

Jordens opbygning og pladetektonik

maj 2020

Tine B. Larsen og Peter H. Voss

Diskuter med din sidemakker

hvad tror I, der gemmer sig under dybt nede i jorden under jeres fødder?



Læringspointer

- Jeg kender opbygningen af jordens indre, og ved hvordan man har fundet ud af det
- Jeg kan forklare, hvad pladetektonik er, og hvordan den fungerer
- Jeg ved, hvorfor findes der bjerge



Jordens opbygning

Indledende elevopgave:

Prøv at tegne, hvordan du tror jorden ser ud inden i. Er den hul eller fyldt helt ud?
Er der lag som i en lagkage? Hvad tror du, der gemmer sig derinde?



Jordens opbygning

Hvordan kan man "se" ind i jordens indre?

Folk, der kommer ud for ulykker, ryger en tur på skadestuen og bliver røntgenfotograferet. Røntgenstråler består af meget små elektromagnetiske bølger, som suser lige gennem den bløde hud og muskler, men ikke så nemt kan komme gennem de hårde knogler.

Røntgenbilledet er en slags skygebillede af kroppens indre, hvor lægen kan se knoglerne som hvide skygger.



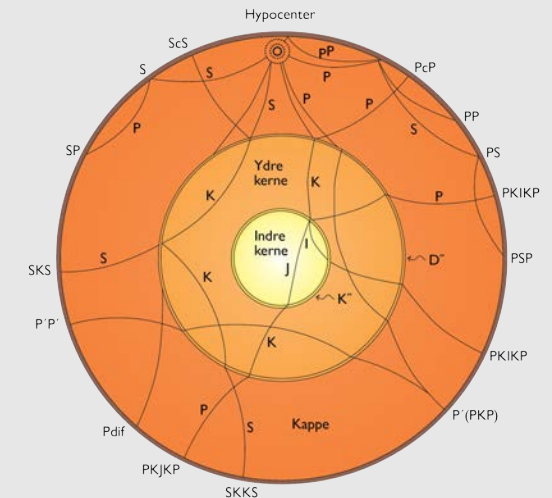
Jordens opbygning

Hvordan kan man "se" ind i jordens indre?

Desværre er jorden for stor til, at vi kan proppe den ind i en røntgenmaskine!

Jorden er også for stor og for varm inden i til at vi bare kan bore et hul og se, hvad der gemmer sig.

Til at "gennemlyse" en stor jordklode skal vi bruge nogle store, stærke bølger med masser af energi. Bølgerne får vi fra jordskælv. Hver gang der sker et stort jordskælv, suser rystelserne i form af bølger gennem jordkloden.



Grafik: GEUS

Jordens opbygning

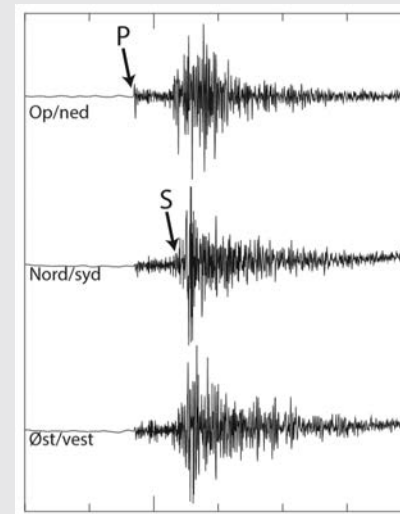
Hvordan kan man "se" ind i jordens indre?

I alle verdens lande står der seismografer. Det er instrumenter, som måler, hvor meget jorden ryster. Hver gang der har været et jordskælv, kan man måle det på seismograferne, når bølgerne er nået gennem jorden.

Seismografens målinger kalder vi for seismogrammer.



Seismograf



Seismogrammer, hvor bølgenes ankomst er markeret

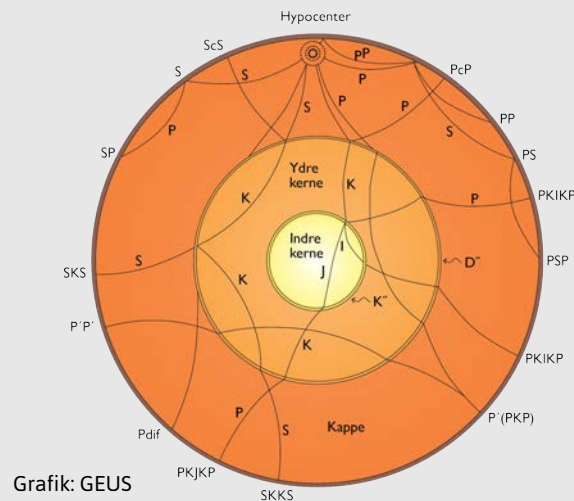
Jordens opbygning

Hvordan kan man "se" ind i jordens indre?

Kan du huske røntgenbilledet fra sygehuset?

Bølger fra jordskælv bevæger sig langsomt gennem noget, der er blødt, og hurtigt gennem noget der er hårdt. Vi måler, hvor hurtigt bølgerne bevæger sig gennem jorden fra et jordskælv til seismografer i alle verdens lande.

Så kan vi se, hvor inde i jordkloden bølgerne kommer hurtigt igennem og hvor det går langsommere. På den måde kan vi lave et billede af jordens indre – ligesom et røntgenbillede!



Se hvordan rystelserne – her vist som streger – breder sig gennem hele jorden fra jordskælv. Jordskælv sker ved den lille ring øverst, hvor der står hypocenter.

