

# Fossilt liv fra Mars

Anja C. Andersen

En meteorit, der stammer fra Mars har leveret indikation – men ikke et endeligt bevis – for fossilt liv opstået på Mars.

## Sporene af liv

Det er en blandet gruppe af forskere fra fem forskellige instituter, ledet af geolog David McKay fra NASA's Johnson Space Center i Huston, Texas, der er nået frem til, at den bedste forklaring på tilstedeværelsen af

1. tre forskellige mineraler,
2. en organisk restkoncentration
3. og bakterielignende strukturer

fundet i en meteorit, der formentlig stammer fra overfladen af Mars, kan være tidligere biologisk aktivitet på den røde planet.

Her er det værd at pointere, at gruppen ikke påstår, at de har fundet liv på Mars. De siger heller ikke at de har fundet det endelige bevis for, at der engang har været liv på Mars, de siger blot, at der er meget, der tyder på, at der *måske* har været liv på Mars. Selv denne meget forsigtige konklusion er blevet mødt med skepsis af flere forskere, for selvom alle er enige om, at NASA gruppen har gjort et godt og grundigt stykke videnskabeligt arbejde, så er der en del uenighed om deres endelige konklusion. Her er det dog værd at bemærke, at de fleste siger: "Jeg finder det usandsynligt, at det, der er fundet, er rester af biologisk aktivitet, men dette er det første skridt, og yderligere undersøgelser bør foretages". Alle er dog enige om, at *hvis* fundene er korrekte, er de utrolig betydningsfulde.

Hvis det viser sig, at liv engang opstod på Mars uafhængigt af livet på Jorden, betyder det, at liv tilsyneladende slår sig ned, hvor der blot er den mindste mulighed for det. Så vidt man ved var klimaet på Mars engang identisk med klimaet på Jorden. Meget tyder på, at da livet opstod på Jorden for ca. fire milliarder år siden, var de kemiske og fysiske betingelser de samme på Mars som på Jorden. Det er Mars' lille masse (godt en tiendedel af Jordens), der er skyld i, at Mars ikke har kunne fastholde en atmosfære, eller holde på varmen.

Det er henfald af radioaktive grundstoffer inde i Jorden, der gør at Jorden har en flydende kappe. Grundet sin lille masse har mængden af radioaktive grundstoffer ikke været stor nok i Mars til at holde kappen flydende i en længere periode og på den måde opretholde vulkansk aktivitet.

For 16 millioner år siden blev Mars ramt af en meteor eller noget andet, der slog et stykke af overfladen med en sådan kraft, at disse stykker blev slynget ud i rummet. Efter således at have fløjet rundt i rummet, er et af stykkerne landet på Antarktis for 13.000 år siden. I 1984 blev stykket (på 2 kg) af Mars fundet af en ekspedition, der netop var på Antarktis for at samle meteoritter op. Ved første øjekast ligner ALH84001 dog ikke de andre Mars meteoritter, især fordi den er væsentlig ældre end resten af gruppen af Mars meteoritter. Derfor blev ALH84001 oprindeligt fejlklassificeret, og først i 1994 opdagede man, at det måtte være en Mars meteorit.

Siden 1994 har man fået stykket ALH84001's livshistorie sammen. Alderbestemmelser ved måling af radioaktive isotoper har afsløret, at ALH84001 størknede fra magma for 4,5 milliarder år siden. Det er kun ca. 100 millioner år efter at planeterne blev dannet. ALH84001 har været udsat for to sammenstød med voldsom kraft, den første for 4,0 milliarder år siden evt. som følge af et meteor nedslag, der har slået stenen i stykker og smeltet dele af den. Det er i disse brudstykker, at man nu har fundet nogle af de karbonater, der tolkes som at være tidlige faser af liv, dannet for 3,6 milliarder år siden. Meget senere kom der et andet meteor nedslag, som slyngede ALH84001 ud i rummet.

## Kulbrinter

Det var meget detaljerede undersøgelser af ALH84001 på Stanford University, der sidste år førte til, at man afslørede, at ALH84001 indeholder et relativt højt indhold af nogle bestemte kulbrinter, der kaldes Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) på de brudflader, der fandtes inde i meteoritten.

