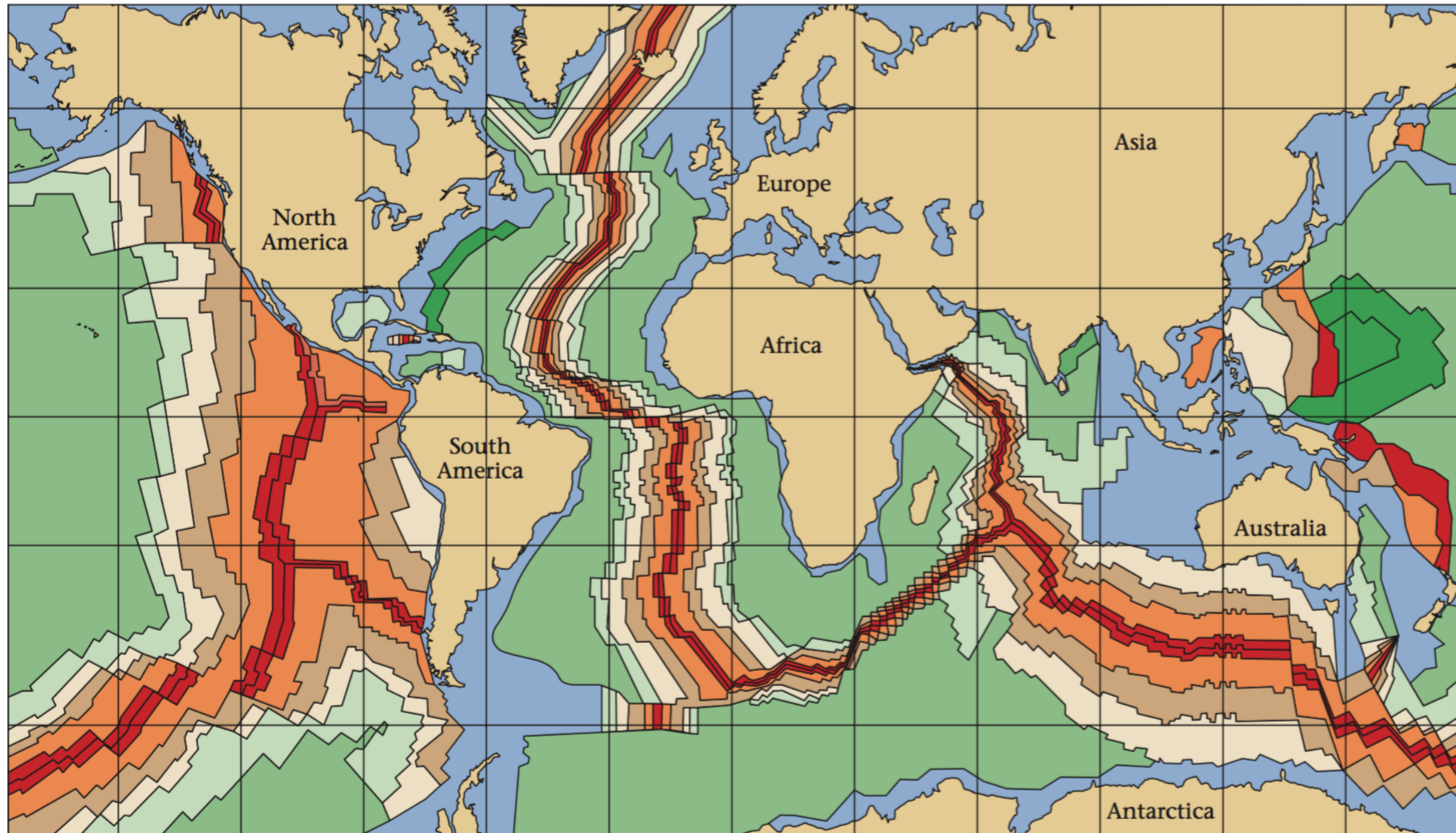


FIGURE 4.11 This map of the world shows the age of the sea floor. Note how the sea floor grows older with increasing distance from the ridge axis (Ma = million years ago).

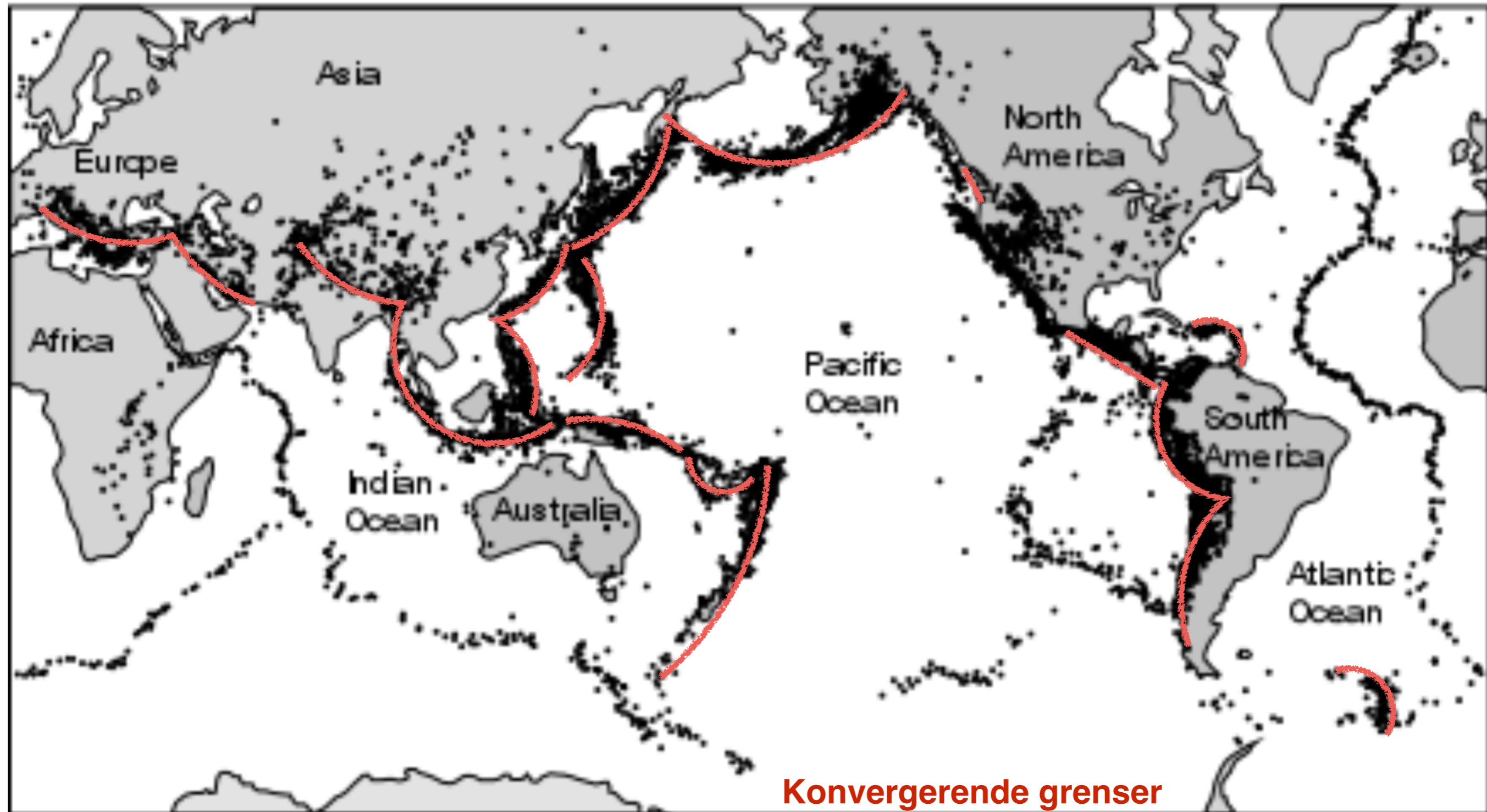
Hvis du klipper vekk rødt og orange (0-21 millioner år), og setter sammen brun stripene, ser du avstand mellom Afrika og Sør Amerika for 21 millioner år siden.

Marshak.pdf (page 120 of 957)



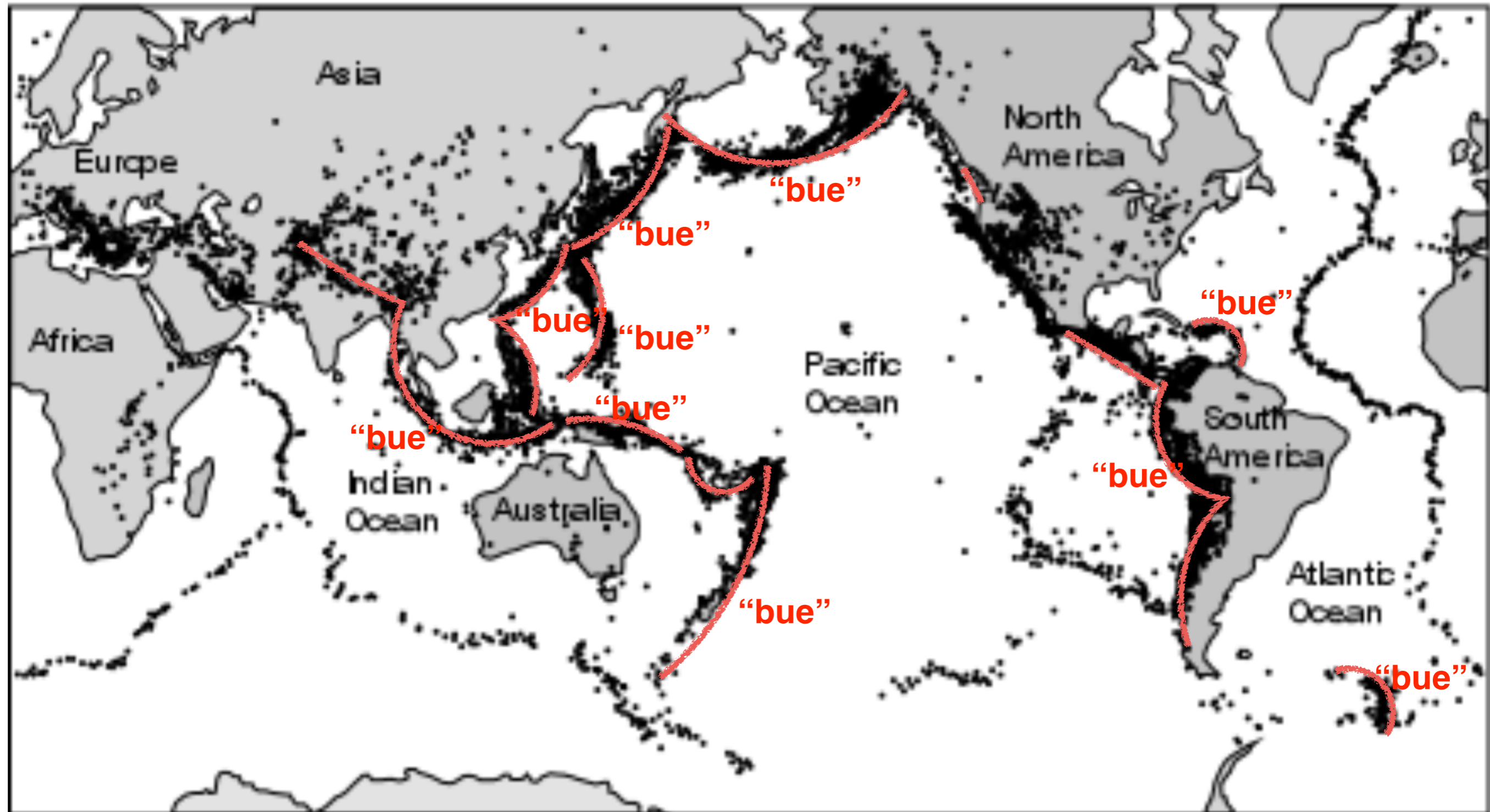
Ma	0-5	5-21	21-38	38-52	52-65	65-145	145-160
Age	Pleistocene to Pliocene	Miocene	Oligocene	Eocene	Paleocene	Cretaceous	Jurassic

World Seismicity 1961 - 1967



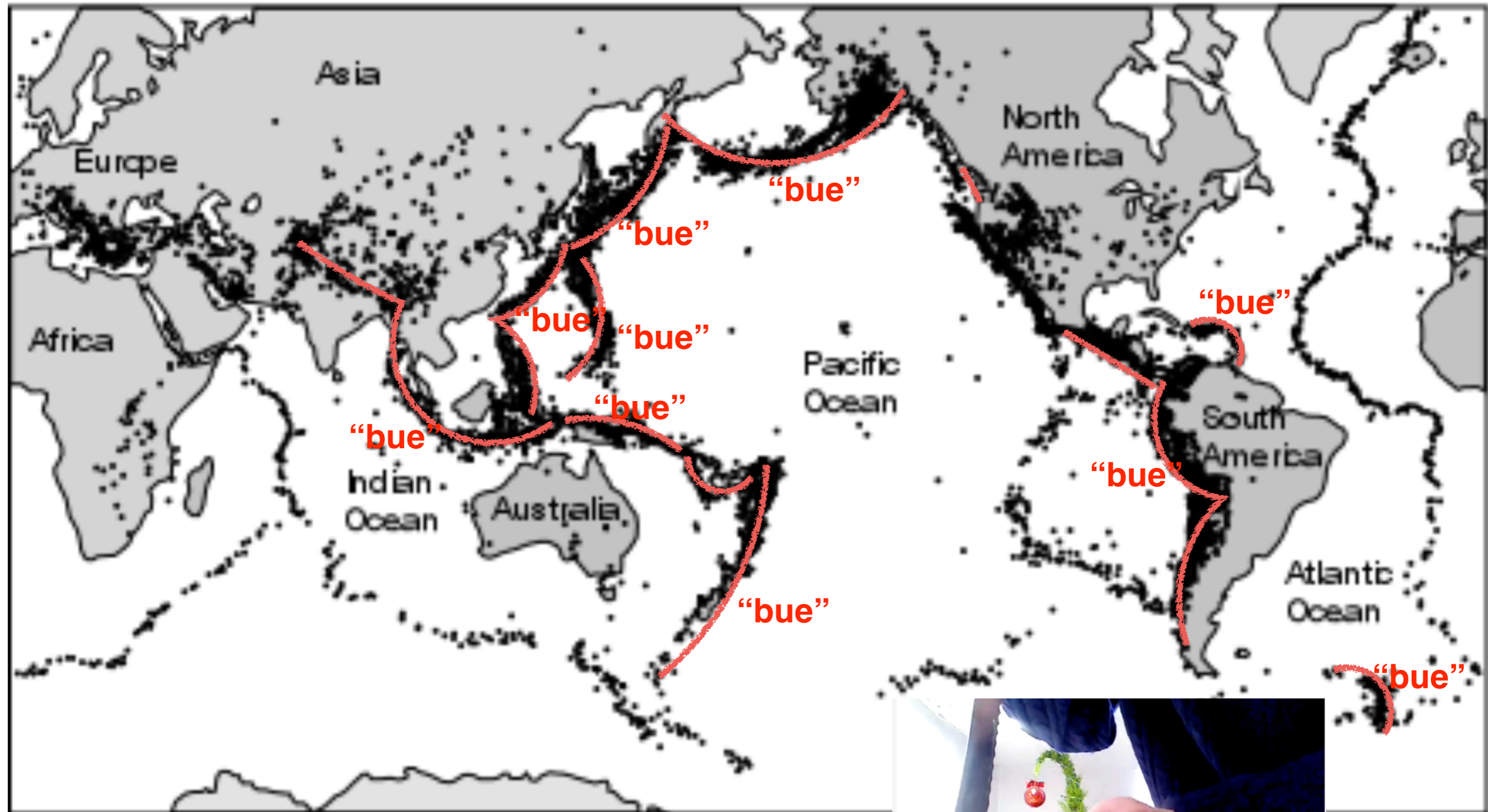
Konvergerende grenser er merket med røde linjer. Kalles ofte for "buer"