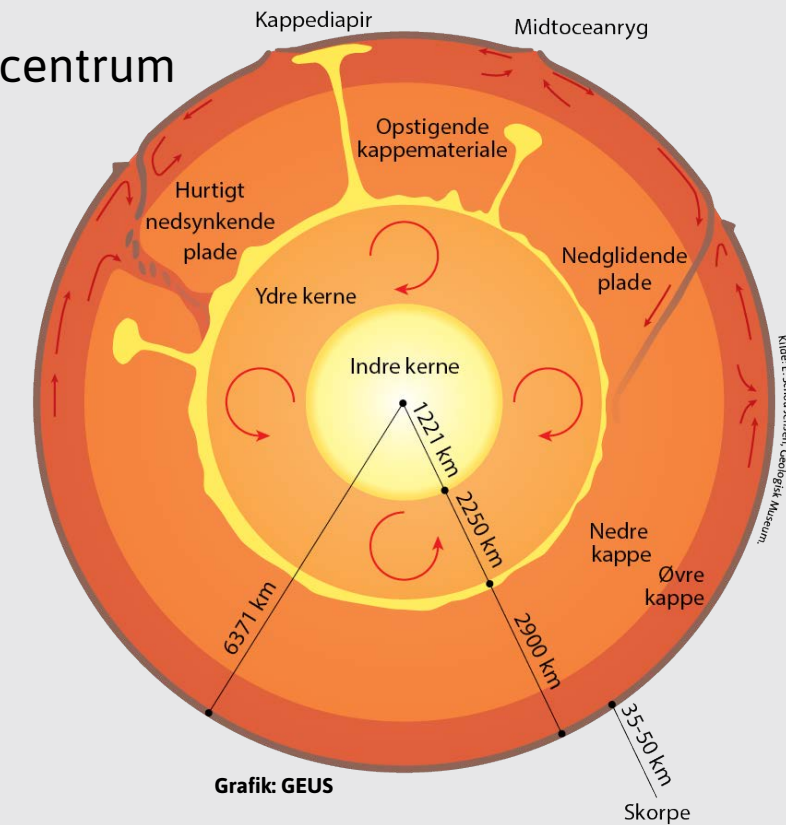
På figuren er der kun vist nogen af rystelserne. Hvis vi tog dem alle sammen med, ville hele figuren være dækket af sorte streger, så vi ikke kunne se de forskellige lag.

Jordens opbygning

Jordens indre lag

Der er i gennemsnit 6371km fra et punkt på jordoverfladen til jordens centrum

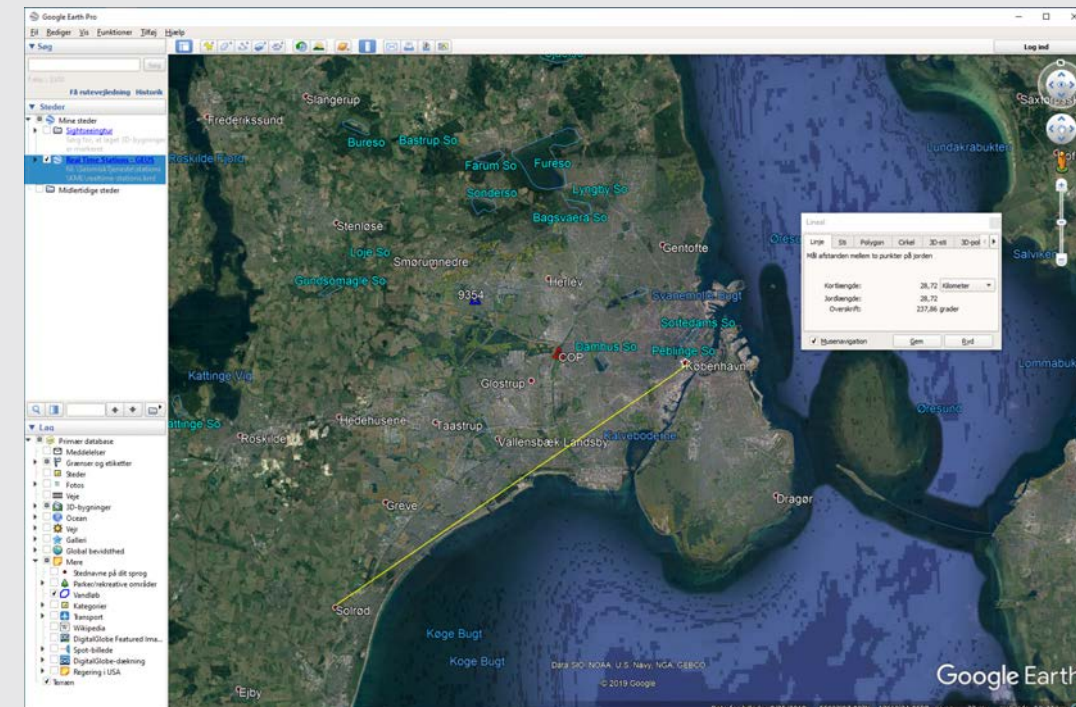
- Skorpen – den øverste, hårde del af jordkloden, som vi lever på
- Lithosfæren – de store, stive plader, som skorpen sidder fast på
- Kappen – jordens bløde (men ikke smeltede) indre, som flytter varme fra jordens indre op til lithosfæren
- Ydre kerne – består mest af smeltet jern i konstant bevægelse. Giver jorden et magnetfelt, der beskytter livet på jorden mod stråling fra rummet.
- Indre kerne – en hård metalkugle, som blev opdaget af danske Inge Lehmann i 1936.