PAHs er en fælles betegnelse for en gruppe af umættede kulbrinter der indeholder dobbelt- og enkelt bindinger, og hvor kulstof atomerne sætter sig i en ringstruktur med seks kulstof atomer i hver ring. En enkelt ring omgivet af brintatomer giver molekylet Benzen. Flere ringe kan sætte sig sammen og give store komplekse molekyler. Kulstofforbindelsenes kemi betegnes under et som den organiske kemi. Glosen "organisk" kommer af, at det er kulstofholdige forbindelser, der udgør de karakteristiske bestanddele i alt levende stof. Det NASA gruppen har fundet i ALH84001 er de nødvendige *byggestene* til liv. Inden man falder helt i svime over det, er det værd at nævne, at man også finder PAHs i det interplanetariske støv, i det interstellare støv og i udstødningen på biler. Det nye er, at de PAHs der er fundet i ALH84001 har en sådan sammensætning, at der er mulighed for at de er dannet som en naturlig følge af biologisk aktivitet, til forskel fra de PAHs man f. eks. finder i bilers udstødning. Et oplagt spørgsmål her er: hvordan kan forskerne vide, at meteoritten ikke blot er forurenet af Jordisk liv, så det

f.eks. blot viser, at der var liv på sydpolen for 13,000 år siden? Her har NASA gruppen dog udvist en uhyre forsigtighed i deres analyser og de har tjekket alle de tænkelige fejlkilder, man har fantasi til at forestille sig. Bl.a. har de sammelignet mængden af PAHs på overfladen af ALH84001 og inde i meteoritten. Hvis meteoritten var blevet forurenet på Jorden burde der være flere PAHs på overfladen end i meteorittens indre, men faktisk finder de ingen PAHs på overfladen. Hvis PAHs er inkluderet i meteoritten vil man netop ikke forvente at finde PAHs på overfladen, da PAHs vil brænde væk under meteorittens fald gennem Jordens atmosfære. Yderligere har de sammenlignet ALH84001 med andre meteoritter, der blev samlet op samme sted på Antarktis, og af samme ekspedition og fundet, at disse ikke indeholdt PAHs, som man ville forvente, hvis der var tale om en Jordisk oprindelse. De har også foretaget undersøgelser af mulig forurening fra laboratoriet. I det hele taget er der stor enighed om, at de har udført nogle meget omhyggelige, forbilledlige undersøgelser. Der er altså ingen tvivl om, at de har fundet PAHs inde i meteoritten. Det man kan diskutere er, om tilstedeværelsen af disse PAHs kan tages som vidnesbyrd for primitivt liv på Mars for 3,5 milliard år siden.

## **Karbonat kugler med jern aflejringer**

Udover PAHs har man også fundet kugler af karbonater med en diameter på 50 micrometer (50 tusindedele millimeter). Disse karbonat kugler kan minde om det, der dannes i et ferskvandsbassin som følge af bakteriel nedbrydning. I de karbonat kugler, der er fundet i meteoritten har man observeret, at de har manganholdige kerner og koncentriske ringe af jern-karbonat og jern-sulfider. Disse strukturer indikerer, at de kemiske omgivelser blev forandret dengang karbonat kuglerne blev aflejret, måske som følge af bakteriel stofskifte. På karbonat kuglerne er fundet yderligere to mineraler der kan tolkes som stammende fra en biologisk oprindelse. Det drejer sig om en form, der kaldes magnetit, samt jern-monosulfid kaldet pyrrhotit. Undersøgelser af Jordiske sten har sandsynliggjort, at lige netop disse to mineraler kan dannes af bakterier. Disse jordiske bakterier indeholder magnetit krystaller, der ligger på en lang kæde inde i bakterien med det resultat, at det magnetiske moment af de individuelle krystaller tilsammen producerer en stabil magnet. Denne magnet leder bakterien langs de magnetiske feltlinier. På denne måde kan bakterien forblive i de iltfattige zoner af ophobede aflejringer. Disse magnetostatiske bakterier og deres magnetfossiler kan bidrage betydeligt til de magnetiske egenskaber af visse jordarter. Det store spørgsmål er så, om karbonat kuglerne fra Mars har sit indhold af magnetit som følge af biologisk aktivitet og om det, vi ser, er biologiske aflejringer.

## Bakterieligende strukturer

Netop krystallernes form bliver tolket som et stærkt indicium af NASA gruppen for at disse repræsenterer “biologiens fingeraftryk”, og netop på dette punkt er det, at kritikken af NASA gruppens fortolkninger er stærkest. Mange forskere hævder, at lige netop formen ikke er et godt kriterium for at bestemme, om noget er blevet dannet som følge af rent kemiske forandringer i miljøet, eller som resultat af biologi.