World Seismicity 1961 - 1967



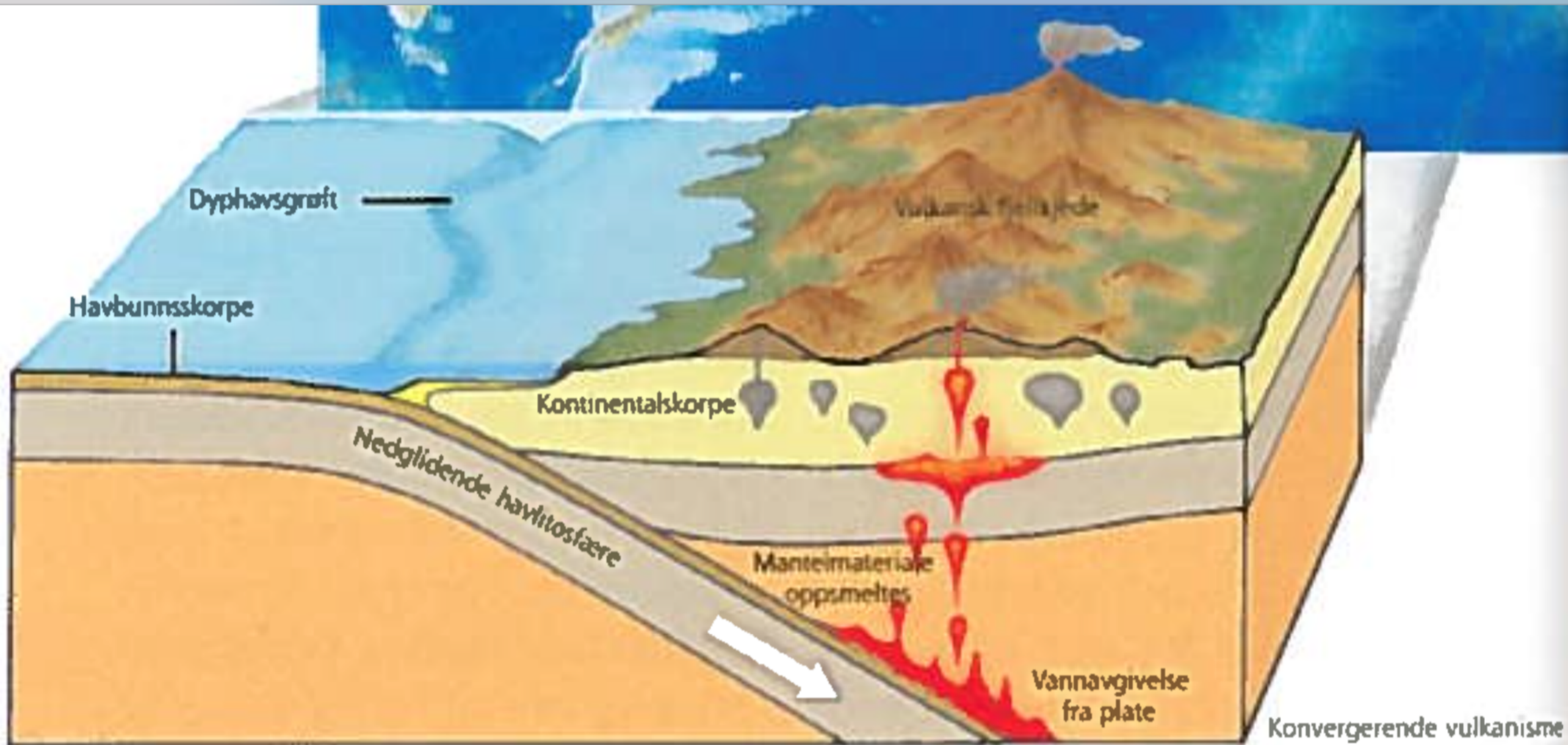
“øybuer”

World Seismicity 1961 - 1967

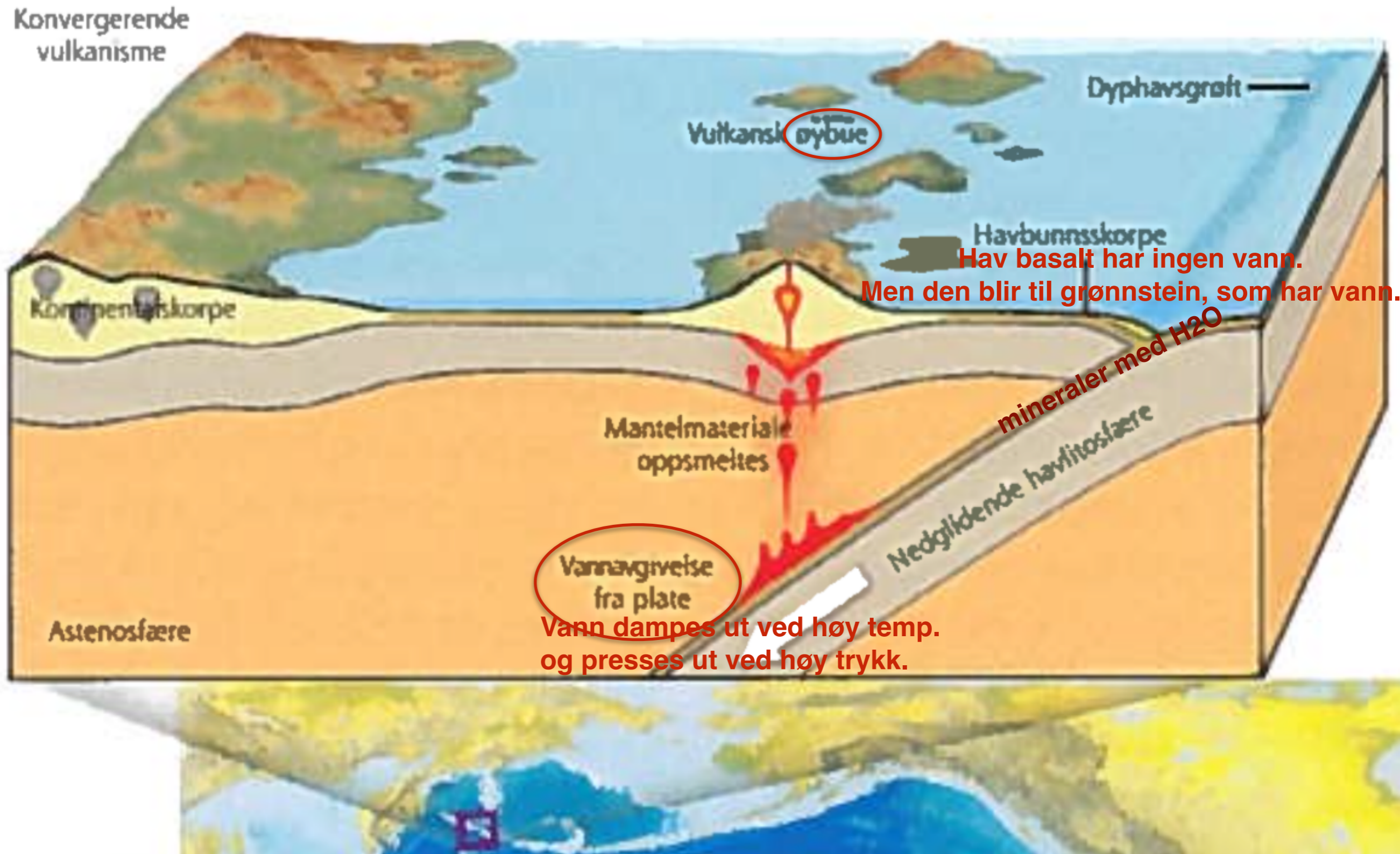


**Buene er konkav i retning av subduksjon.
Som en kniv som kutter ned på skrå i en appelsin.**

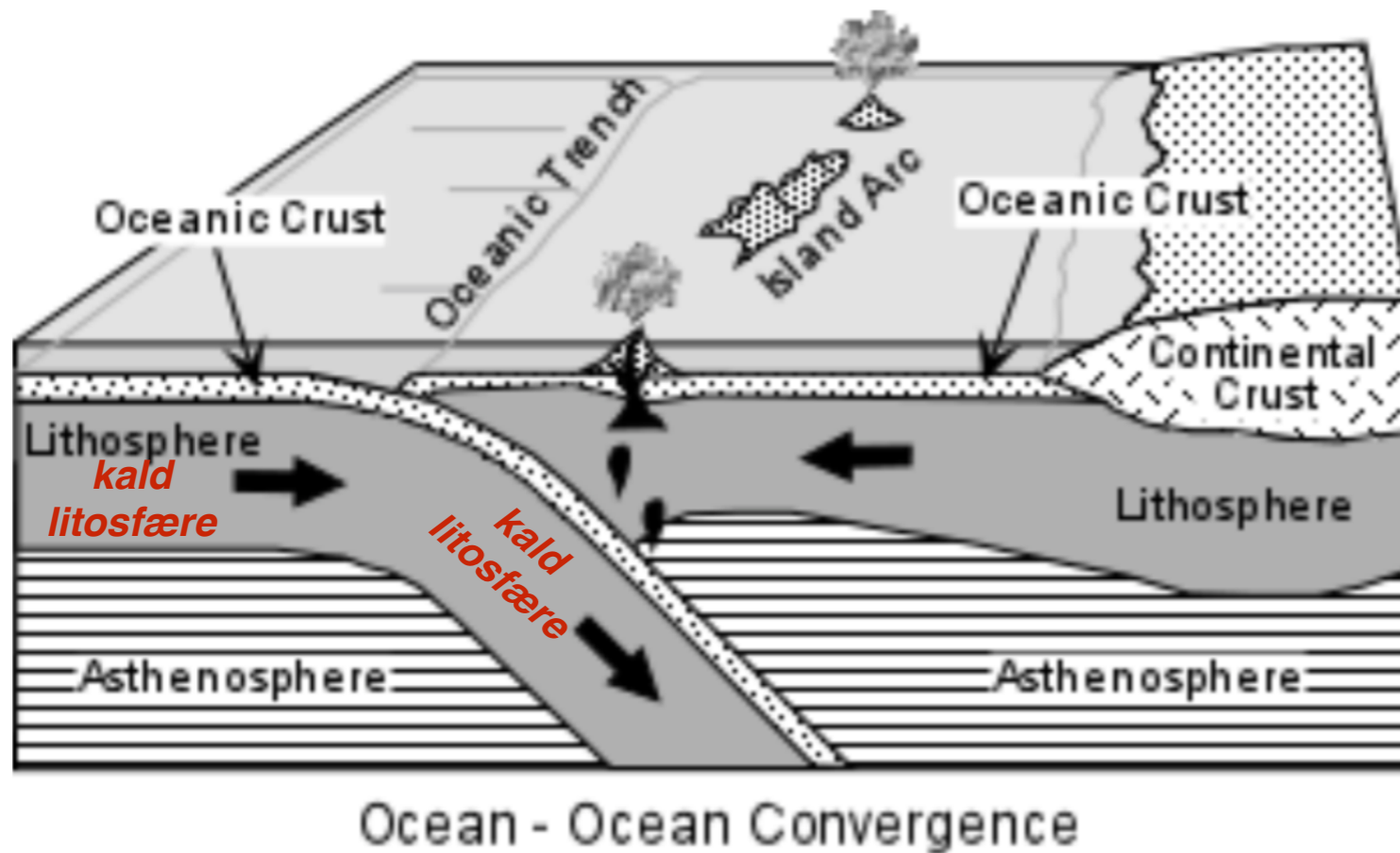




Gammel litosfære er forholdsvis kald, så subduserende plate er vanskelig å smelte. Havbunnsskorpe smelter lettere enn mantel (er basalt, med lavere smeltetemperatur enn peridotitt.) Men både skorpe og mantel smelter også delvis, fordi subduserende skorpebergarter avgir litt vann, som reduserer smeltetemperaturen.