Jordens opbygning

Øvelse:

- Prøv at få en fornemmelse for, hvor store lagene i jordens indre er.
- Start med at finde din skole i GoogleEarth. Brug målebåndet til at måle afstande fra skolen. Husk at sætte måleenheden til km. Hvad ligger 35 km (skorpens tykkelse) fra skolen?
- Hvad ligger 220 km (lithosfærens tykkelse) fra skolen?
- Hvad ligger 2900 km (bunden af kappen) fra skolen?
- Hvad ligger 1221 km (indre kernes radius) fra skolen?
- Hvad ligger 6371 km (jordens radius) fra skolen?



Jordens opbygning

Opsamling på jordens opbygning

Tegn jordens indre igen, som vi startede med.
Hvor godt ligner din første tegning af jordens
indre din anden tegning? Hvad er anderledes?
Blev du overrasket over noget? Hvad?



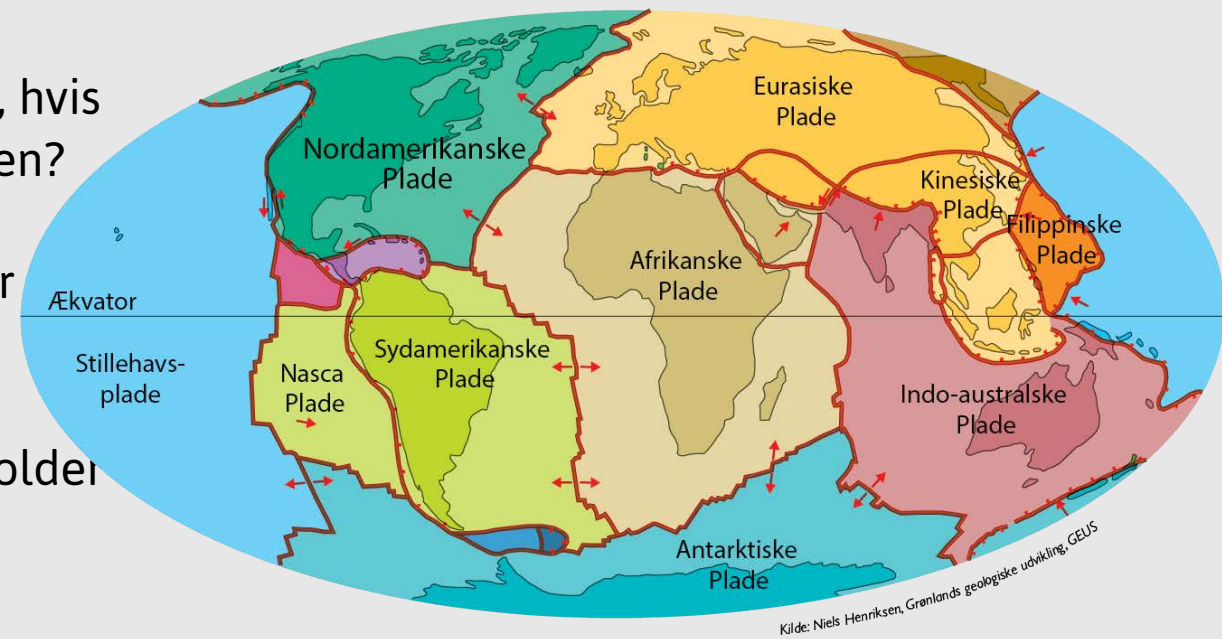
Pladetektonik og jordens ydre

Vind og vejr slider på jordens overflade. Hvis der ikke var noget, som skubbede bjergene opad, når vinden har slidt toppen af, ville jordkloden til sidst miste topografien (højdeforskellene).

Hvad tror du der ville ske med vandet i oceanerne, hvis der ikke var nogen højdeforskelle på jordoverfladen?

Hvis vandet i verdenshavene var fordelt jævnt over hele jordkloden, ville det være ca. 2km dybt

Heldigvis har vi aktiv pladetektonik, som vedligeholder jordens topografi med bjerge og dybhavsgrave