De opsigtsvækkende former er nok ellers det, der i offentligheden har virket som NASA gruppens allerstærkeste kort. Præsentationen af elektronmikroskopiske billeder af små kugle- og trådformede strukturer ligner nok for almindelige mennesker det afgørende bevis. Se figur ??.

De fundne strukturer er kun en hundrededel til en tusindedel af den størrelse, de mindste jordiske bakterier har. Denne lille størrelse har derfor rejst spørgsmålet, om disse bakterieligende strukturer overhovedet er store nok til at rumme det genetiske materiale, som en levende organisme må forventes at have brug for. Der er endnu et problem: Hvis magnetit-krystallerne skal tolkes som hidrørende fra biologisk aktivitet, så betyder den lille størrelse af de bakterieligende strukturer, at de er for små til at indeholde magnetit-krystallerne på en sådan måde, at de kan bruges som små indre magnetnåle i lighed med de jordiske magnetostatisk bakterier.

Hver enkelt af NASA's gruppens opdagelser kan forklares som følge af inorganiske processer. Men, hvis man skal finde en fælles forklaring for alle de observerede fakta, så er en biologisk oprindelse faktisk den mest enkle forklaring. Det, at den er enkel, gør den jo ikke nødvendigvis rigtig, men det gør den så afgjort værd af få klarlagt nærmere.

## Dansk eksperiment på Mars

NASA gruppen er selvfølgelig igang med at finde yderlige evidens for at deres opdagelser kan forklares som følge af organisk aktivitet. Uanset hvad NASA gruppen finder er der meget der tyder på, at en dansk gruppe ved H. C. Ørsted instituttet ledet af Jens Martin Knudsen vil kunne bidrage med en vigtig brik til spørgsmålet: “Har der været liv på Mars”?

Til december flyver en rumsonde til Mars, og med ombord findes et dansk designet og udviklet måleudstyr til bestemmelse af jerns magnetiske egenskaber i støvet på Mars. Frem til år 2005 vil yderligere otte missioner følge efter, to hvert andet år. Fællesnævneren for mange af undersøgelserne er studiet af vand på Mars. Liv som vi kender det, kræver tilstedeværelsen af flydende vand.

Det interessante ved at studere jernets magnetiske egenskaber på overfladen af Mars er, at det vil kunne løfte noget af sløret om Mars engang har været en våd planet ligesom Jorden, eller om den altid har været tør. Kort fortalt er der to mulige måder hvorved Mars kan have fået sin karakteristiske røde magnetiske støv

overflade. Den ene mulighed kræver tilstedeværelsen af store mængder flydende vand, mens den anden er en naturlig følge af direkte forvitring af stenoverfladerne.

Selve eksperimentet består af et sæt på fem magneter. Magnetfeltstyrken på overfladen af pladerne varierer cirka 30 gange fra den stærkeste til den svageste magnet. Magneterne vil blive fotograferet gennem 9 filtre i det synlige og nærinfrarøde spektralområde. Ud fra den måde, som støvet aflejrer sig på magneterne, skulle der være en god mulighed for at afgøre den magnetiske fase af jernet. Det vil dog ikke være muligt at afgøre om de magnetiske faser evt. skulle være et resultat af biomagnetisme.

## Fakta boks om Mars meteoritter

Man har de sidste hundrede år klassificeret meteoritter og lagt dem i kasser hvor sten med samme kemiske og mineralogiske forhold blev regnet for at høre til den samme familie. I mange år var der dog nogle, som ikke rigtig passede ind i klassifikationssystemerne. I 1976 med Viking-sonderne 1 og 2's landinger på Mars viste det sig, at nogle af disse meteoritter havde en stor lighed med sten på Mars. Denne gruppe af meteoritter, der nu består af 12 kandidater, går under betegnelsen SNC meteoritter efter forbogstaverne på de tre ældst kendte: Shergotty (1865), Nakla (1911) og Chassigny (1815). De 12 SNC-meteoritter vejer i alt 78 kg.

Det er iltisotopforholdet af SNC meteoritterne der gør, at man mener de må stamme fra Mars. Sten fra asteroidebæltet (akondritter), og fra Jorden/Månen, Venus etc. har et andet iltisotopforhold, derfor kan dette bruges til at skelne dem. Deres grundstof-sammensætning er også speciel, og desuden er oxidationstrinene i meteoritterne meget høje ( $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ ) og ligner slet ikke det, man finder i asteroider.