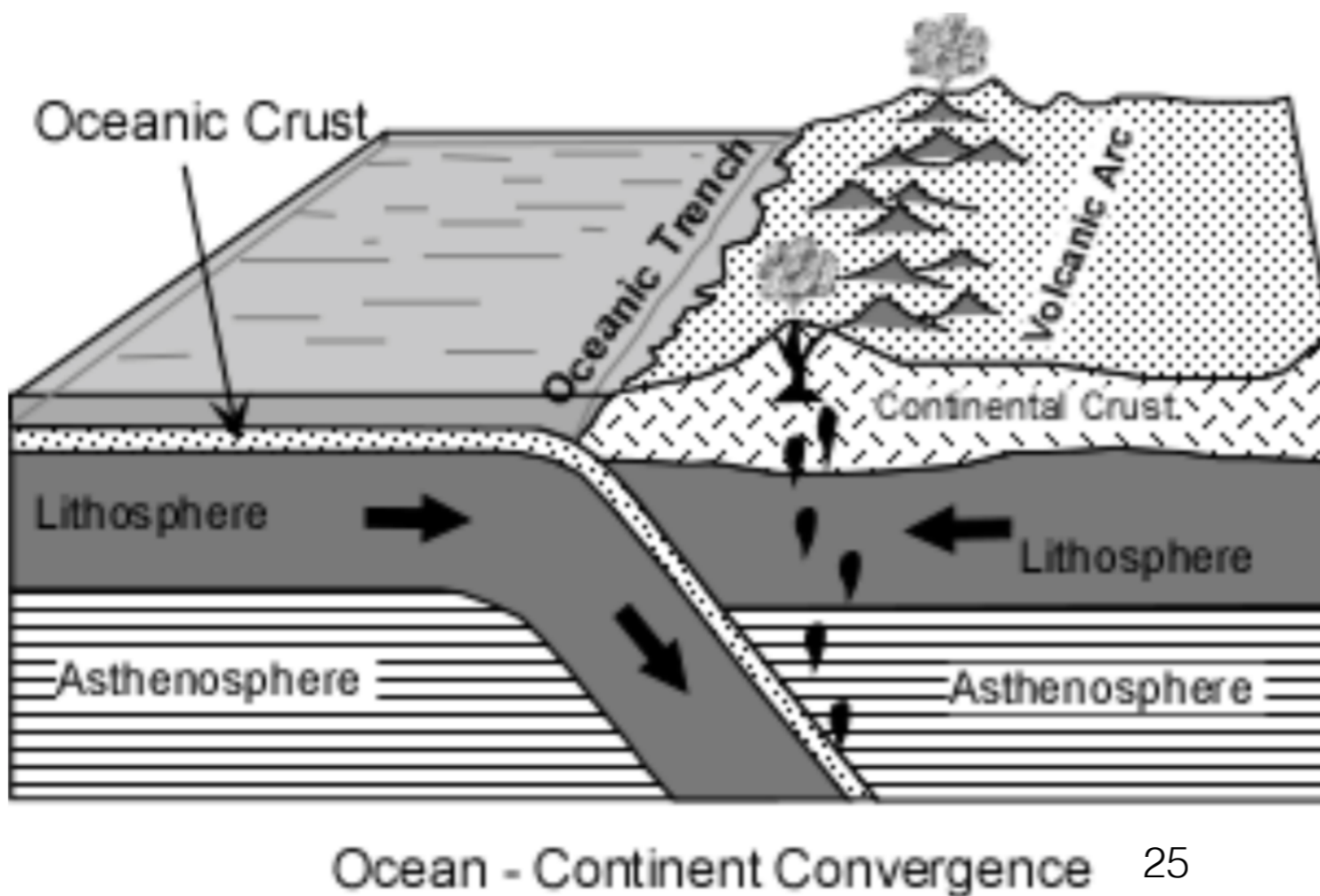
Bra at Jensen skriver så tydelig: *“Vannavgivelse fra plate”*

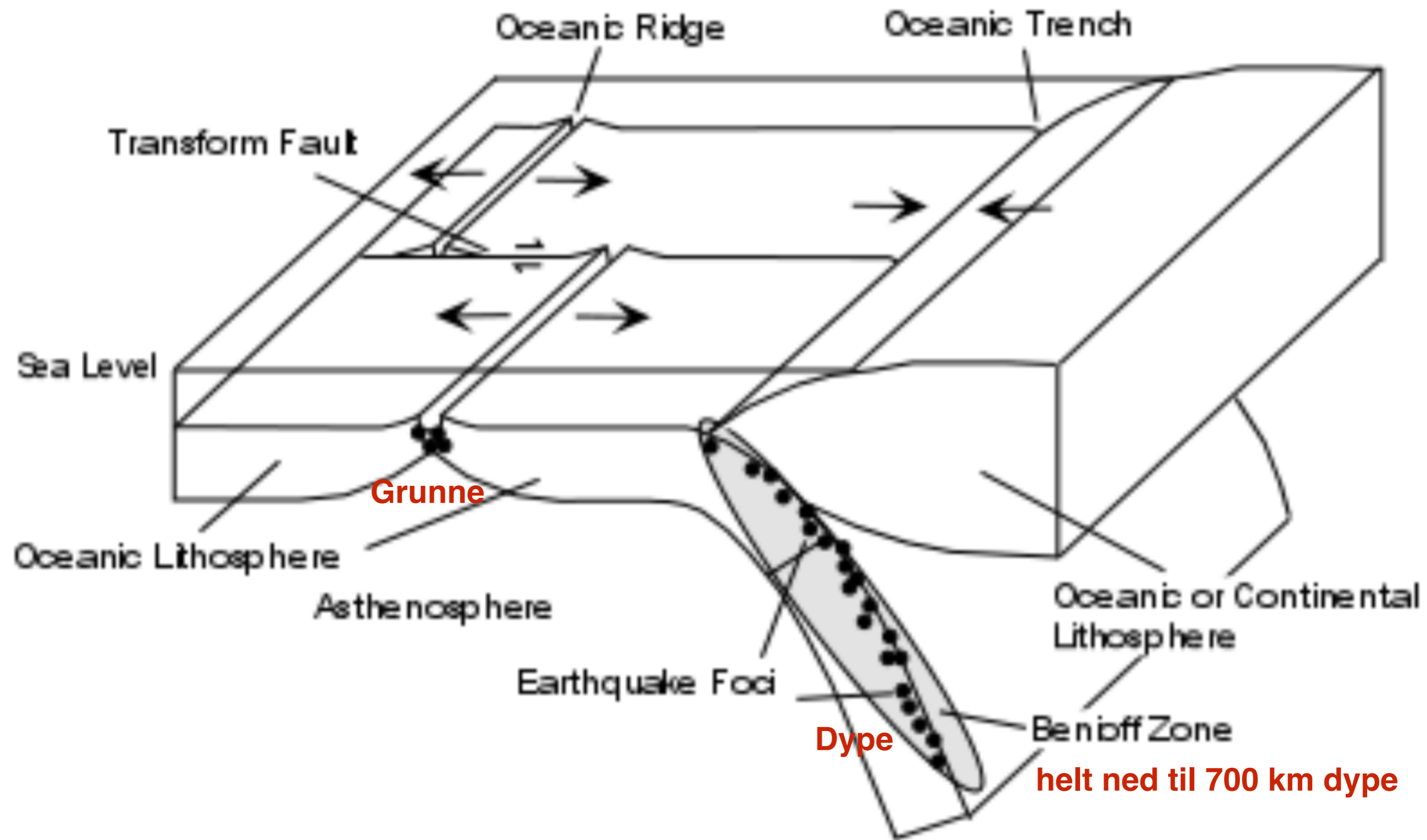


Nelson er ikke så tydelig.
Her kan du få inntrykk av at smeltingen er på grunn av høy temperatur ved dybden.

Men temperatur er ikke særlig høy.
Den subduserte platen er forholdsvis kald.

Nelson burde skrevet: "Vannavgivelse fra plate som Schou-Jensen gjorde"

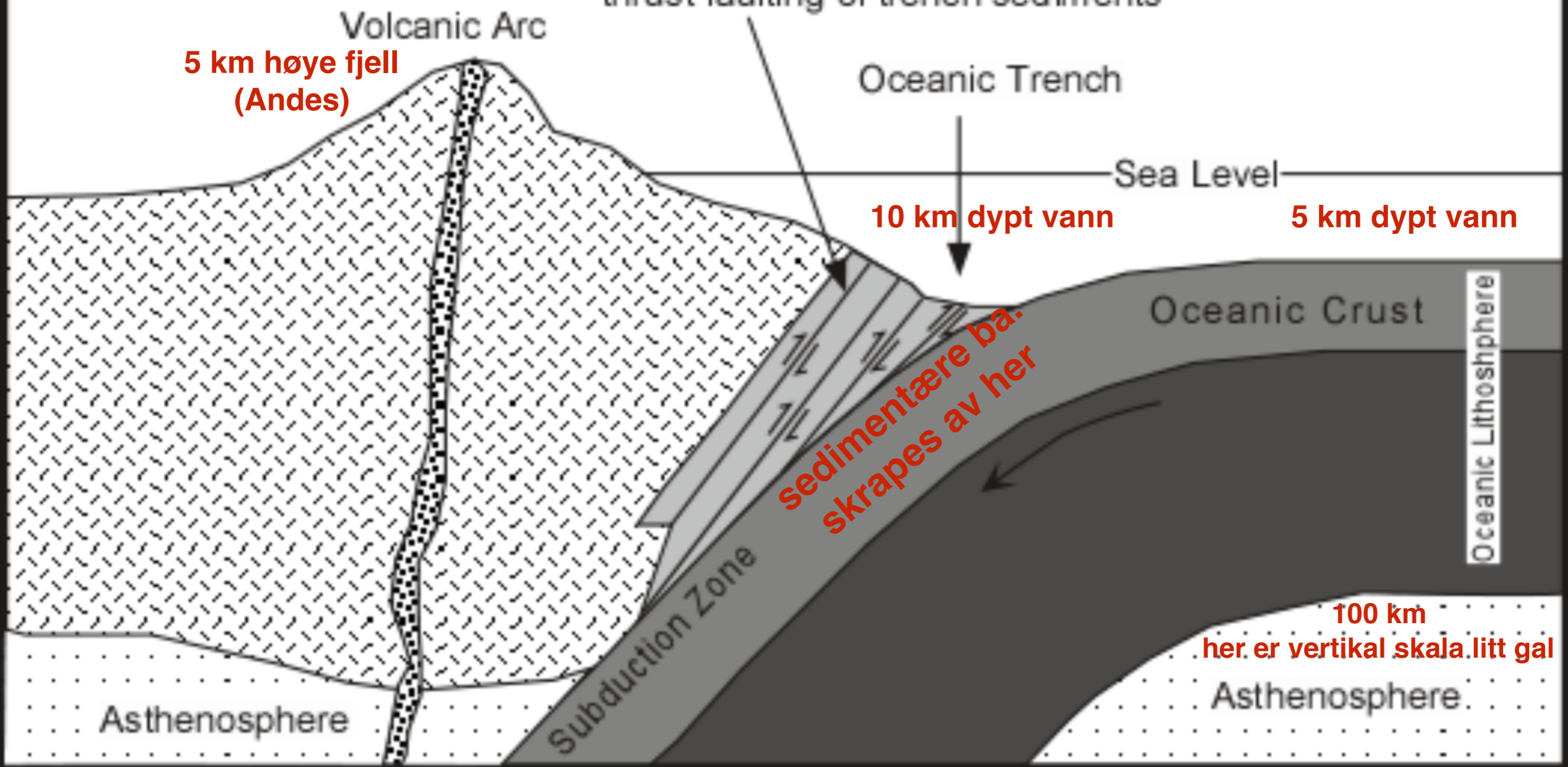


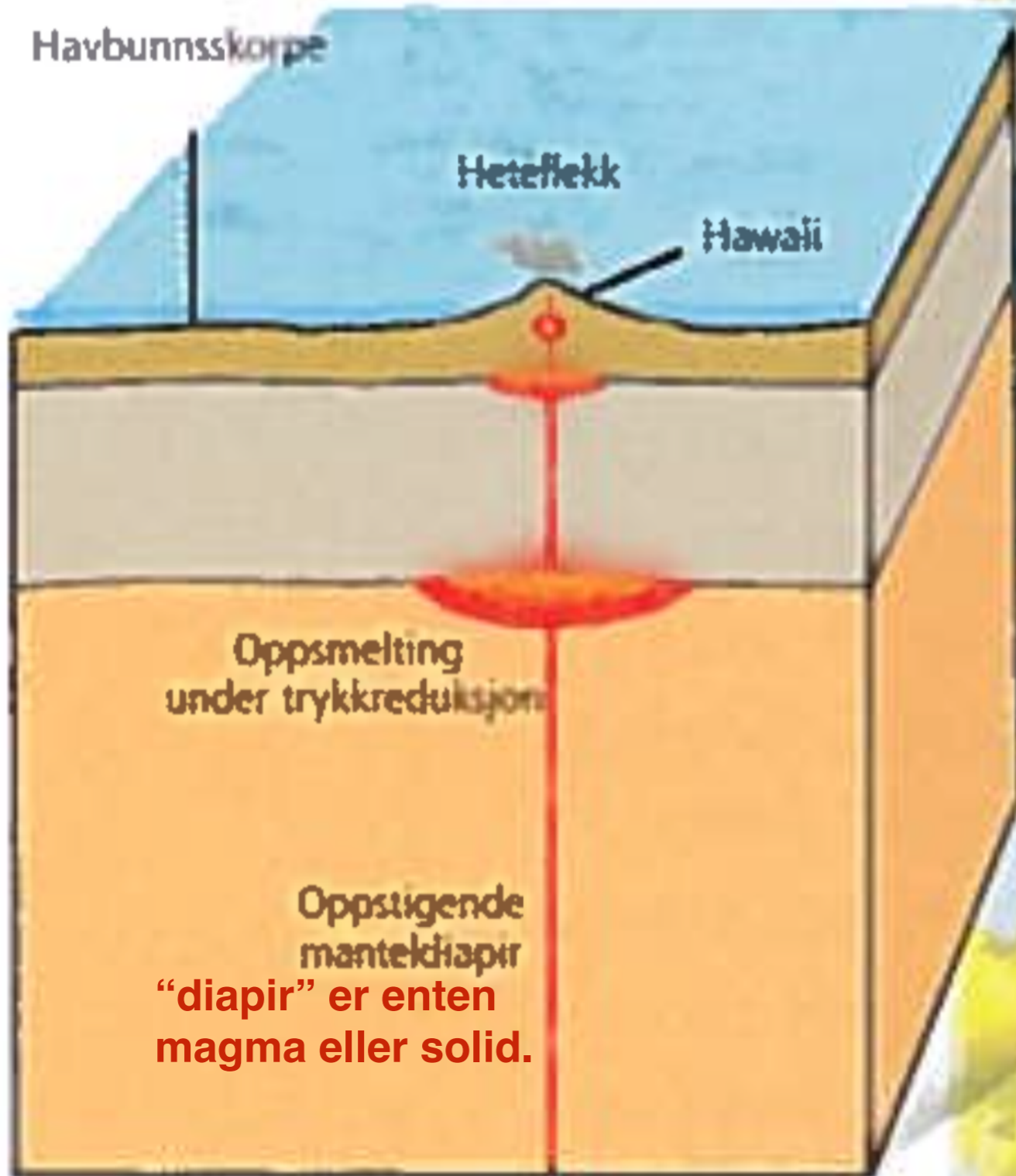


**Ved divergerende grenser: jordskjelv er mindre enn 7 km dyp
Ved konvergerende grenser: jordskjelv er ned til 700 km dyp (Benioff sone).**