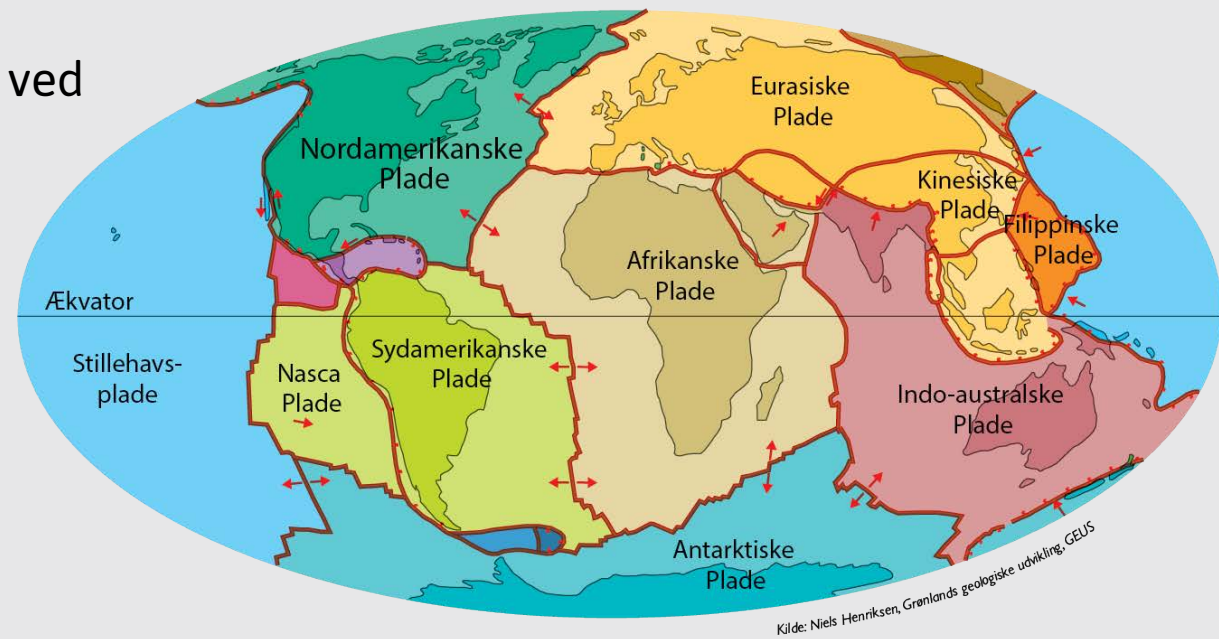
Pladetektonik og jordens ydre

Kortet viser de store, stive plader, der udgør jordens ydre skal. Læg mærke til de små, røde pile. De viser, hvordan pladerne bevæger sig i forhold til hinanden. De ligger nemlig ikke stille.

Nogle steder glider pladerne forbi hinanden, f.eks. ved Californien i USA.

Andre steder støder pladerne sammen. F.eks. I det nordlige Indien og ved Japan og Filippinerne.

Jordens topografi afhænger af, hvordan pladerne støder sammen. Det vender vi tilbage til, når I har undersøgt jordens topografi.



Pladetektonik og jordens ydre

Øvelse:

Gå på opdagelse i jordens topografi med GoogleEarth.
Nederst på GoogleEarth vises højden på det punkt, musen befinder sig over

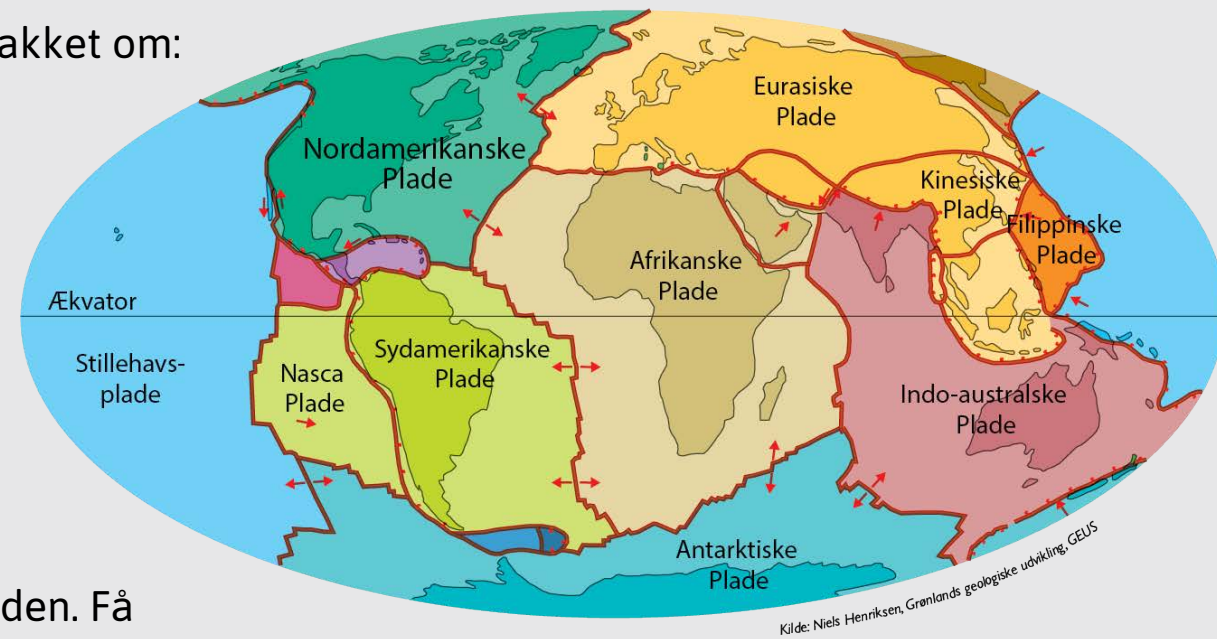
1. Prøv at undersøge topografien de steder, vi lige har snakket om:

- a) Langs Californiens kyst
- b) Det nordlige Indien
- c) Stillehavet ud for Japan og Filippinerne

2. Hvor finder I mange bjerge?

- a) Hvor høje er de? b)
- b) Kan I finde nogen, som er mere end 4000m høje?
- c) Hvor finder I dybt vand?
- d) Hvor dybt?