Et andet vigtigt argument for at denne gruppe af meteoritter må stamme fra Mars, er bestemmelsen af deres alder. Asteroidebæltet stammer fra samme tid som vores sol, dvs. for 4,5 milliarder år siden, men af de 12 SNC meteoritter er det kun ALH84001 som har denne alder, resten er imellem 0,8 og 1,3 milliarder år gamle. Det betyder, at de må stamme fra et legeme stort nok til at have vulkansk aktivitet, idet alderen er fastsat som det tidspunkt hvor stenen er størknet. Asteroider er ikke store nok, men flere planeter er. Kun i et stort legeme vil der så længe – 3,2 milliarder år – efter solsystemets dannelse endnu være tilstrækkelige høje temperaturer til, at der er vulkanisme og magmaudbrud. Månen, Venus, Merkur og Jorden er også mulige kilder, men de kemiske sammenligninger med prøverne fra Viking sonderne 1 og 2, viser Mars som den mest sandsynlige. På Månens overflade har Apollo-missionerne vist, at vulkansk virksomhed ophørte ca. 1,5 milliarder år efter, at den blev dannet.

På grund af forskellen i alder blev ALH84001 fejlklassificeret og først i 1994 blev den anerkendt som en SNC meteorit, da man blev klar over at den havde

identisk mineralogiske og kemiske egenskaber som de andre SNC meteoritter.

Der har været indvendinger imod at stenmateriale kan løsrives fra Mars uden at gå i stykker eller fordampe. Den mindste hastighed, der skal opnås, for at materiale kan undskippe planetens tyngdefelt, er 5.4 km/s. Hvis denne hastighed skal opnås ved, at et andet legeme rammer Mars og producerer et krater og dermed tilhørende udkast, så viser beregningerne, at intet fast materiale vil overleve som hurtigtflyvende fragmenter – medmindre meteoroiden rammer Marsoverfladen under en meget flad vinkel. I et sådant tilfælde vil en vis lille portion af Marsoverfladen blive sendt voldsomt af sted og vil senere kunne falde ned på Jorden eller en anden planet.

## Fakta boks om meteoritter fra Antarktis

Grunden til, at Antarktis har vist sig at være et godt sted at finde meteoritter er dels fordi det er nemt at finde sten mod den blå-hvide baggrund, og dels fordi sten, der ligger oven på sneen, må være kommet oppe fra (det samme gælder for den Grønlandske indlandsis).

Nedbøren på Antarktis er meget beskeden, omkring 50 mm om året, det svarer til en tiendedel af nedbøren over Danmark. Den falder som sne, der i løbet af nogen tid som følge af de nye aflejringer komprimeres til en fast firn. I 60–80 m's dybde omkrystalliserer firnen og konsolideres til en ismasse med mange indesluttede luftbobler, den blå is. Som følge af det store tryk og den stadig fornyede tilførelse af sne og is, indstiller der sig en balance, der medfører at ismasserne langsomt trykkes udad mod randområderne, hvor de til sidst flyder ud på havet.

De klimatiske forhold på kontinentet resulterer i en søndenvind, der meget ofte kommer blæsende fra de centrale ispartier. Det betyder, at vinden bevæger sig fra højereliggende til lavereliggende ispartier; vinden falder ned mod kystegnene og bliver yderst tør. Ligesom vind, der stiger op ad bjerge, afkøles og resulterer i regn, kan reglen vendes om og forudsige, at den antarktiske, såkaldte katabatiske vind, ved faldet opvarmes og bliver i stand til at optage stadig mere vanddamp i sig. Resultatet er, at den katabatiske vind bringer en del af de lavereliggende is- og snepartier til at sublimere, dvs. til at fordampe uden først at smelte. Derved fjernes først den løse sne og firn, og derefter den faste is, lokalt undertiden med en fart, der er større end den, hvormed nye ismasser glider frem. Overfladen antager en isblå farve, den har bølgelinier ligesom sandbunden på lavt vand, og man kan kikke 5–10 cm ned i isen. Det er på disse isfelter, som kan være hundrede kvadrat kilometer i udstrækning, at meteoritjagten har givet gode resultater. Enhver lille mørk sten står i stær kontrast til omgivelserne og vil kunne ses på afstand. (Buchwald 1992).

## **Figurer**

### **Fig. 1**

## **Litteratur**

McKay C.S., Gibson E.K. Jr., Thomas-Keprta K.L., Vali H., Romanek C.S., Clemett S.J., Chiller X.D.F., Maechling C.R., Zare R.N., 1996, "A search for Past Life on Mars: Possible Relic Biogenic Activity in Martian Meteorite ALH84001", *Science* 273, 924–930.

Buchwald V.F., 1992, "Meteoritter – nøglen til Jordens fortid", Gyldendal.