avskrapet og påklistret 'kile' av sedimenter

Accretionary prism produced by thrust faulting of trench sediments



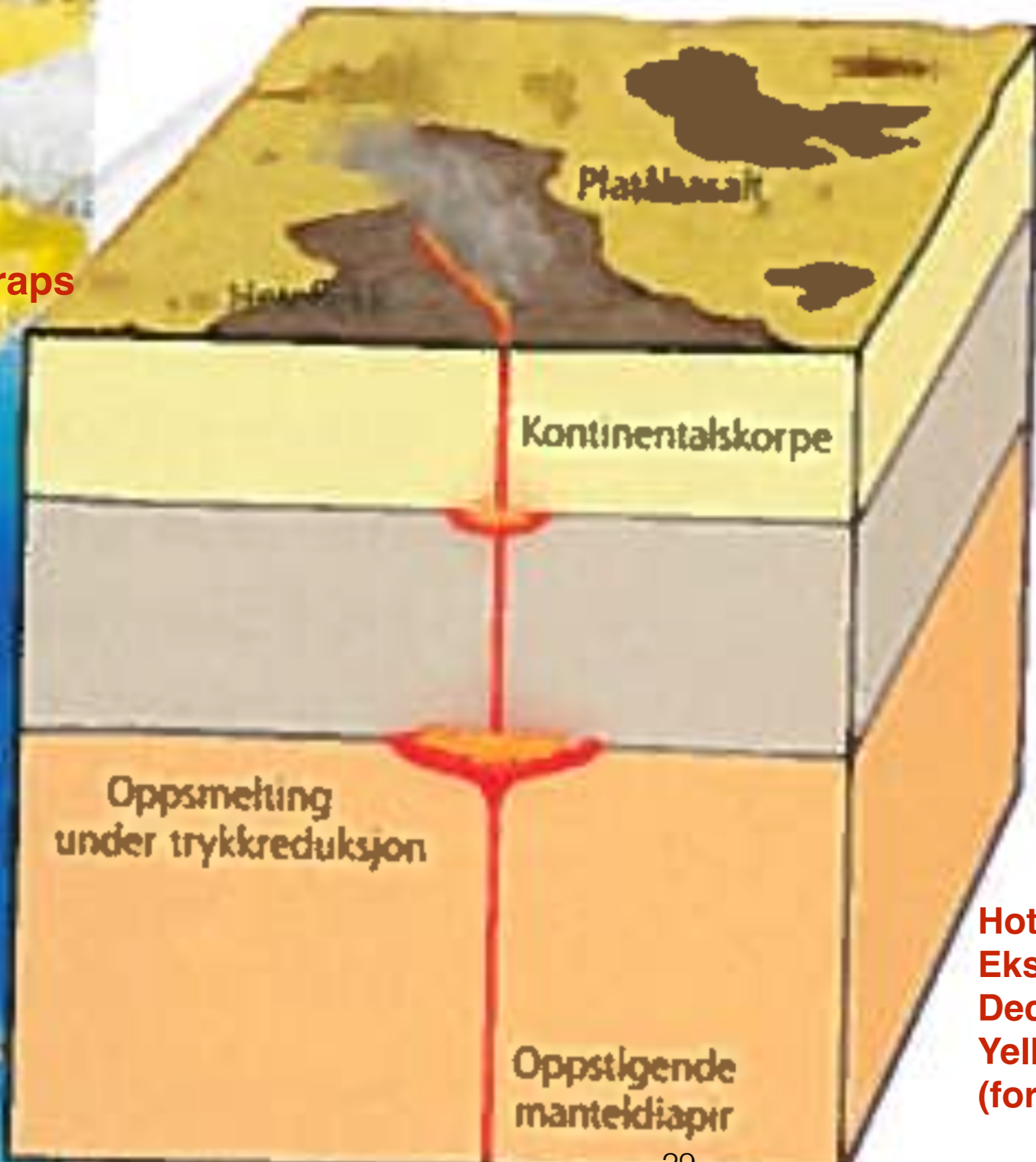


Intraplatevulkanisme

**“Hot spot” i havplate (hot spot kalles egentlig ikke “Heteflekk” på norsk):
for eksempel Hawaii og Island**

Intraplatevulkanisme

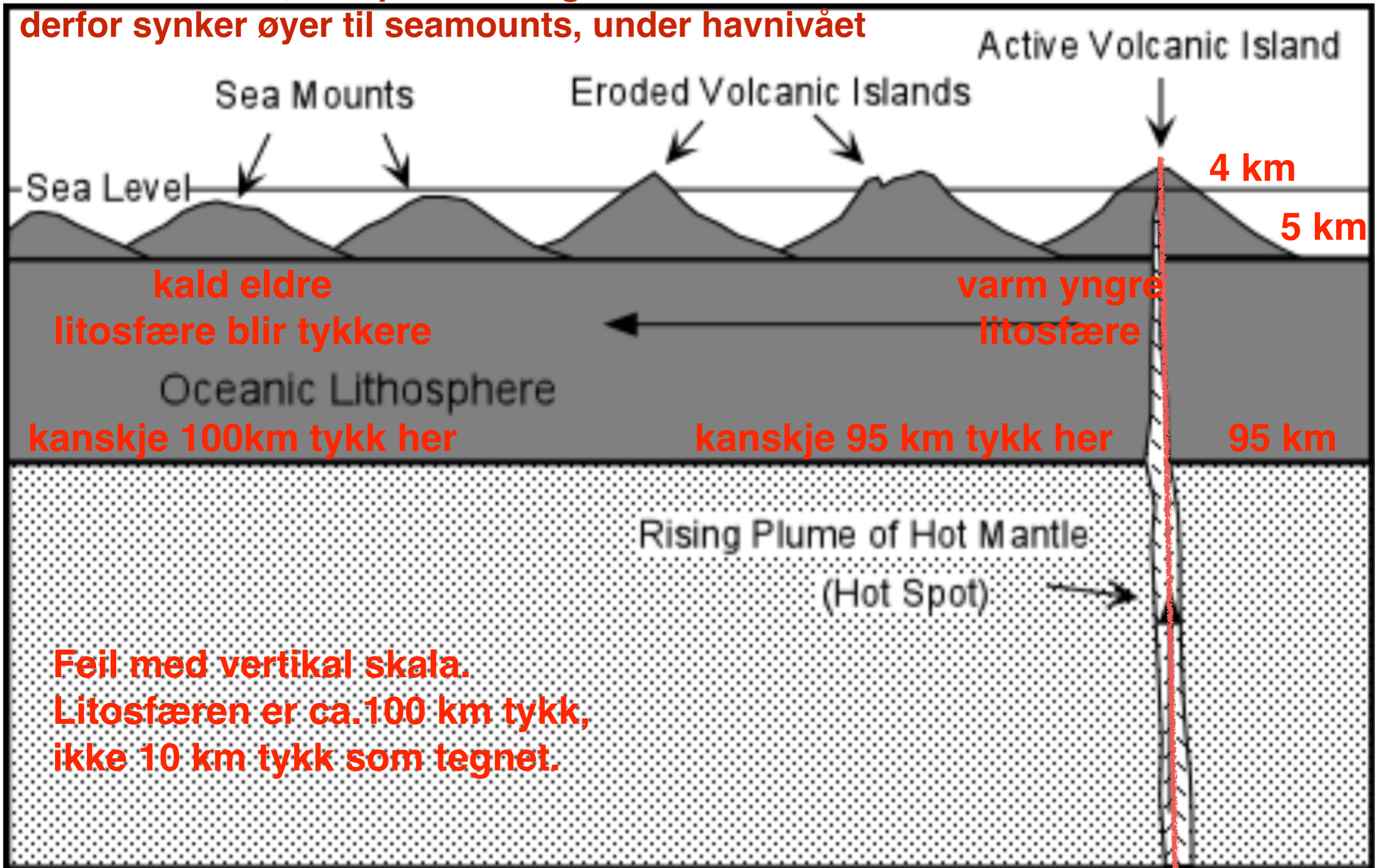
India
Deccan Traps



Hot spot også i kontinentalplate.
Eksempler er:
Deccan Traps i India (utdødd)
Yellowstone Park i USA
(fortsatt aktiv)

kaldere mantel, komprimeres og blir til litosfære
derfor synker øyer til seamounts, under havnivået

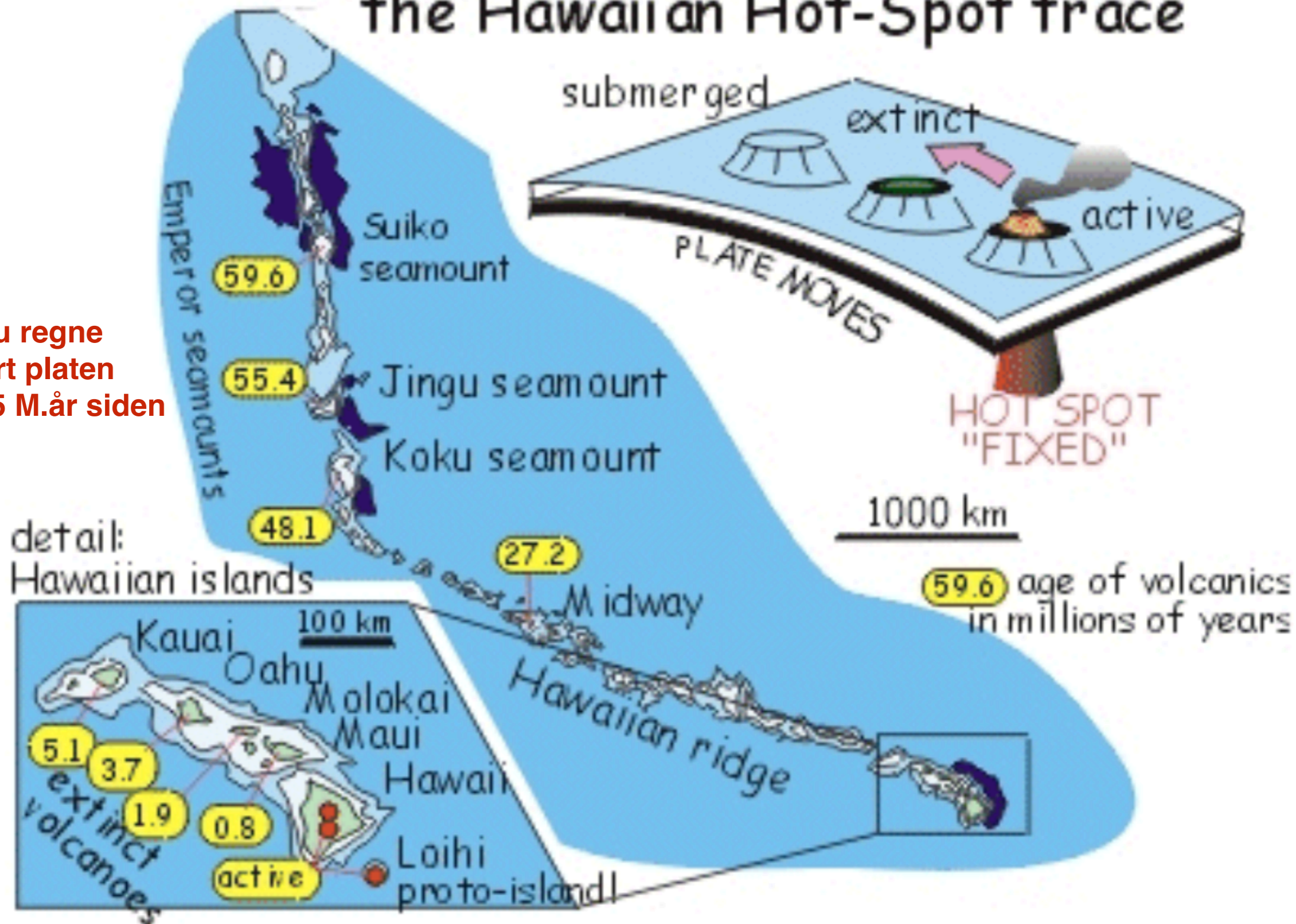
(For eksempel, Hawaii)



Feil med vertikal skala.
Litosfæren er ca. 100 km tykk,
ikke 10 km tykk som tegnet.

Hot spot holder seg i ro.
Det er litosfæren som beveger seg mot venstre.

the Hawaiian Hot-Spot trace



Her kan du regne ut hvor fort platen gikk for 55 M.år siden

Her kan du regne ut hvor fort platen går nå.