Prøv gerne at undersøge topografien andre steder på jorden. Få inspiration til steder I vil undersøge, ved at kigge på kortet med pladegrænser

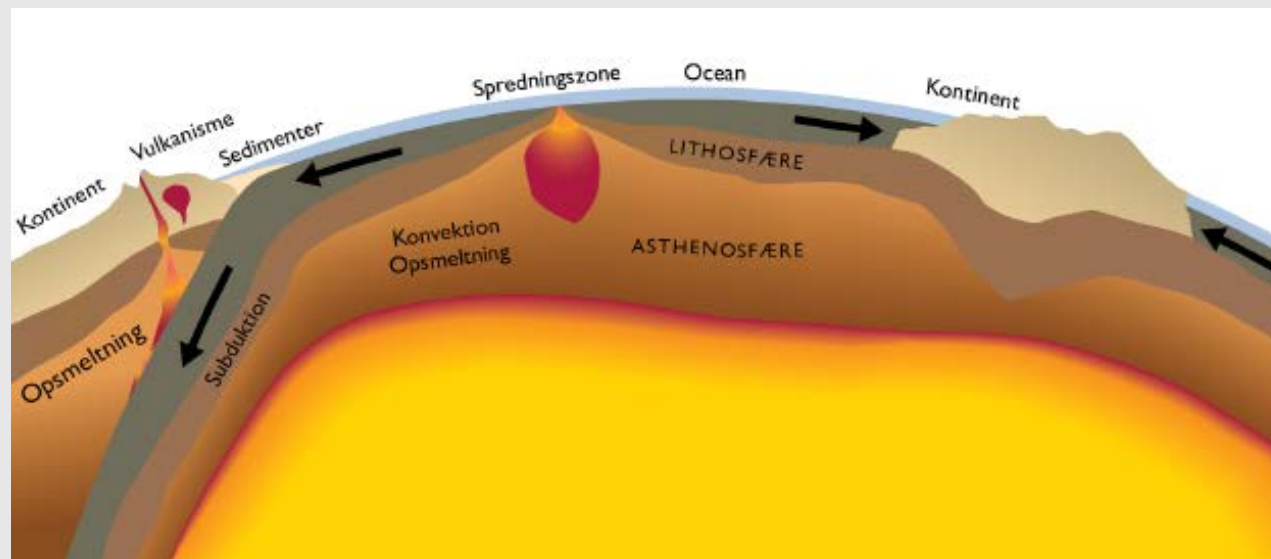


Pladetektonik og jordens ydre

Nu skal vi finde ud af, *hvordan* jordens topografi bliver påvirket af pladerne og deres bevægelser

Jordens ydre skal består af nogle store, stive plader, der bevæger sig i forhold til hinanden.

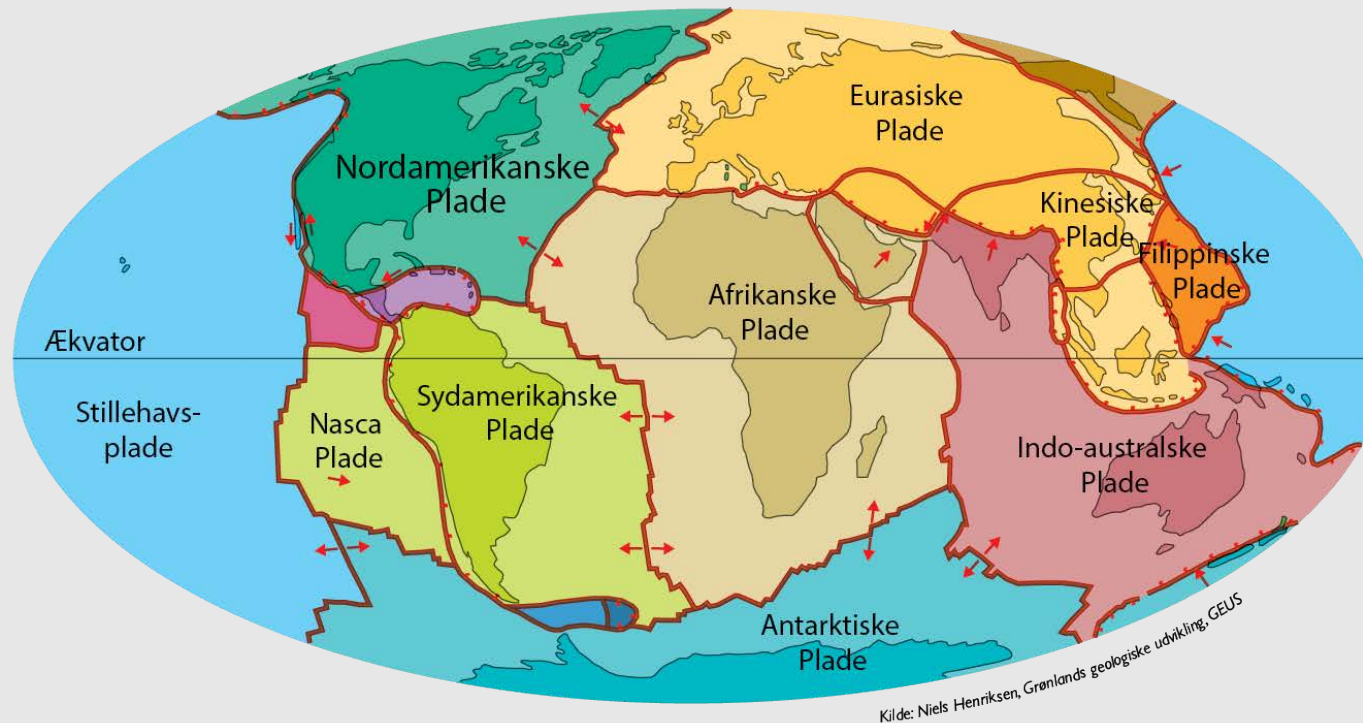
Pladerne kaldes lithosfæreplader. Under oceanerne kaldes de oceanplader og består af sten med en højere massefylde end kontinentalpladerne, som landjorden befinder sig på. Oceanpladerne dannes ved oceanryggene og bliver tykkere i takt med at materialet skubbes væk fra ryggen. De bliver ca. 100 km tykke. Kontinentalpladerne er ca. dobbelt så tykke og har lavere massefylde.



