

Didaktisk begrundelse for kapitlets indhold

Begivenhederne på Vestmannaeyjarne er blot ét eksempel på, hvordan kræfterne i Jordens indre fra tid til anden bryder gennem overfladen og på godt og ondt påvirker menneskers levevilkår. Vulkaner og jordskælv er for mange mennesker i verden et vilkår, der når som helst kan ændre deres daglige tilværelse, og som de hele tiden må være forberedt på kan indtræde uden varsel.

Der er ikke blot tale om, at disse naturkræfter truer vores sikkerhed. De er også årsag til, at værdifulde mineraler koncentrerer i brydeværdige malme. Det er en forudsætning for, at vi kan udnytte dem til fremstilling af en række materielle goder, der letter vores daglige tilværelse. Geologiske materialer og processer er helt grundlæggende en livsbetingelse, idet hvert eneste atom i alt levende og i alle ting oprindeligt stammer fra materialer på Jordens overflade eller fra undergrunden.

Derfor er viden om Jordens dannelse og udvikling nødvendig for den, der vil forstå baggrunden for dannelsen af de råstoffer, der er det materielle grundlag for hele vores tilværelse. Den er også nødvendig for at forstå, hvorfor Jordens overfladeformer ser ud, som de gør, og for at forstå, hvorfor og hvor de store naturkatastrofer forekommer, og hvordan de indbyrdes er forbundne. Kendskab til grundlæggende geologi er med andre ord en forudsætning for at kunne se de større perspektiver i den resurse- og miljøforvaltning, som enhver samfundsborger via sin stemmeret er medansvarlig for.

I dette kapitel vil vi derfor komme ind på følgende emner:

- Jordens dannelse og udvikling som planet
- Jordens indre struktur
- Den pladetektoniske model for kontinenternes bevægelser i forhold til hinanden
- Vulkaner og Jordskælv
- Dannelsen af råstoffer og malme
- Bjerges dannelse og udvikling

Fra stjernestøv til Sol, Jord og Måne

Solsystemet

Jorden er en *planet* i vort solsystem, som igen er en del af *galaksen* Mælkevejen. Meget kort fortalt regner vi med, at solen blev dannet for omkring 6 mia. år siden ud af en *interstellar sky*, det vil sige en samling af støv og gasser, som koncentreredes mere og mere som konsekvens af *gravitationen* eller den indbyrdes tiltrækningskraft. På grund af massetiltrækning og sammenstød i skyens centrum steg temperaturen til op mod 10 mio. grader C, og det satte fusionsprocesser i gang, hvor brint omdannedes til helium under store energiudladninger. En ny *stjerne* var blevet dannet, nemlig Solen.

En del af materialet gik i større eller mindre klumper i kredsløb om den nye sol. Ved sammenstød voksede disse klumper sig større og større. Efterhånden blev nogle af dem meget store og trak alle mindre stykker, som kom i nærheden af dem, til sig. Herved dannedes planeterne og *drabanterne*. Planeter er himmellegemer, der kredser om en stjerne, og drabanter er himmellegemer, der kredser om en planet. Månen er altså en drabant.

Jordens dannelse

Jorden er altså et resultat af disse partikler, der fra støvkorn ved sammenstød har vokset sig stadigt større for til sidst at ende som op til kilometerstore blokke, der kaldes *planetesimaler*, og som fortsat tiltrak hinanden. De største blokke voksede på de mindres bekostning og blev til de nuværende planeter.

I begyndelsen har klippestykkerne været kolde, men ved hvert sammenstød er enorme energimængder blevet omdannet fra bevægelsesenergi til varme. Jo større den unge Jord blev, desto flere planetesimaler tiltrak den og modtog dermed også mere og mere energi. Efterhånden smeltede Jorden og blev til én stor smeltet masse. De store energimængder satte kerneprocesser i gang, som indefra medvirkede til opvarmningen. På denne måde blev Jorden dannet for mellem 4 og 5 mia. år siden.

Ved opsmeltningen skete der en differentiering af de stoffer, som var indeholdt i de tiltrukne planetesimaler. De letteste af stofferne var gasser, der steg til vejrs og lagde sig

yderst som en første atmosfære omkring jorden. De tungeste stoffer som for eksempel jern og nikkel sank derimod ned i smeltemassen og koncentreredes i de centrale dele af Jorden. Det er det, vi i dag kalder *kernen*. Uden om kernen blev den lettere del af smelten tilbage og blev til *kappen* og yderst *skorpen*.

De nydannede planeter var efterhånden blevet så store, at de tiltrak næsten alle de mindre og således rensede det omgivende rum for de resterende blokke, så sammenstødene lidt efter lidt hørte op. Nogle af de store blokke faldt dog ikke ned på planeterne, men gik i stedet i kredsløb om dem som måner. Vores solsystem var skabt.