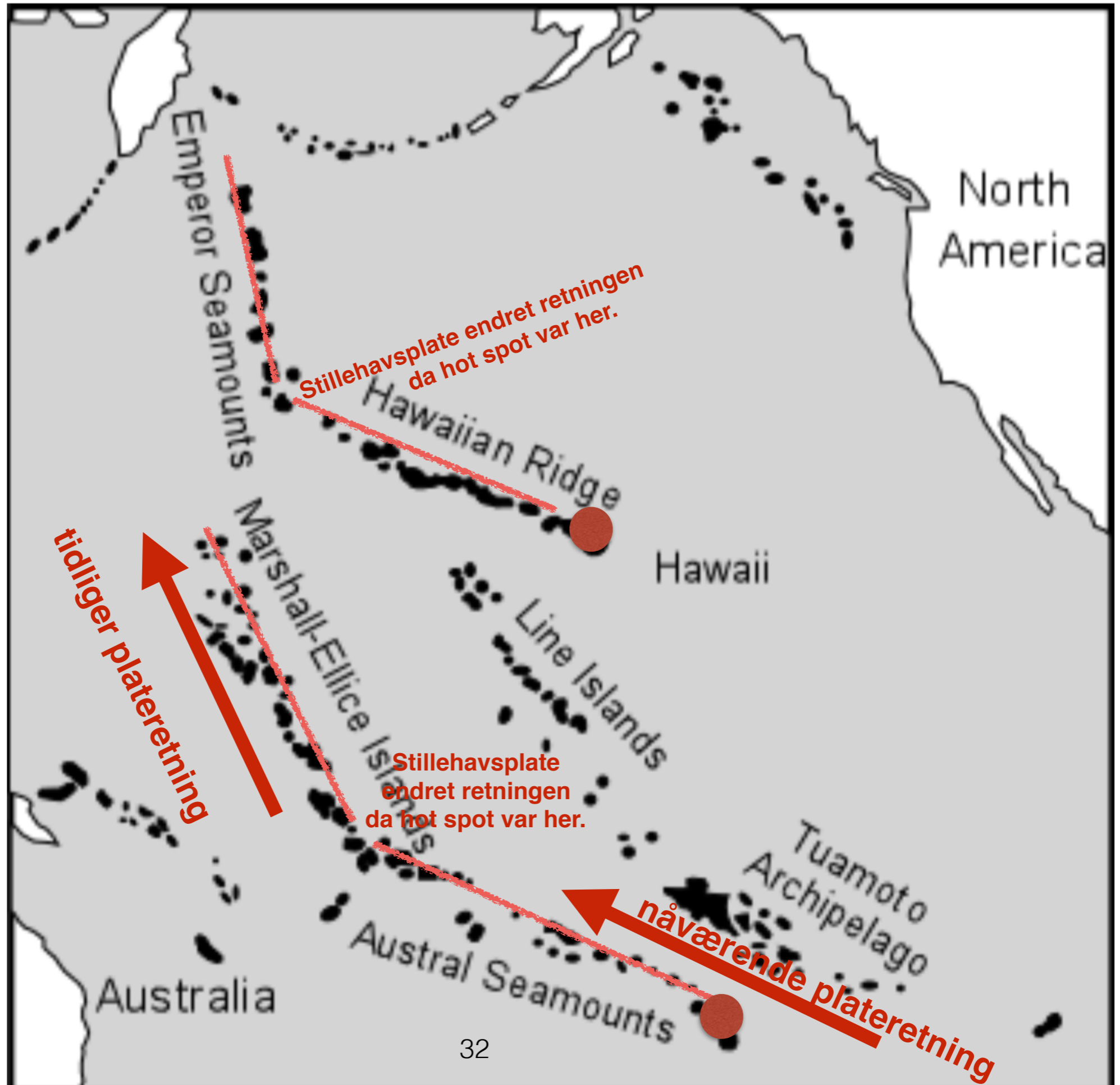


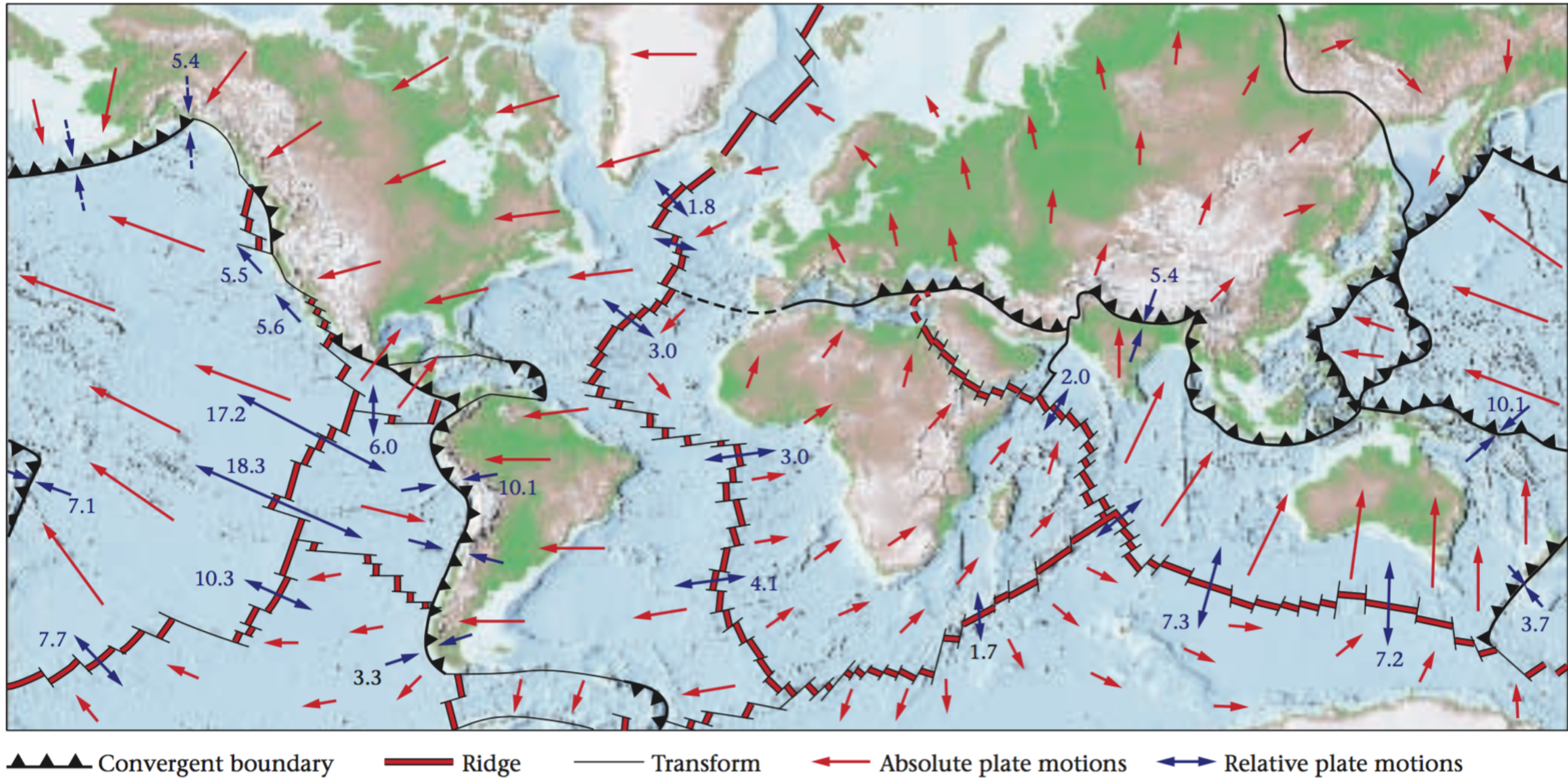
FIGURE 4.20 The dots represent the locations of selected hot-spot volcanoes. The tails represent hot-spot tracks. The most recent volcano (dot) is at one end of this track. Some of these are extinct, indicating that the plume no longer exists. Some hot spots are fairly recent and do not have tracks. Dashed tracks indicate places where a track was broken by sea-floor spreading.



**Hawaii, Island, og Yellowstone er klassikere.
Jan Mayen er norsk.**

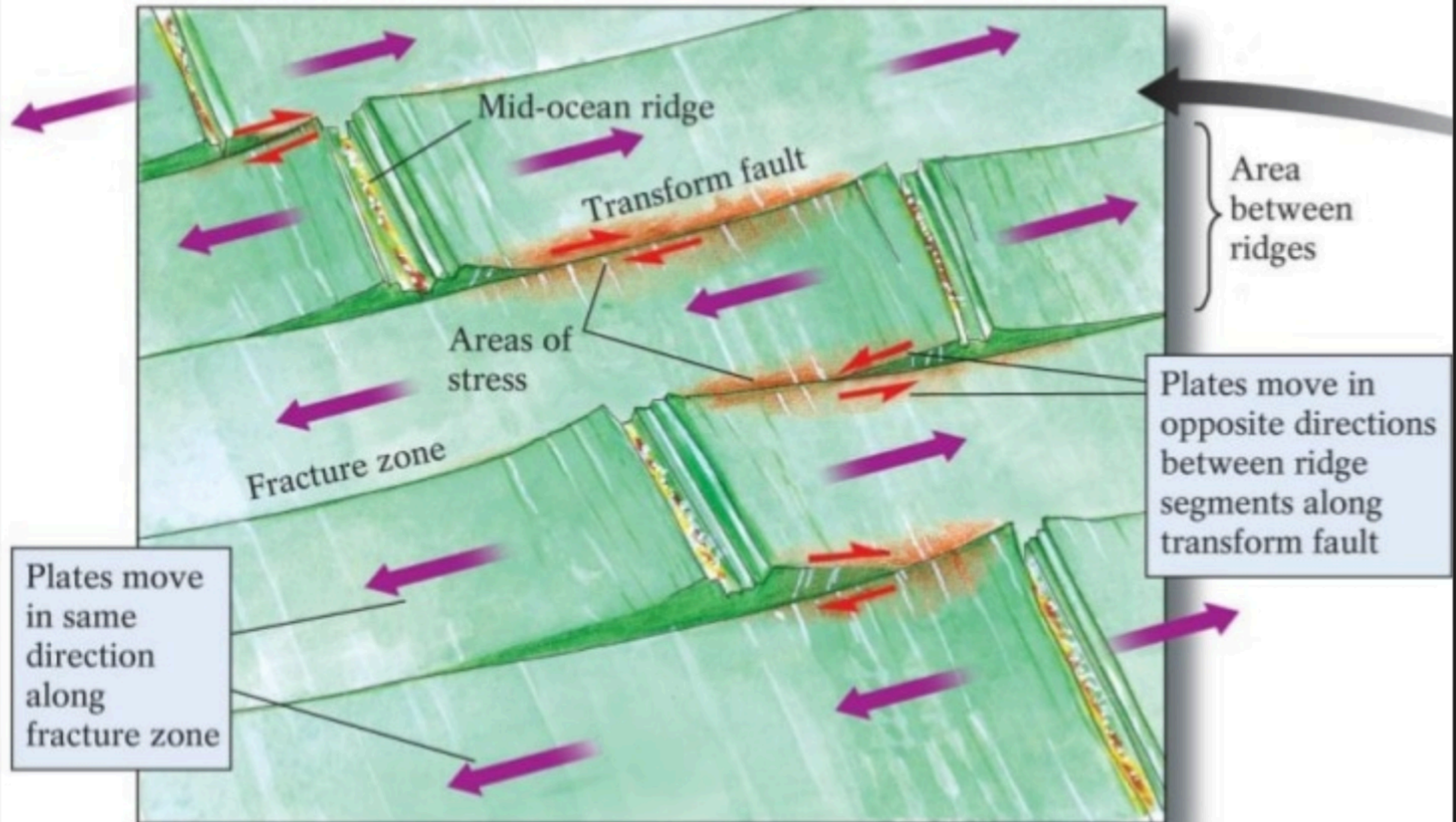
(bare glem de andre hot spots)

FIGURE 4.29 Relative plate velocities: the blue arrows show the rate and direction at which the plate on one side of the boundary is moving with respect to the plate on the other side. Outward-pointing arrows indicate spreading (divergent boundaries), inward-pointing arrows indicate subduction (convergent boundaries), and parallel arrows show transform motion. The length of an arrow represents the velocity. Absolute plate velocities: the red arrows show the velocity of the plates with respect to a fixed point in the mantle.



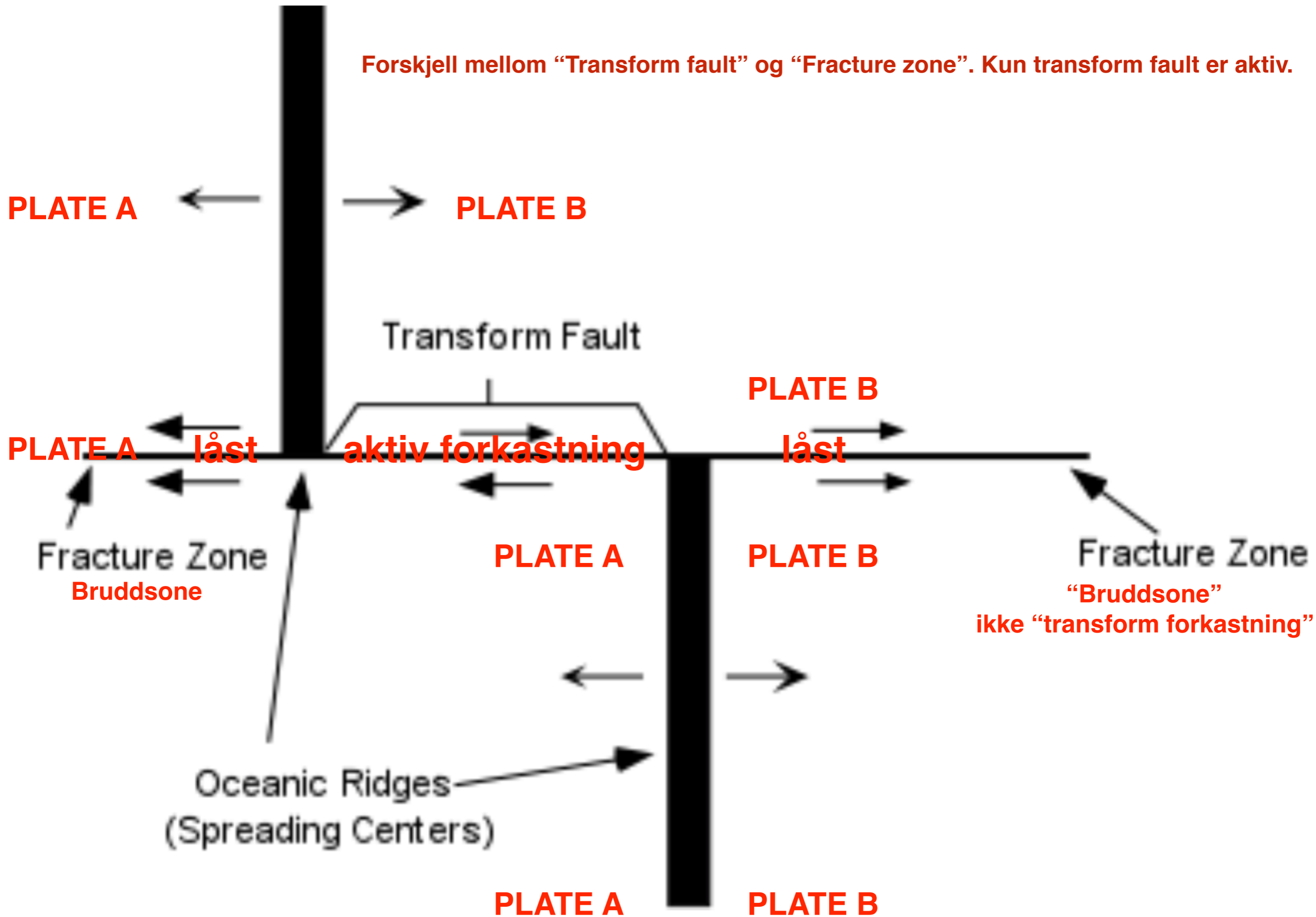
Atlantehavet utvides med ca. 1,8 - 4,1 cm hvert år.

Transform faults and fracture zones



Forskjell mellom "Transform fault" og "Fracture zone". Kun Transform fault er aktiv.

Forskjell mellom "Transform fault" og "Fracture zone". Kun transform fault er aktiv.