Pladetektonik og jordens ydre

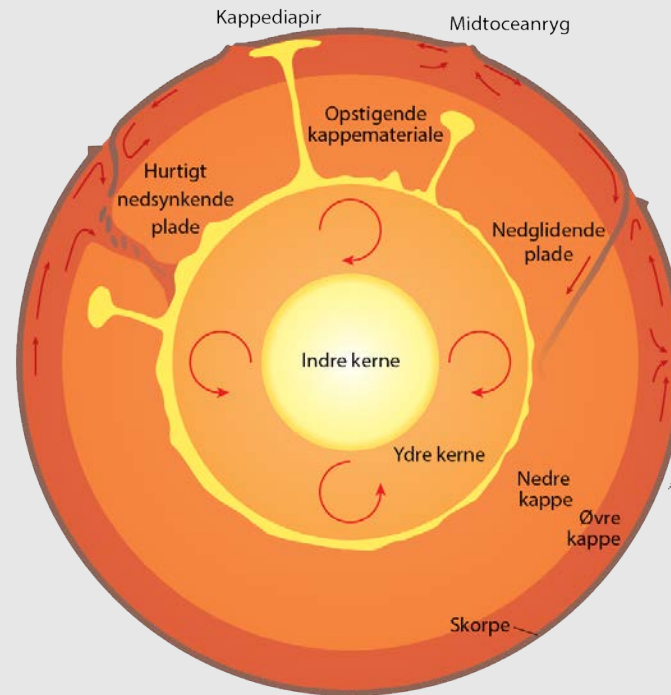
Lithosfærepladerne dækker jordens overflade som store brikker i et puslespil. Læg igen mærke til hvor pladernes kanter ligger – bl.a. "Ring of Fire" rundt om Stillehavet og hele vejen ned gennem Atlanterhavet.

Man kalder området hvor to plader mødes for en pladegrænse



Pladetektonik og jordens ydre

Lithosfærepladerne ligger ikke stille i forhold til hinanden. De udgør et "levende" puslespil. De bevæger sig, fordi de bliver skubbet rundt af strømninger i jordens kappe. Der er masser af varme i jordens indre, som gerne vil ud. Det varme materiale i jordens kappe stiger opad lige som varm luft i atmosfæren. Koldt materiale synker nedad fra overfladen. På den måde cirkler materiale rundt i jordens kappe. Det kaldes termisk konvektion.



Pladetektonik og jordens ydre

Lithosfærepladerne bevæger sig forskelligt i forhold til hinanden forskellige steder i verden. Vi kalder området hvor to plader mødes for en pladegrænse, og dem findes der tre forskellige slags af.

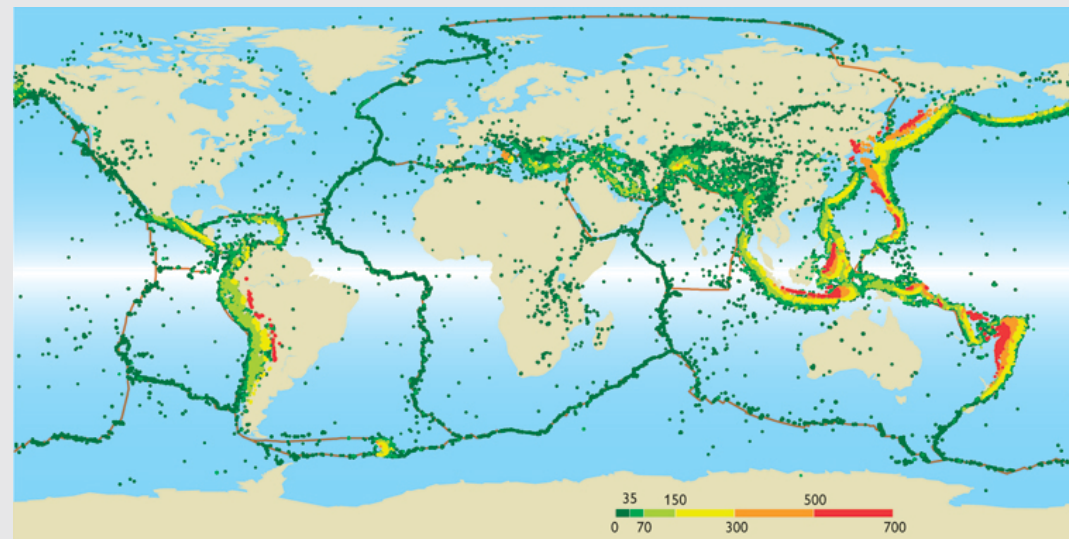
Bevarende pladegrænse

Konstruktiv pladegrænse

Destruktiv pladegrænse

De tre slags pladegrænser har helt forskellige konsekvenser på jordoverfladen. Det er ved pladegrænserne de fleste og største jordskælv opstår.

Kortet viser tre tilfældige måneders jordskælv. Kan I genkende pladegrænserne?

