

HVORFRA JORDEN KOMMER

TYCHOS KOLDE NÆSE

Da min datter var omkring seks år, fik hun jævnligt mareridt om naturkatastrofer. En nat havde hun drømt om et voldsomt vulkanudbrud, og rødglødende lava var strømmet omkring hendes seng i det lille værelse. Ængsteligt spurgte hun, om der har været vulkaner i Danmark, og enhver omsorgsfuld far burde jo nok have svaret, at nej, min skat, der findes ikke vulkaner her i Danmark.

Som videnskabsmand med betingelsesløs kærlighed til fakta måtte jeg imidlertid svare, at hele Danmark faktisk var et intensivt vulkanområde for cirka 300 millioner år siden. Lige her under hendes seng lå tykke lag af lava fra de tusinder af store vulkanudbrud, som fandt sted dengang. Og det vil ske igen en dag, når smeltede stenmasser atter bryder op fra jordklodens dyb, selv om jeg dog kunne berolige hende med, at til den tid ville vi begge for længst være døde.

Når hun frygtede jordskælv, stormfloder, meteornedslag, istider og dinosaurer, måtte jeg trøste med nogenlunde samme svar. Min datter og jeg manglede en fælles forståelse af Jordens processer, dens historie, hvor Jord, hav, himmel og liv kommer fra, og måske

først og fremmest fortidens og fremtidens svimlende dybder. Det hele handler om enorme geologiske og kosmologiske processer, der har skabt den Jord, vi går og står på, urolige eller ej.

Disse processer begyndte med et foruroligende brag af den type, som en dansker oplevede en kold november nat engang for længe siden i 1572. Datidens bedste astronom, Tycho Brahe, skuede mod himlen, hvor næsten alt lys kom fra de uforanderlige stjerner, som han havde kendt siden sin barndom. Hans sølvnæse var sikkert vinterkold mod arret efter den dumme duel i ungdomsårene, men det ænsede han givetvis ikke, for nu strålede en klar, ny stjerne, *stella nova*.

Aristoteles og hele den etablerede videnskab havde med andre ord taget fejl. Stjernehimlen var ikke uforanderlig, og en revolution af astronomien begyndte netop den nat. Intetanende havde Tycho Brahe faktisk set noget endnu mere fundamentalt, nemlig en hvidgløden sky af nyfødte grundstofatomer derude, over 8.000 lysår borte. Og grundstoffer er der alle steder.

Der er sølv i Tycho Brahes kunstige næse; kulstof, kvælstof og ilt i hans kød under protesen; calcium og fosfor i hans kranium; silicium, aluminium og magnesium i gruset, som knaser under hans fødder, og 3.000 kilometer længere nede flyder Jordens kerne med jern og nikkel. Disse 12 grundstoffer udgør 99 % af Jordens masse. Den sidste procent er kendte grundstoffer som svovl, guld og uran, og mindre kendte som rhenium og ruthenium.

Ethvert grundstofs identitet ligger i atomkernen.

Alle brintatomer har en kerne med bare en enkelt proton. Helium har to, ilt har otte, jern har 26, og et uranatom har 92 protoner i sin kerne. Kemiske processer kombinerer grundstofferne til tusinder af forskellige andre stoffer, men ændrer ikke selve det enkelte grundstofatom. For at bygge nye grundstoffer skal mindre atomkerner smedes sammen til større atomkerner. Processen kaldes fusion, og den kræver store hamre med kosmisk slagkraft.

DEN STORE GRUNDSTOFMEDJE

Med base på Cambridge University var den engelske astronom Fred Hoyle en ledende figur fra 1946 og frem gennem 1950'erne, når det gjaldt om at opklare de kernefysiske processer, som i alle lysende stjerners indre smeder mindre atomkerner sammen til tungere og stadig tungere grundstoffer.

Råstoffet i grundstofsmedjen er universets brint og helium, som for næsten 14 milliarder år siden fløj ud af den kæmpeeksplosion, de fleste kosmologer anser for universets begyndelse. Selv om Fred Hoyle var indædt modstander af ideen, kom han til at navngive fænomenet. Big Bang, døbte han det hånligt. Lige så genial han var, lige så produktiv var han også ud i vilde og forkerte ideer, og så skrev han science fiction, hvor kloge rumvæsner bekræftede hans teorier om universet - også en måde at få ret på.

Big Bangs brint og helium klumpede sammen til milliarder af galakser med milliarder af store og små stjerner i hver. Mindre stjerner som vores egen Sol lyser

sparsommeligt og stabilt i mange milliarder år med energi fra fusion af brint til helium. De største stjerner derimod lever stærkt og dør unge efter bare få millioner år i en såkaldt supernovaeksplosion, som den Tycho Brahe så en nat i 1572.

For 4,57 milliarder år siden gik en af disse store stjerner ind i sin døds kamp, og det betyder en del mere for os, end vi nok lige går og tror. Den fødte nemlig solsystemet og dermed Jorden. På mindre end en million år løb dens grundstofsmedje trin for trin tør for fusionsbrændstof. Stadig højere indre temperatur og tryk smedede stadig større atomkerner sammen til endnu større atomkerner, indtil stjernens varmeste centrum kollapsede til en gigantisk atomkerne, en såkaldt neutronstjerne. Processen skabte på en brøkdel af et sekund en ubegribeligt intens chokbølge, som gennem de følgende minutter og timer kastede det meste af stjernemassen ud i universet.