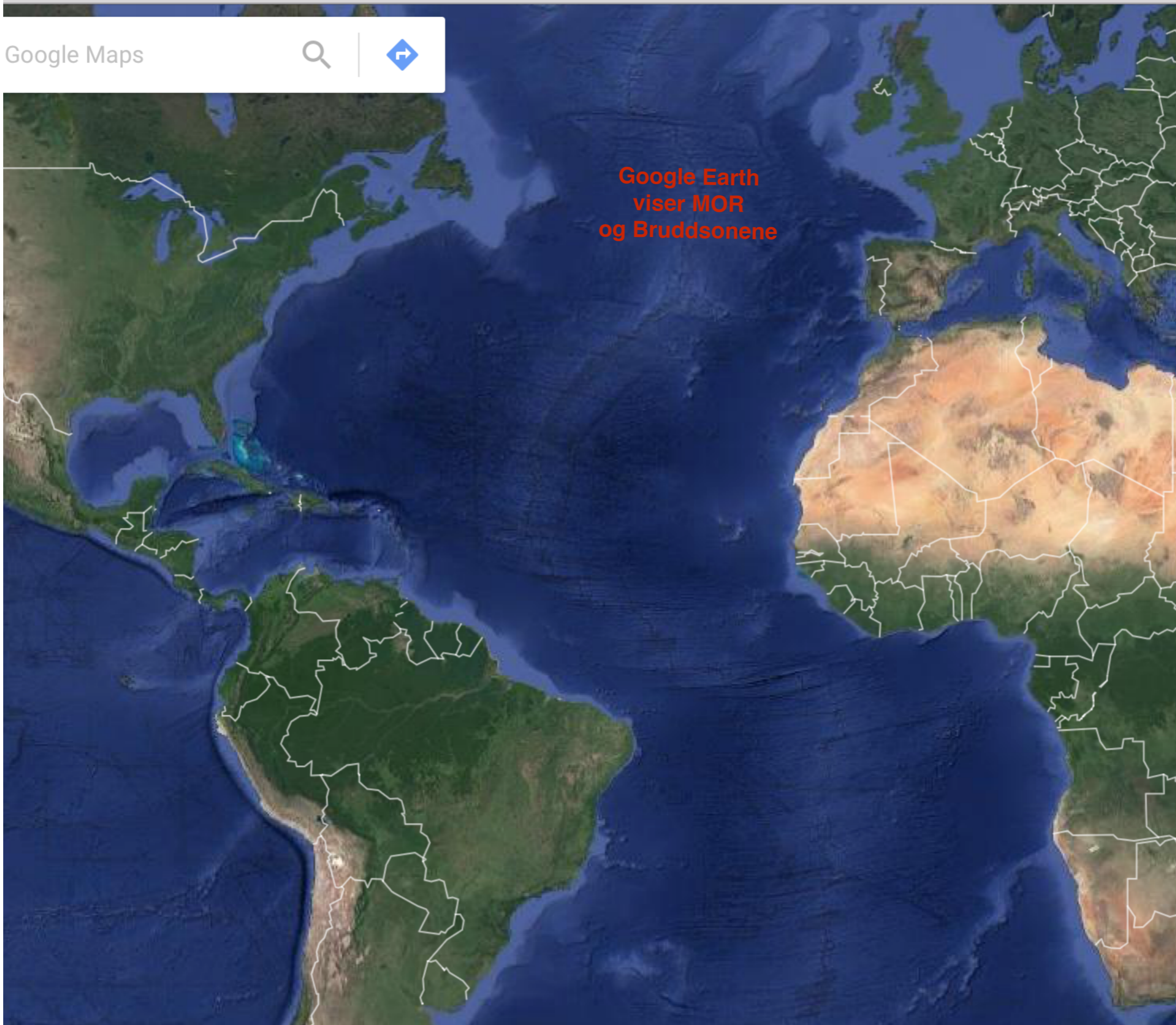




Google Maps



Google Earth
viser MOR
og Bruddsonene





Bruddsone

MOR

Bruddsone

MOR

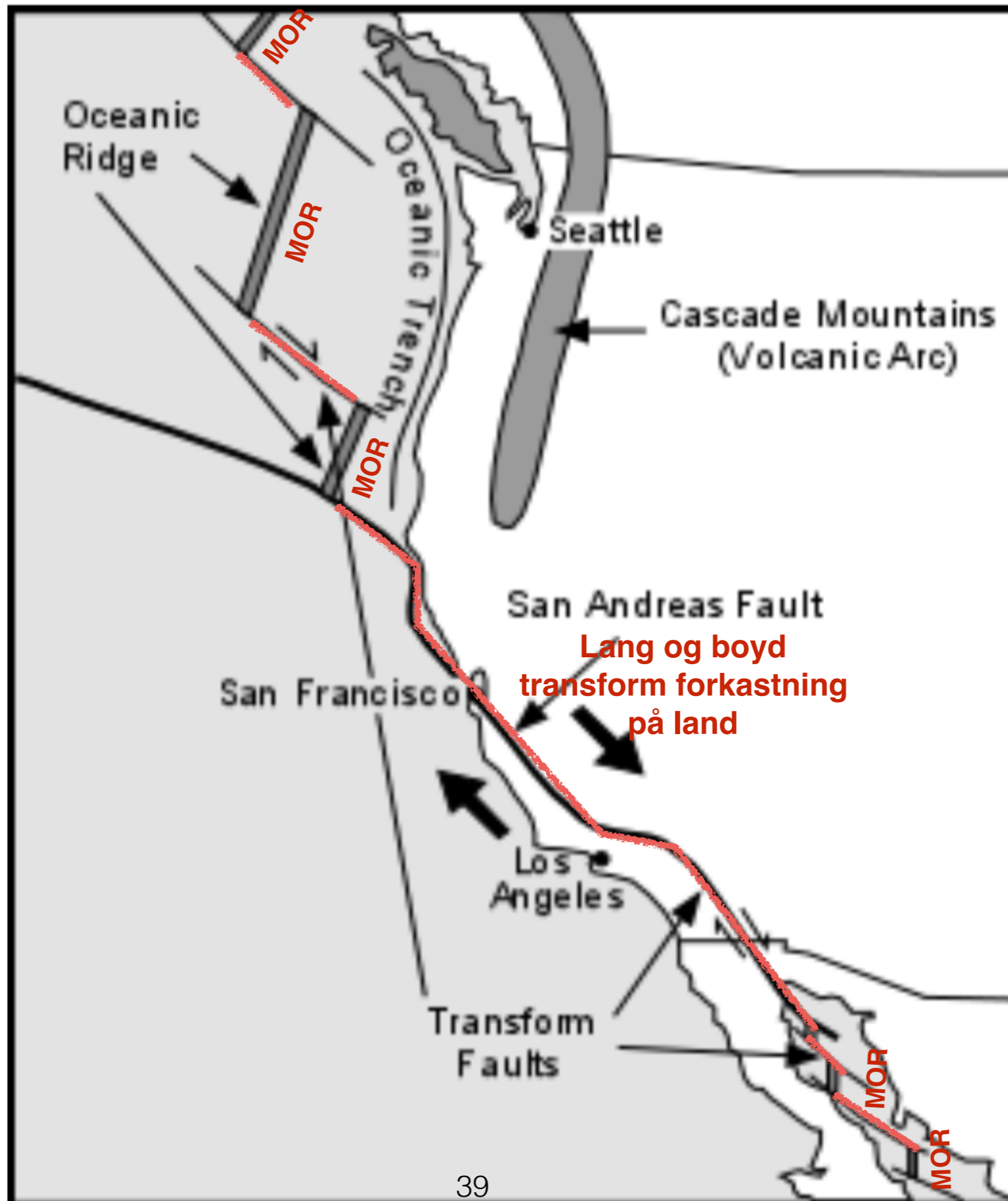
Bruddsone

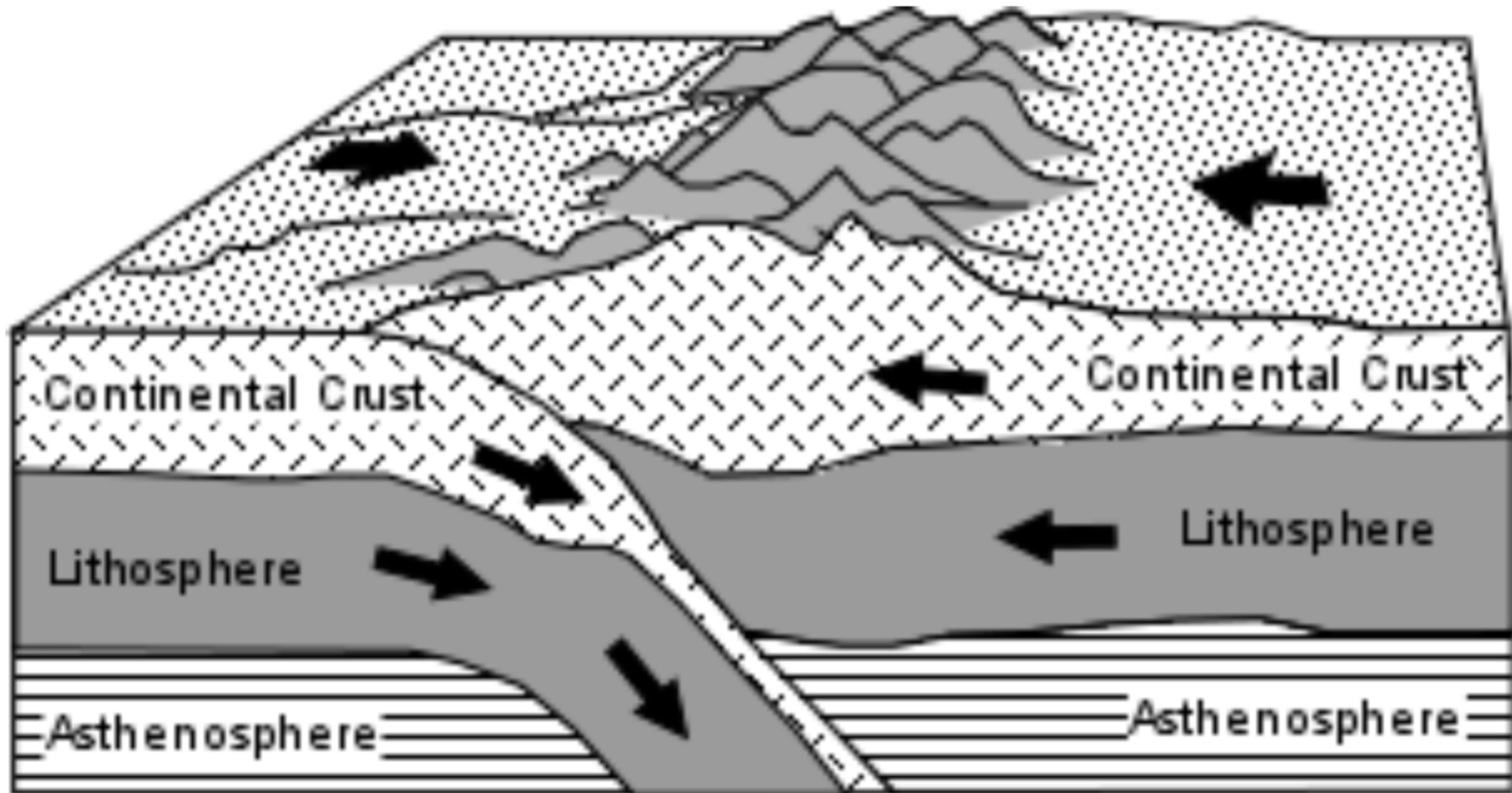
Bruddsone

MOR

Bruddsone

Bruddsone





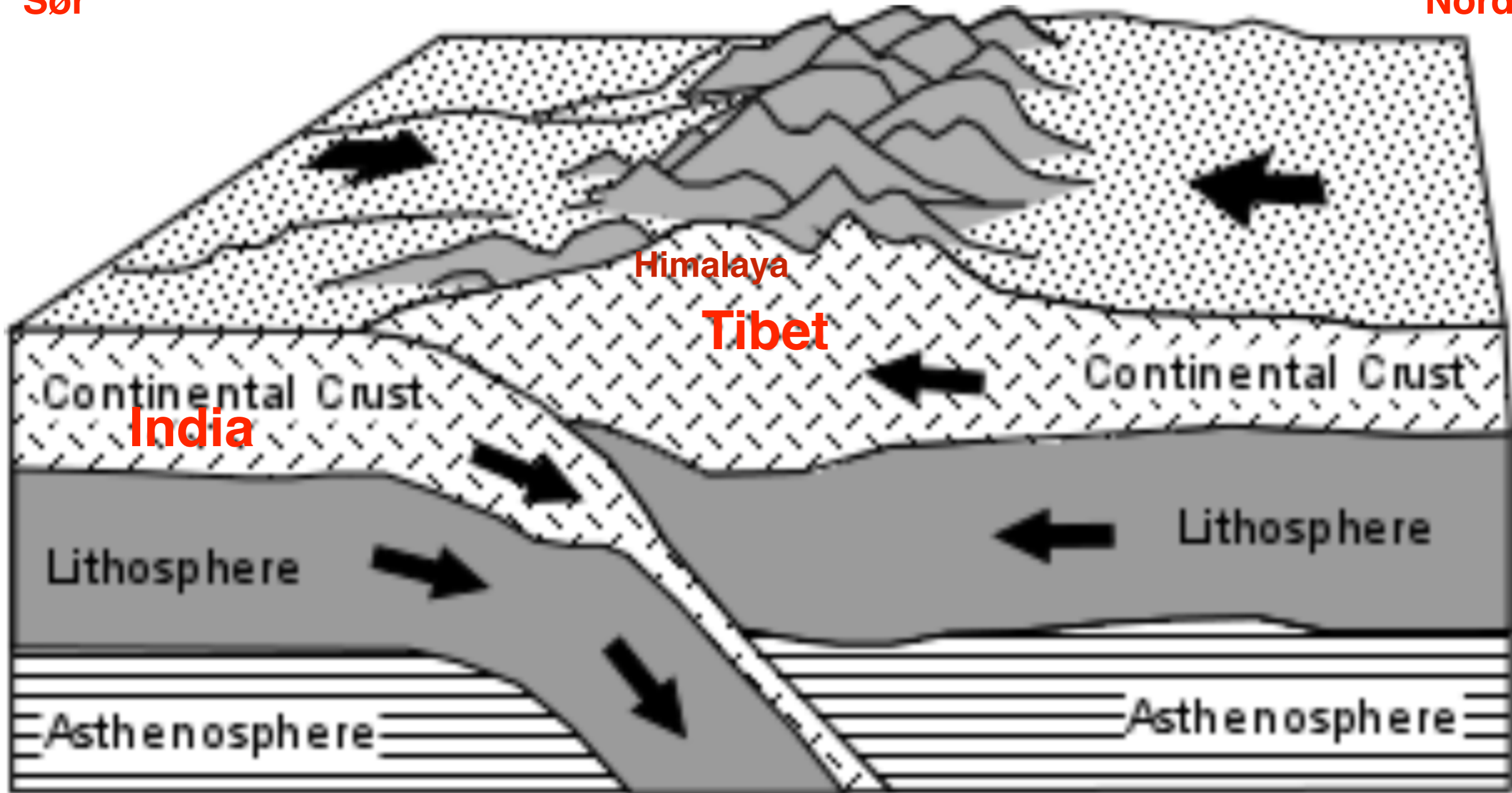
Continent- Continent Convergence

**subduksjon blokkeres når kontinent treffer annen kontinent
(kontinent-kontinent kollisjon)**

Sør

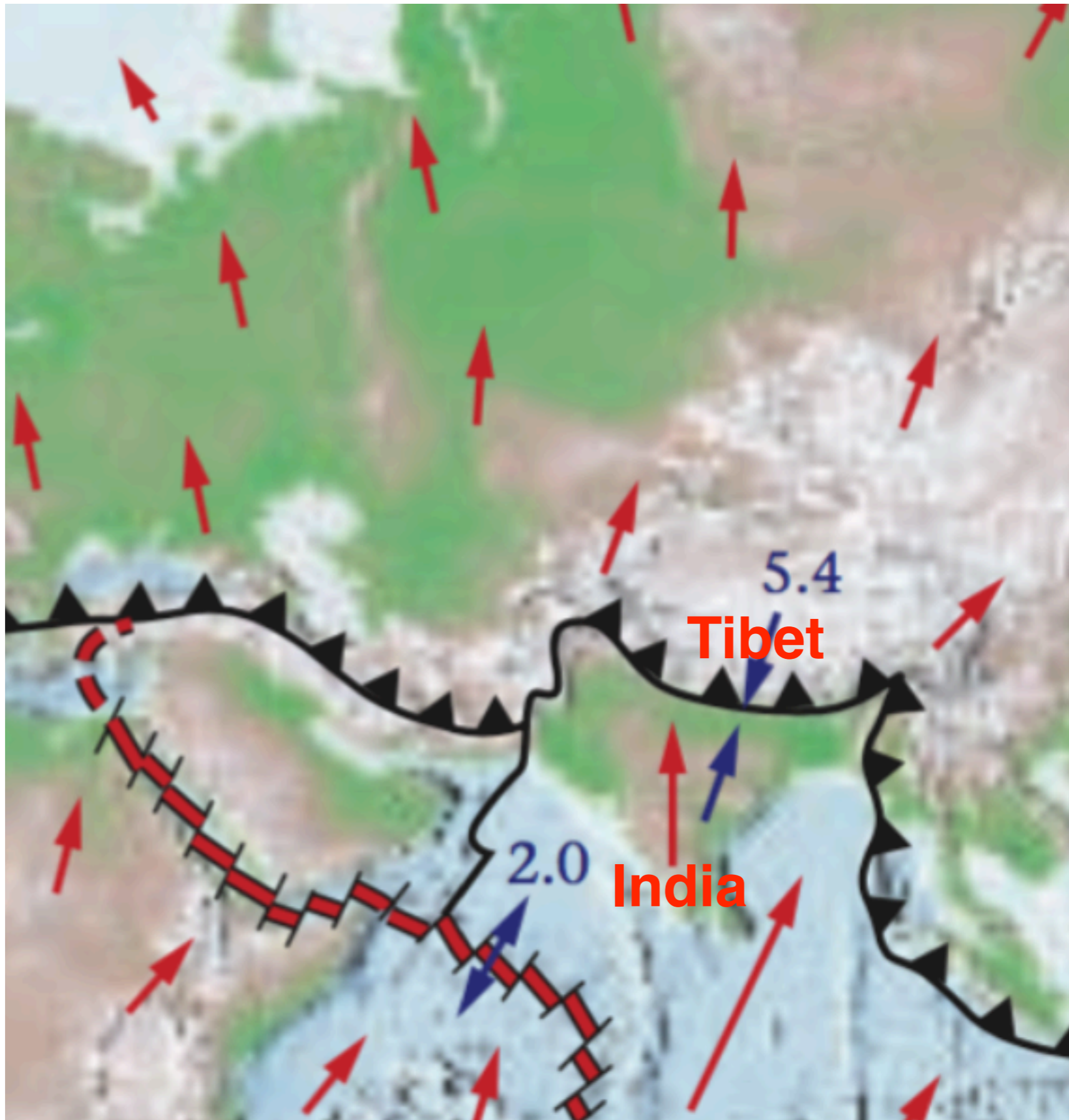
I den pågående kollisjon mellom India og Tibet

Nord



Continent- Continent Convergence

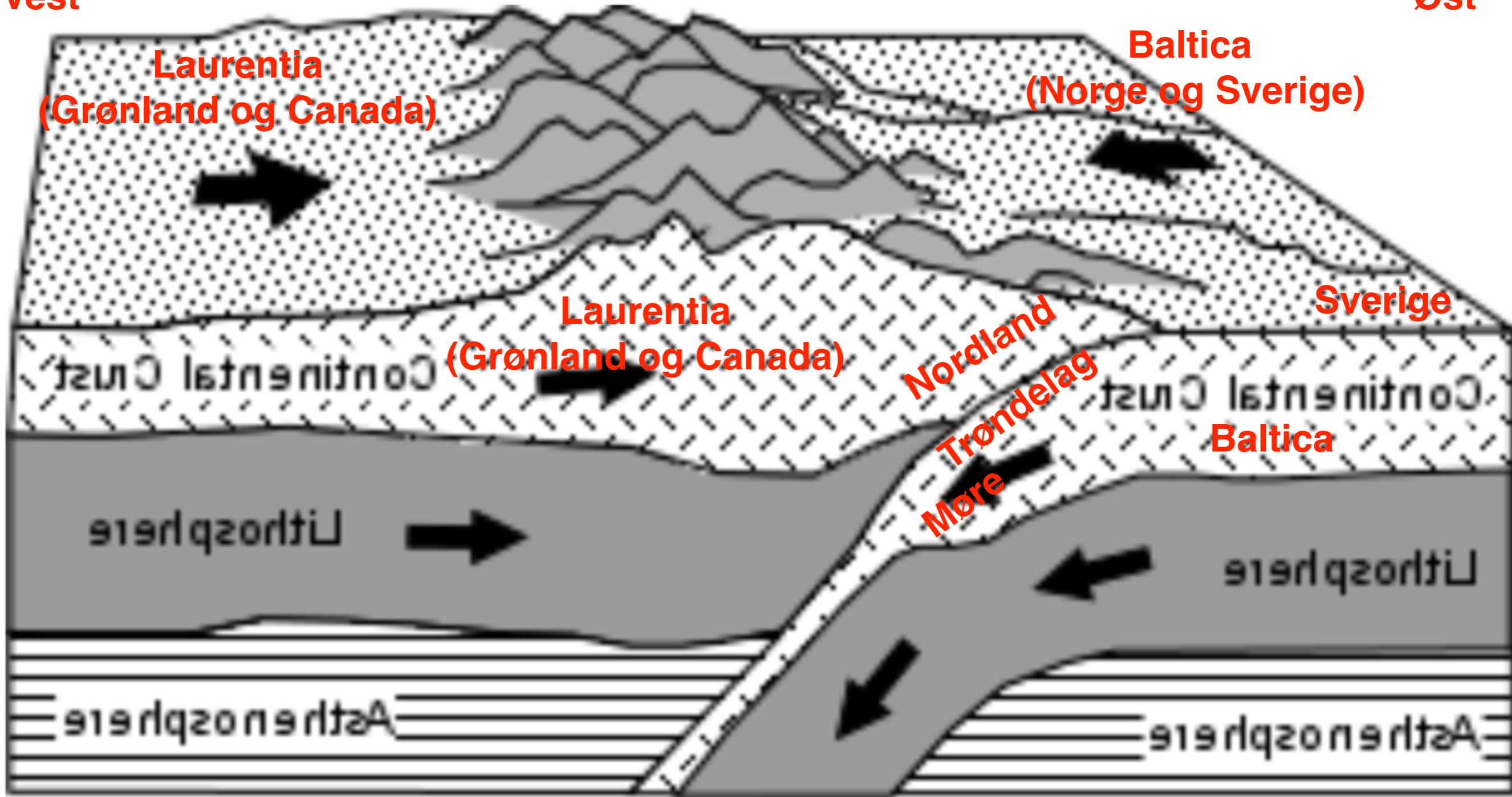
Himalaya dannes fordi India kolliderer og prøver å gå under Tibet