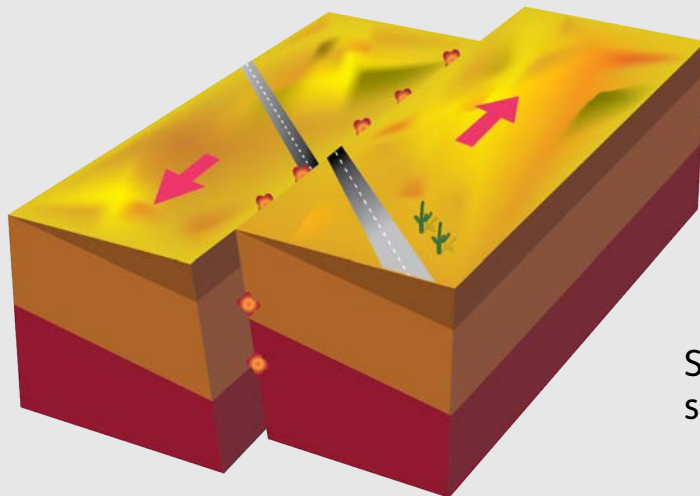


Pladetektonik og jordens ydre

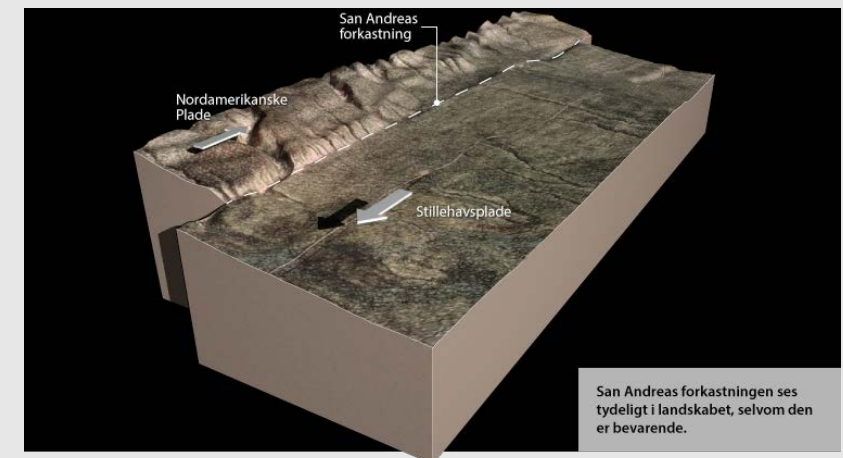
Bevarende pladegrænse

Når to plader bevæger sig forbi hinanden i vandret retning, kaldes det en bevarende pladegrænse. Der kan sagtens komme store, ødelæggende jordskælv, selvom denne type pladegrænse lyder fredelig. Denne type pladegrænse findes både mellem oceanplader og mellem kontinentalplader. De mest kendte bevarende pladegrænser er San Andreas og Hayward forkastningerne i Californien. Der er jævnligt store jordskælv, men huse, veje og broer er bygget til at kunne klare det meste.

På et kort kan man markere at en pladegrænse er bevarende ved at tegne en pil på hver side af stregen, som på figuren her.



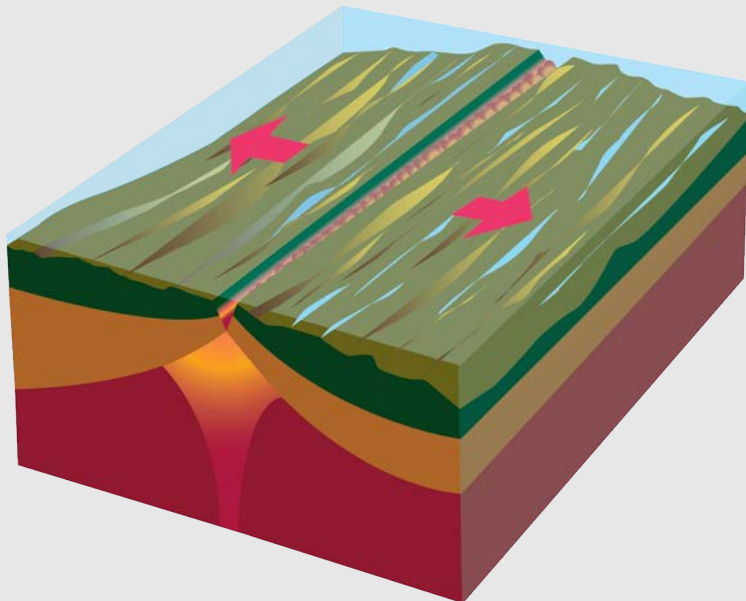
San Andreas og Hayward forkastningerne skærer gennem Californien



Pladetektonik og jordens ydre

Konstruktiv pladegrænse

Når to plader bevæger sig væk fra hinanden i vandret retning, kaldes det en konstruktiv pladegrænse. Denne type pladegrænse findes kun mellem to oceanplader. Magma vælter op i sprækken mellem pladerne og bliver til ny oceanplade. Midt-oceanryggene består af 1000vis af aktive vulkaner. Der kommer også masser af jordskælv ved en konstruktiv pladegrænse, men de er sjældent meget store.