Da sammenstødene holdt op, udeblev også den stadige energitilførsel, og Jordens overflade begyndte langsomt at afkøles.

Jordklodens geologiske struktur

Atmosfæren og havene

Den første atmosfære var meget forskellig fra vores nuværende. Den bestod overvejende af vanddamp og CO_2 , som var undvejet fra den glødende jordoverflade, hvorimod den ikke indeholdt fri ilt.

Da jordens overfladetemperatur faldt, faldt også atmosfærens temperatur, og noget af vanddampen fortættedes til skyer, som blev til regn. Når regnen faldt ned på den stadig flere hundrede grader varme jordoverflade, fordampede den lynhurtigt igen, hvilket yderligere bidrog til afkølingen. Der blev således sat en kædereaktion i gang, der til sidst afkølede jordoverfladen så meget, at al vandet ikke længere fordampede men hobede sig op i de laveste dele af jordoverfladen. På denne måde blev oceanerne til, og atmosfæren mistede det meste af sit indhold af vanddamp.

Havene var forudsætningen for livets opståen på Jorden. På landjorden var liv i begyndelsen ikke muligt på grund af den stærke ultraviolette bestråling fra solen. De øverste vandlag var imidlertid i stand til at absorbere det meste af denne stråling, og på et tidspunkt opstod de første primitive former for liv på bunden af havet. Vi ved ikke præcist, hvad der skete, men pludselig dukkede de blågrønne alger op, og de producerede ilt i deres livsproces. I begyndelsen nåede ikke ret meget ilt dog op af havet, fordi det gik i forbin-

delse med havets indhold af opløst jern, og udfældedes på havbunden som tungtopløselige rustforbindelser.

Efterhånden blev det meste jern bundfældet, og ilten fortsatte op i atmosfæren. Når iltmolekyler rammes af ultraviolet bestråling spaltes nogle af dem til frie iltatomer, som igen kan reagere med iltmolekyler og danne stoffet ozon. Ozon har den egenskab, at den filtrerer noget af det skadelige ultraviolette lys fra solstrålerne og danner på den måde et beskyttende lag oppe i atmosfæren. Det er det såkaldte ozonlag, som således er en betingelse for liv på landjorden. Hermed er forudsætningen for livets udvikling på land til stede: Plantevæksten i vand udvikler sig til arter med stængler og stammer, der gør det muligt for dem at gro på land, og fisk udvikler sig over padder og krybdyr til de nulevende arter af pattedyr på land.

CO_2 og kalkbjergarterne

Man regner med, at den første atmosfære har indeholdt op til 200.000 gange så meget kuldioxid som den nuværende. Det meste af denne kuldioxid er via opløsning i havvand blevet optaget af koraller og andre havdyr, der har brugt det til dannelse af skelet- og skaldele af kalk, som består af CaCO_3 . En mindre del er bundet i organisk stof, idet planternes fotosyntese optager CO_2 og frigiver ilt.

Kalkbjergarter og plantevækst er således i fælleskab forudsætningen for, at atmosfæren er kommet til at indeholde ilt og har fået fjernet hovedparten af CO_2 -indholdet. Hvis man kunne tænke sig alle kalkbjergarter opløst igen og alle planter og fossile brændstoffer brændt af, ville ilten igen forsvinde og CO_2 indholdet ville vokse enormt med en stærkt øget drivhuseffekt til følge.

Seismografiske undersøgelser

Vi kan kun indirekte skaffe os viden om Jordens indre struktur og opbygning, da vi ikke kan iagttage den direkte til ret stor dybde. Det dybeste, man har formået at bore ned i Jorden, er ca. 12 km. Sådanne borer giver os kendskab til den kemiske sammensætning af skorpen.

Af og til kommer der i undersøiske vulkaner materiale op fra dybere lag i Jordens kappe. Disse materialer ændres ganske vist, når de under udbruddet kommer under andre tryk- og temperaturforhold, men af og til slipper mindre klumper af upåvirket materiale med op. De tyder på, at den kemiske sam-

Fundet på: <http://www.tycho.dk/article/view/710>

Fakta om Jorden

Fysiske forhold

Radius	6.378 km
Masse	$5,9742 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Massefylde	$5,515 \text{ g/cm}^3$
Tyngdeacc	$9,81 \text{ m/s}^2$
Undvigelseshastighed	11,2 km/s
Kemisk sammensætning	SiO, Ni, Fe

Atmosfæren

Kemisk sammensætning	N ₂ , O ₂ , CO ₂ , H ₂ O, Ar
Dagtemperatur	max 330 K
Nattemperatur	min 185 K
Tryk	1 atmosfære

Baneforhold

Perihelium	147,1 mio. km
Aphelium	152,1 mio. km
Middelfastand	149,6 mio. km
Omløbstid siderisk	365,24 dage
Omløbstid synodisk	
Banehældning	0°
Excentricitet	0,017
Gennemsnitsfart i banen	29,79 km/s

Rotation

Siderisk	23t 56m 04s
Synodisk	24t 00m 00s
Aksehældning	23°27'

Magnetfelt

Magnetisk sydpol i det nordl. Canada ved 76°N bredde, 101°V længde.