Alpene dannes fordi "Afrika" (og deler av Italia) kolliderer og prøver å gå under "Europa"



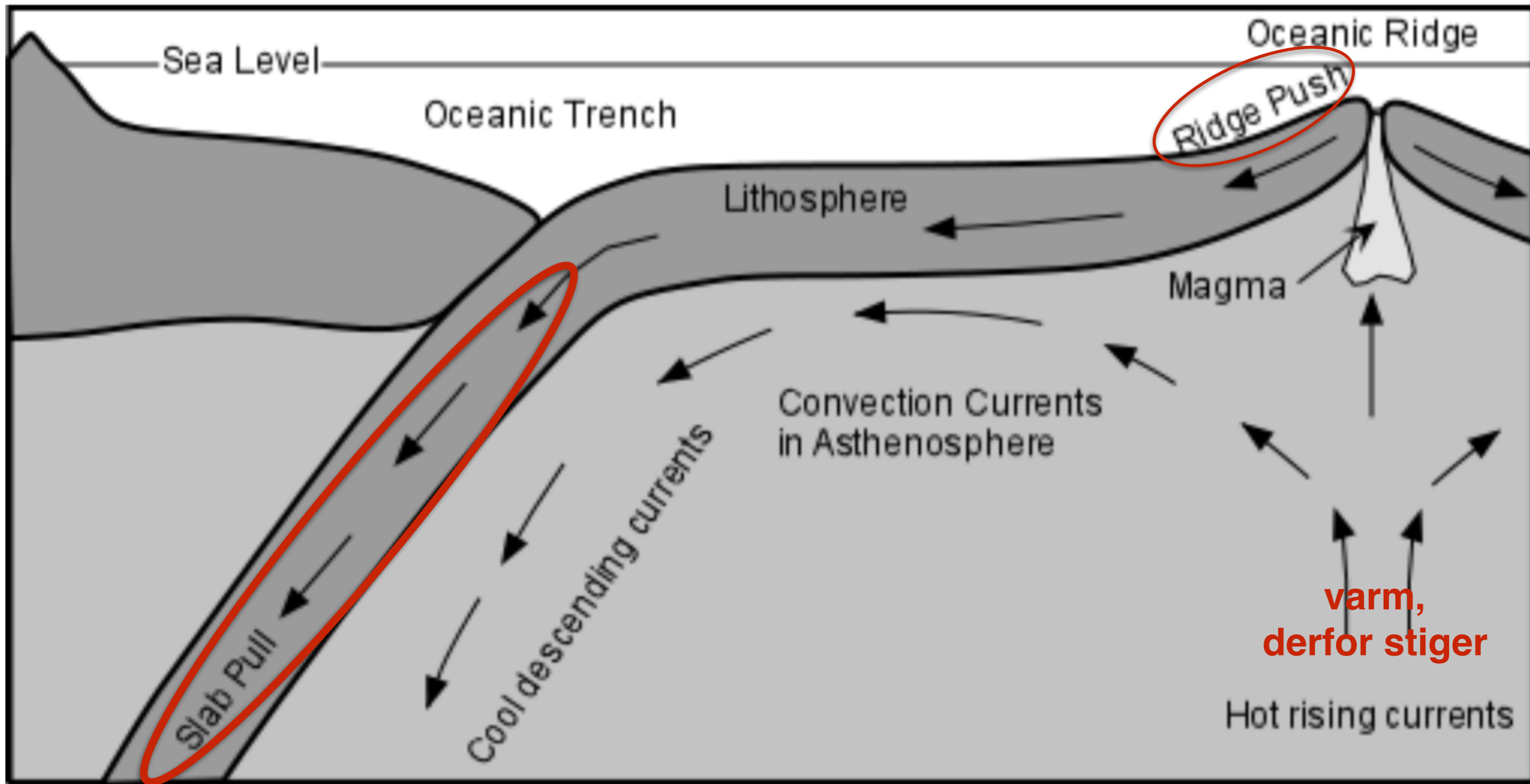
I en tidligere kollisjonen gikk "Baltica" under "Laurentia"
("Kaledonsk" fjellkjededannelse, 400 millioner år siden)

Vest

Øst



Continent - Continent Convergence



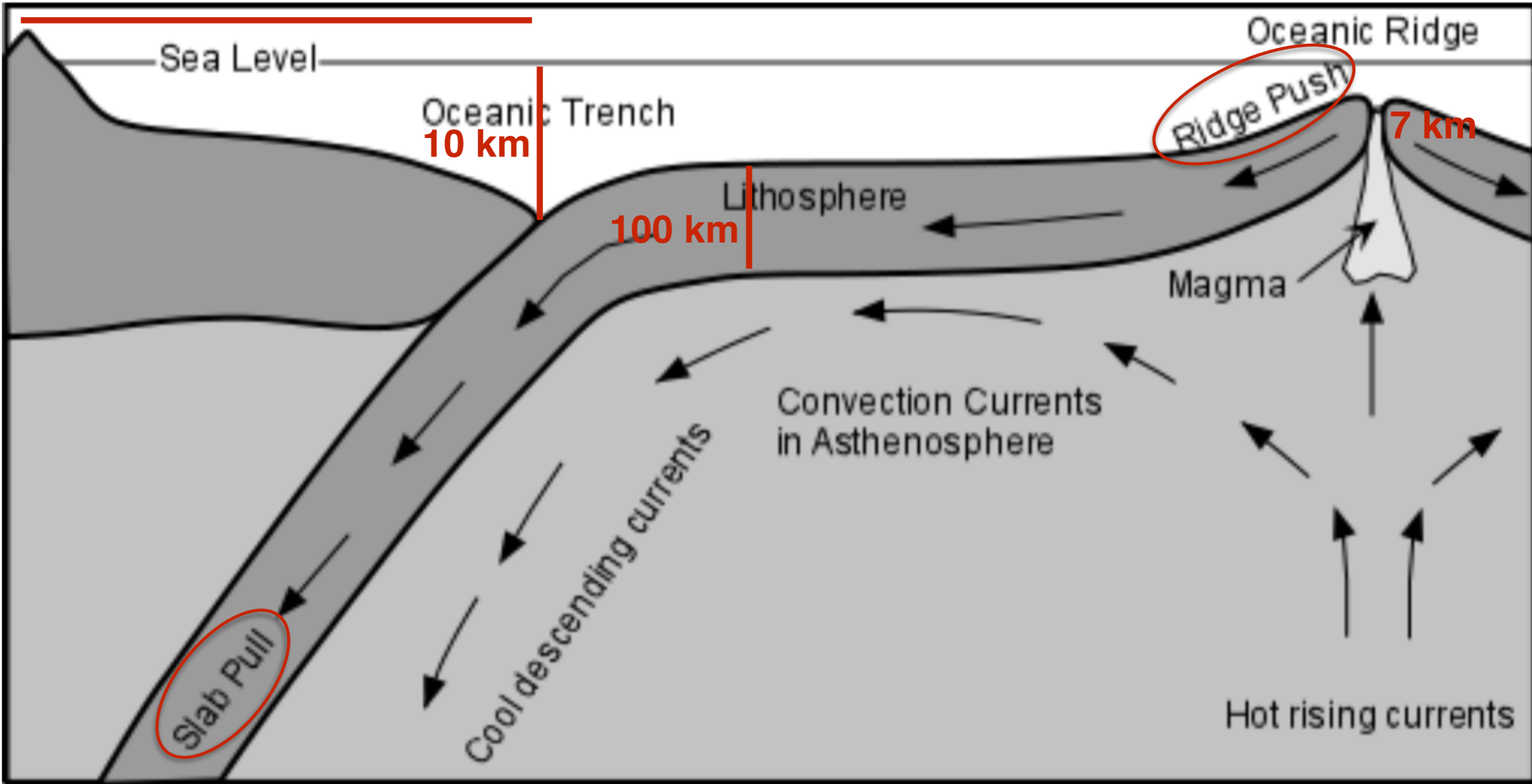
**varm,
derfor stiger**

**gammel, kaldt
derfor synker
og drar med seg platen**

**“Ridge push” er et uheldig begrep.
Det er ikke *magma* som pusher. Det er nedsig pga. gravitasjon.**

**“Slab pull” er viktigst. Nedsynkning av tung litosfære
pga. gravitasjon.**

200 km



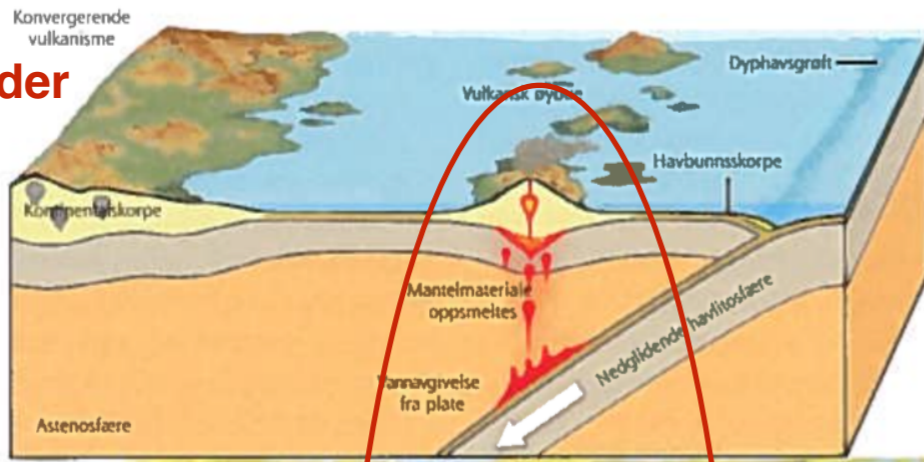
Uheldig skala i tegningen:

Hav trau er egentlig 10 km dyp.