Ud af den døende stjerne fødtes dermed en velsignet og højradioaktiv grundstofs sky, der lyste som milliarder af sole i timer og dage. Skyens mange nye grundstoffer fandt ret hurtigt sammen til mikroskopiske mineral-korn, og mens støvskyen ekspanderede, bragede den ind i de omgivende skyer af brint og helium mellem stjernerne.

Ved at bruge en af de største supercomputere kort efter år 2000 beviste den engelske astrofysiker Matthew Bate, hvordan denne type støvsky så at sige 'automatisk' skabte hundredvis af hvirvler, som hver især samlede sig som de skiver af roterende gas og støv,

der på mindre end en million år blev til hundreder af nyfødte solsystemer. Jeg husker tydeligt, hvordan jeg dengang igen og igen så på Matthew Bates vanvittigt smukke computeranimationer af sværme af stjernefødsler, og hvor forbavset jeg var over, at vores solsystems atomer kunne finde sammen så kort tid efter en supernovas ragnarok.

THEIA MØDER TELLUS

I 1998 gik amerikanske Robin Canups professionelle karriere på hæld som solodanser ved Boulder Ballet i USA. Men hendes hoved fejlede ikke noget. Ud over at være danser var hun også planetfysiker, og det lykkedes hende nu at forklare en af verdenshistoriens helt store piruetter, nemlig den dans, hvor to planeter, som vi mennesker kalder Theia og Tellus, mødtes, døde og dannede Jorden og Månen.

Hendes kølige beregninger fortalte den hede historie om dengang for 4,5 milliarder år siden, da Solen stadig var ung, ja, faktisk yngre end 100 millioner år. Ud af skiven med støv og luftarter samlede hele 99,86 % af al masse sig til Solen, mens planeterne såsom Jupiter, Saturn og Uranus udgør blot 0,14 % af solsystemets kendte masse.

Mellem Jupiter og Solen kredsede planeten Theia, som havde støvsuget sin omegn for andre småplaneter. Millioner af meteoritter var slået ned på Theia og havde fået den til at vokse til en diameter på over 5.000 kilometer og givet planeten en kerne af flydende jern og en kappe af sten. Men Theia var ikke alene.

I næsten samme bane kredsede en større planet, Tellus, nogle gange tæt på og nogle gange fjernt fra Theia. Efter millioner af kredsløb fik de to dog endelig hinanden, og det voldsomme interplanetariske møde æltede planeterne sammen til den roterende klode, som vi langt senere skulle kalde hjem. Jorden var kommet til verden, og den fælles piruet har siden drejet Jorden om sin akse, så vi fik nat og dag.

I døgnnet efter sammenstødet skvulpede et virvar af bølger på mange hundrede kilometers højde i Jordens første hav, magmahavet. Energien i sammenstødet havde simpelthen opvarmet Jorden til langt over smeltepunktet. Sammenstødets kræfter slyngede også en blandet byge af fragmenter fra de to planeter i kredsløb om det nye, fælles legeme. Fragmenterne samlede sig til deres egen klode i kredsløb om Jorden, og sådan opstod Månen.

Tellus og Theia havde inden sammenstødet hver sin kerne af flydende jern, som blev spredt i sammenstødets kaos, men det meste sank på timer og dage nedad gennem Jordens magmahav. Dermed arvede Jorden sin kerne af flydende jern, og snart efter dannede elektriske strømme i kernen Jordens magnetfelt. Med sine beregninger havde Canup dermed løst gåden om, hvorfor Månens og Jordens klipper er næsten ens på overfladen, mens Månen kun har en meget lille jernkerne og intet magnetfelt.

DE TO HAVE

Jordens frådende magmahav strålede nu ildrødt mod

den kolde himmel, og udstrålingen afkølede magma-havet, så det gradvis frøs til som en skovsø en kold og klar vinternat. 'Isflager' af sten voksede frem, flød rundt i den glødende masse og fandt efterhånden sammen til en samlet fast overflade. 'Lithos' betyder sten på græsk, så dette ydre faste lag hedder derfor lithosfæren.

Da lithosfæren var dannet, faldt temperaturen ved overfladen snart efter til under 100 grader, så oceanet af vand kunne opstå. Atmosfærens vanddamp fortættede sig til et bibelsk skybrud, som oversvømmede hele planeten. Alt vandet kom dels ud af vulkaner som vanddamp, dels fra millioner af kometer, der leverede læs efter læs gennem hele solsystemets ungdom. Med oceanet var livets vugge sat klar. Så er næste spørgsmål, hvornår babyen kom.

Omkring 1990 tjente den tyske kemiker Günter Wächtershäuser til dagen og vejen ved at arbejde med patentsøgninger, ligesom Albert Einstein i øvrigt havde gjort. Det gav dem muligvis begge et særligt blik for nye ideer. I hvert fald fremsatte Wächtershäuser en model for, hvordan meget primitive livsprocesser uden behov for DNA og enzymer kunne udvikle sig i den type kraftige varme kilder, som i det unge ocean vældede frem læsset med energirige næringsstoffer.

Vandet gav altså lige fra starten ideelle betingelser for, at det første liv kunne udvikle sig. I nutiden ligger kilderne stadig som perler på en snor i dybhavet, omgivet af tykke lag af bakterier, som hundredvis af dyrearter mæsker sig i.