Måner

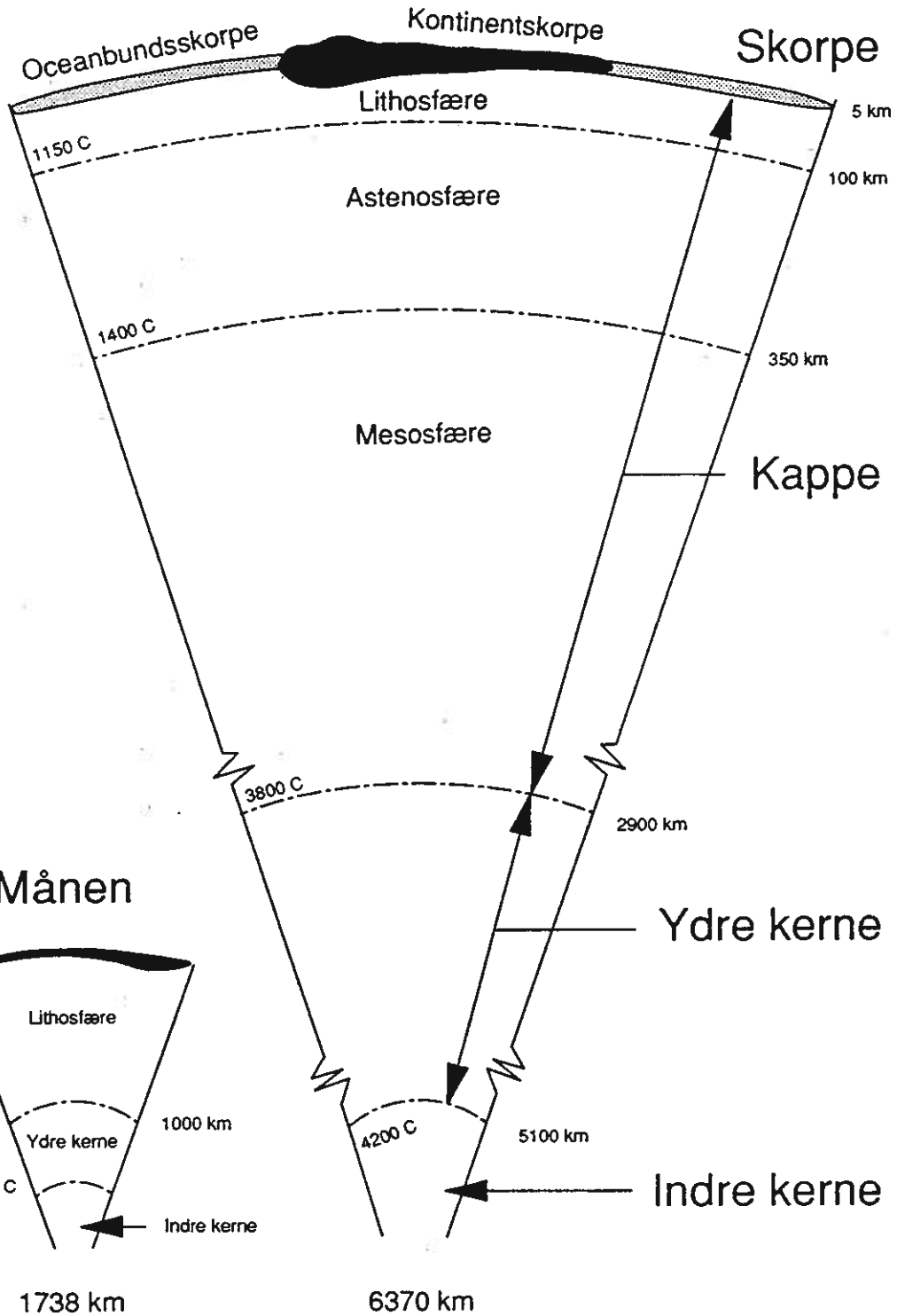
Én - Månen. Læs mere om Månen.

Siderisk: fiksstjerne
som reference-
punkt

synodisk: solen som
reference punkt

Jorden

Væstfylde



2,5 g/cm

5,5 g/cm

13 g/cm³

Månen