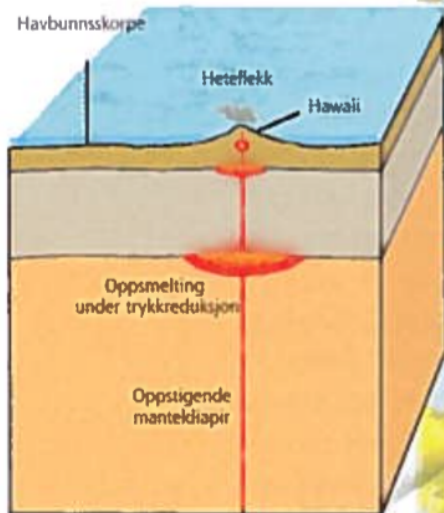
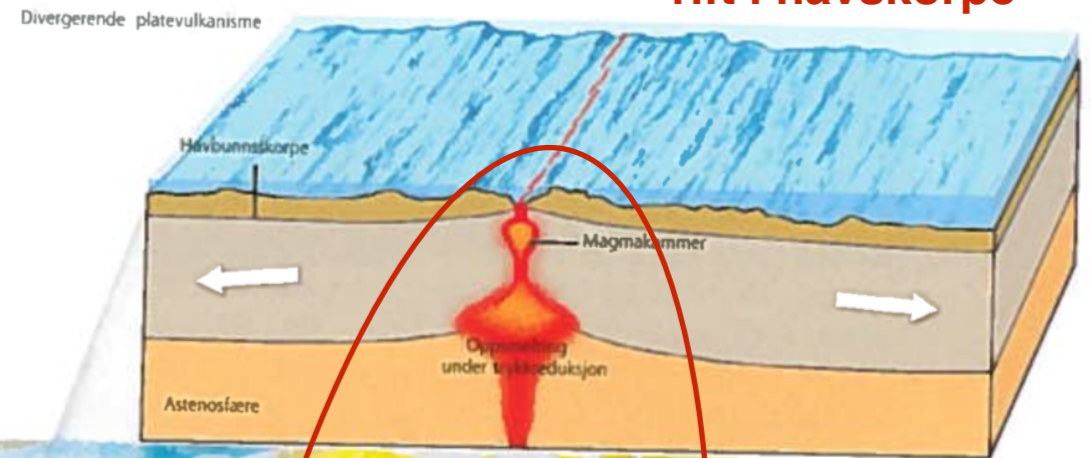
Kald gammel litosfære er egentlig 100 km tykk.

Ny litosfære ved Oceanic Ridge er egentlig kun 7 km tykk.

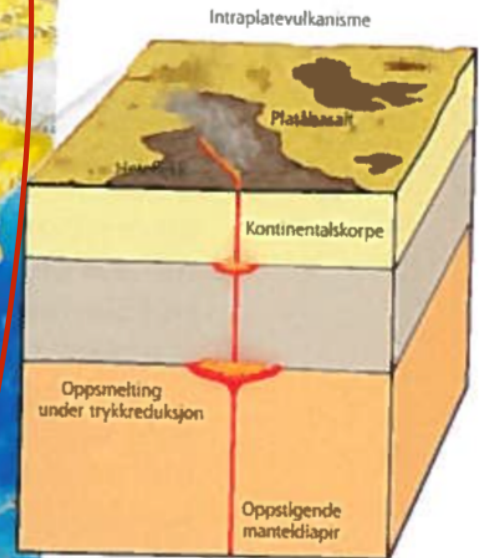
subduksjon under havskorpe



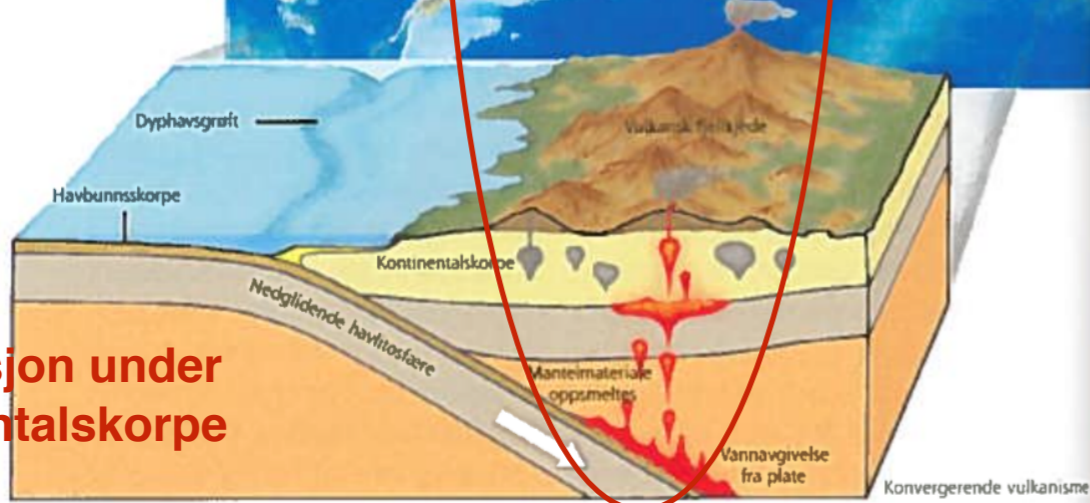
rift i havskorpe



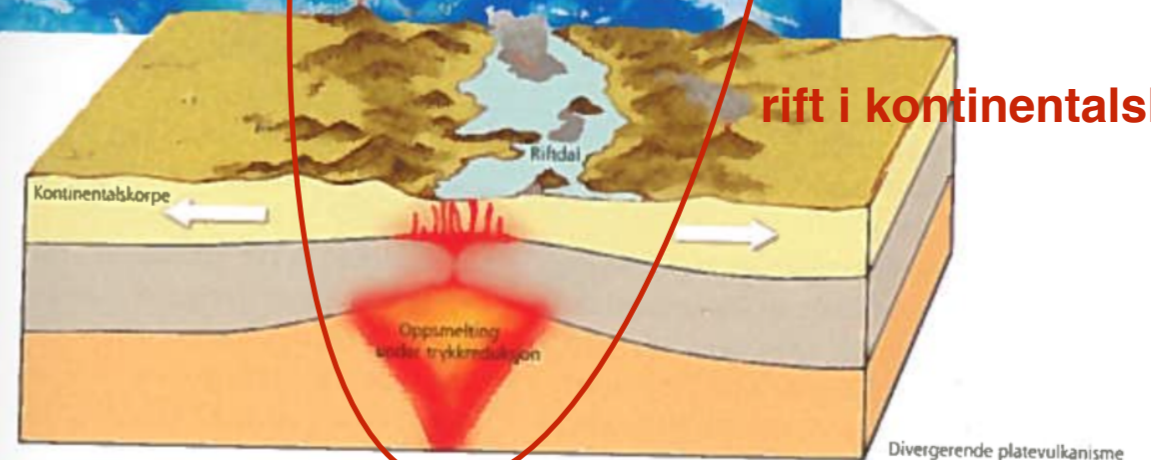
Intraplatevulkanisme



subduksjon under kontinentalskorpe



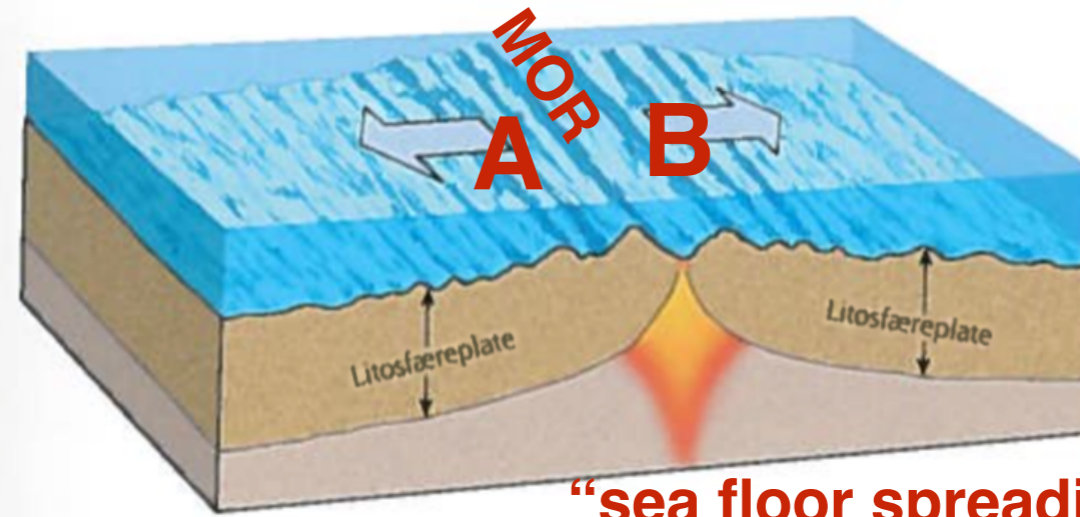
rift i kontinentalskorpe



2 hovedmåter at ny jordskorpe 'fødes'

vannavgivelse fra synekde skorpe "fluss smelting" trykkreduksjon av stigende solid mantel "dekompresjon smelting"

divergerende grenser:
(ny havskorpe)

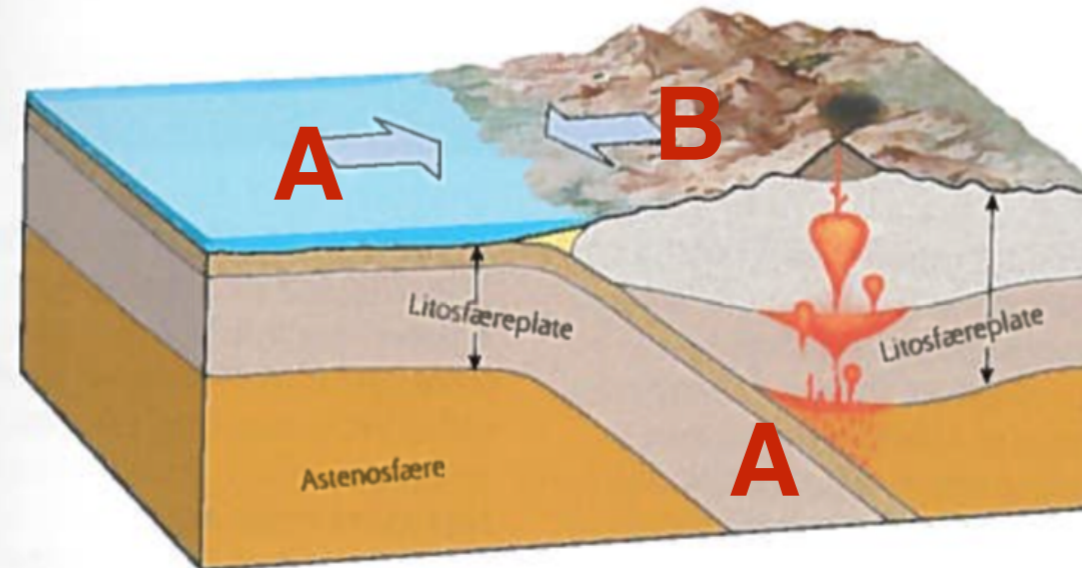


DE TRE ULIKE
PLATEGRENSE-
TYPENE I DEN
PLATETEKTONISKE
MODELLEN

Divergerende
plategrense i for-
bindelse med en
midthavsrygg

“sea floor spreading”

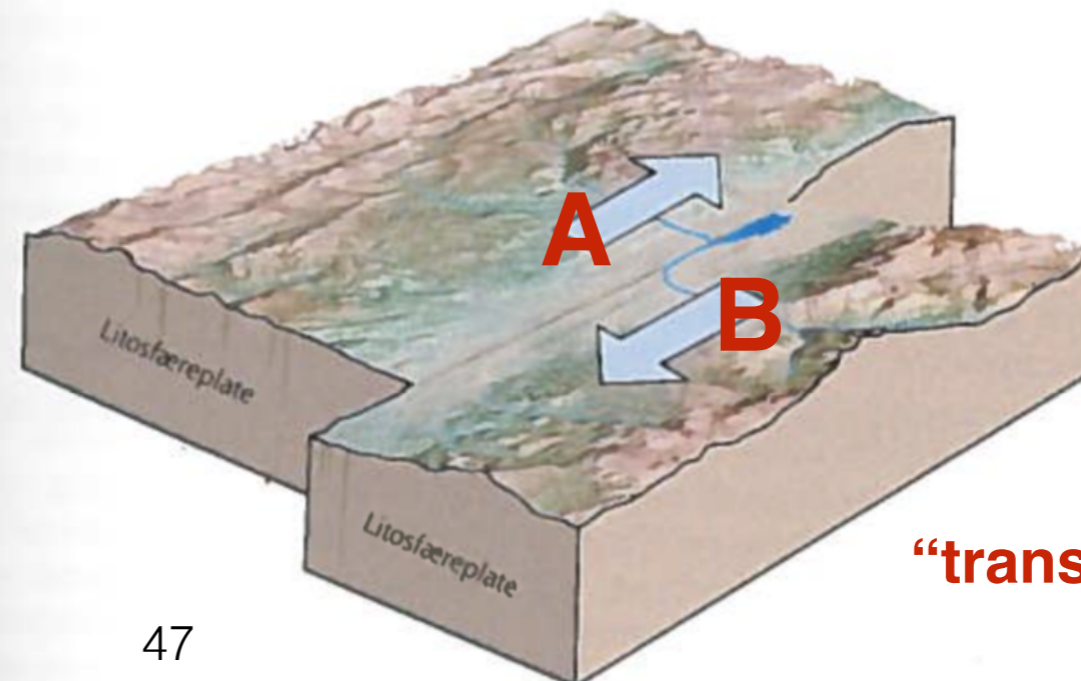
konvergerende grenser:
(ny kontinentalskorpe)



Konvergerende
plategrense med
subduksjon av en
havplate under en
kontinentalplate

“subduction lithosphere slab”

transform grenser:
(ingen ny skorpe)



Transform plate-
grense langs en
transform for-
kastning

“transform fault”