Den Midt-Atlantiske Ryg skærer midt gennem Island

Pladetektonik og jordens ydre

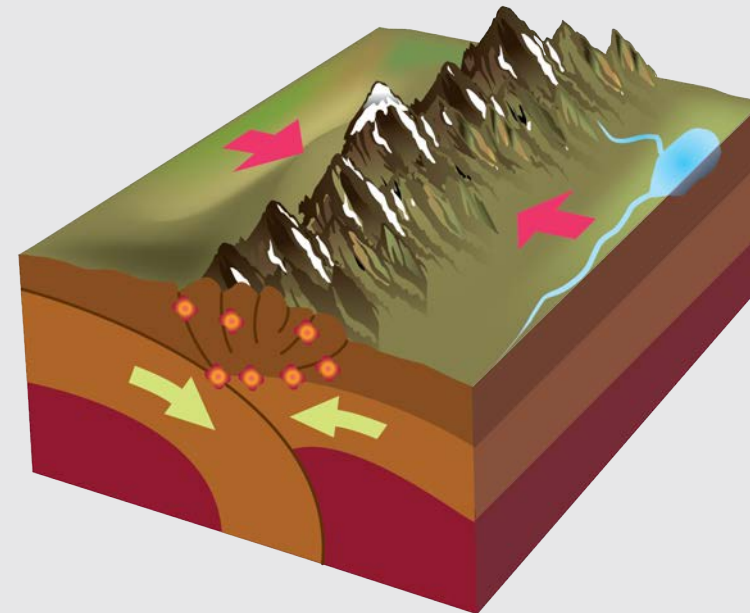
Destruktiv pladegrænse

Navnet siger det hele: det kaldes en destruktiv pladegrænse, når to plader bevæger sig frontalt ind i hinanden. Det er også den type pladegrænse, som er ansvarlig for de allerstørste jordskælv.

Når to tykke, kontinentalplader bevæger sig mod hinanden, er det svært at få stoppet den ene ned under den anden. I stedet rejser store bjergkæder sig ved sammenstødet. Det ses bl.a. i området ved Nepal og Tibet, hvor den Indiske Plade bevæger sig med ca 4.5 cm/år ind i den Eurasiske Plade.



Himalaya

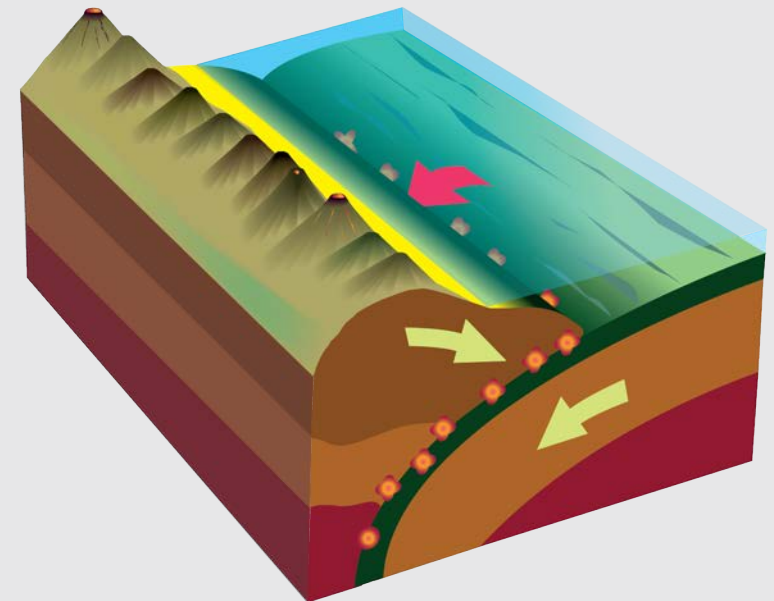


Pladetektonik og jordens ydre

En destruktiv pladegrænse kan også være når en oceanplade og en kontinentalplade støder sammen.

Rundt om Stillehavet ved Ring of Fire bevæger Stillehavspladen sig ned under bl.a. Japan. Oceanpladen er tyndere og har højere massefylde end kontinentalpladerne, så den glider ned i en subduktionszone. Der opstår dybhavsgrave i havbunden, lige der hvor pladen subduceres.

Nogle af de jordskælv, der opstår under havet ved en destruktiv pladegrænse, kan starte en tsunami. Det kan I lære meget mere om i lektionen om tsunamier.



Pladetektonik og jordens ydre

Du har nu lært, hvordan jordens indre ser ud med en fast kerne omgivet af en flydende kerne, derudover en fast, men bevægelig kappe og nogle store, stive plader yderst

Du har lært, at vi kan bruge rystelser fra store jordskælv til at "gennemlyse" jorden, så vi kan se, hvordan den er opbygget

Du har lært, at strømninger i jordens ydre kerne skaber et magnetfelt rundt om jorden, der beskytter os mod stråling fra rummet

Du har lært at strømninger i jordens kappe skubber rundt med de store stive plader og vedligeholder jordens topografi. Pladetektonik giver os dybhavsgrave og store bjerge. Derved undgår vi at hele jorden bliver oversvømmet af ca. 2km vand

Sådan kan I arbejde videre med emnet

Jordens opbygning og pladetektonik

relaterer sig til disse andre lektioner fra
www.junior-geologerne.dk:

- Jordskælv
- Bjergartscyklus
- Tsunami

Øvrige undervisningsmaterialer

Når jorden skælver

<http://geus.net/e-learning/njs/>

Den Dynamiske Jord

<https://www.geus.dk/media/13180/ddj.pdf>

Sådan arbejder seismologer

- Hvordan får vi bedst styr på de jordskælv der er sket
 - Seismologen forsker i og udvikler nye metoder til at kortlægge jordskælv.
- Hvordan kan vi bedst sikre os imod jordskælv i fremtiden
 - Seismologen undersøger målinger af tidligere jordskælv, så man kan være bedre forberedt på tilsvarende jordskælv i fremtiden.
- Hvad kan jordskælv fortælle os om jordens indre
 - Seismologen bruger målinger af jordskælv til at kortlægge jordens indre så man bedre kan forstå hvordan pladetektonik har ændret vores planet.

De fleste seismologer har uddannet sig indenfor geofysik, geologi, fysik, matematik eller ingeniør. Så syntes du jobbet som seismolog kunne være noget for dig, er det en god ide at bruge ekstra kræfter i fag som matematik, fysik og naturfag.