

**Ä**mnet astrobiologi har uppstått för att vi nu verkligen har skäl att tro att det finns liv även bortom jorden. De religiösa och filosofiska hinder som en gång funnits verkar nu vara borta. Dessutom har vissa upptäckter gjorts på senare år, vilka styrker vår tanke om att liv kan vara en normal företeelse i universum. Livet på jorden existerar på en planet i bana kring en stjärna, solen. Nu har vi funnit det vi anat sedan länge, att det finns planeter även kring andra stjärnor. Omkring 200 sådana tror vi oss ha hittat hittills, och deras antal kommer att växa hastigt när vi tar i bruk allt kraftfullare teleskop. Dessa så kallade exoplaneter kan således hysa liv. Livet på jorden är inte heller längre begränsat till jordytan, det finns livsformer även i de djupaste hav, och dessutom har vi hittat liv långt nere i berggrunden, som verkar vara helt oberoende av den annars livgivande solstrålningen. Vi kan alltså tänka oss att det även finns liv under ytan på himlakroppar som utåt sett förefaller ogästvänliga och

livlösa. Förutsättningarna för astrobiologin är alltså nu synnerligen goda.

### **Antalet planeter i det observerbara universum**

Allt tyder på att det är normalt att planeter uppstår ungefär samtidigt som stjärnan i ett planetsystem själv bildas. Då bör det finnas oerhört många planeter. En optimistisk beräkning ger att det kan finnas uppemot 250 000 000 000 000 000 000 000 (250 miljarder biljoner) planeter i det universum vi kan överblicka idag. Det kanske inte finns riktigt så många, kanske bara tusendelen, miljondelen eller rent av bara miljarddelen av alla dessa planeter. Men även om så skulle vara fallet förstår var och en att det återstår oerhört många tänkbara planeter ändå! Och av dessa har vi alltså funnit omkring 200 med våra än så länge primitiva metoder. Och hur många planeter hyser liv? Ja, än så länge är det endast jorden vi känner till som

### **Kärt barn har många namn**

Det vi nu kallar astrobiologi, som innebär studiet av liv och livsmöjligheter bortom jorden, har tidigare även kallats bioastronomi, exobiologi, rymdbiologi med mera, men nu har man enats om termen ASTROBIOLOGI.

### **I astrobiologi ingående delämnena**

Astrobiologi är i sanning ett tvärvetenskapligt ämnesområde. Där kan man finna astronomi, biologi, fysik, kemi, matematik, medicin, psykologi, geologi, paleontologi, sociologi m.m.

# ASTROBIOLOGI

## – ett hett ämne

*Var livets uppkomst på jorden en fantastisk lyckträff eller produkten av en normal utveckling av materians beståndsdelar? Detta är en av de frågor som det nya forskningsområdet astrobiologi söker svaret på.*

*av Björn Stenholm*

har denna egenskap. Är det troligt att det skulle finnas fler? Javisst, det verkar närmast självklart. Men hur ska vi finna dem?

### **Solsystemet och dess planeter**

Kropparna i solsystemet kan nu undersökas på platsen tack vare rymdfartens utveckling. Det har lett både till besvikelser och optimism. Längre trodde vi att vi skulle hitta liv på våra planetgrannar i solsystemet, främst Venus och Mars. Venus har visat sig synnerligen ogästvänlig, så där är hoppet ute. Vad beträffar Mars har vi letat efter liv på platsen. Redan 1976 förde de båda mjuklandande Vikingsonderna med sig utrustning för sådana undersökningar, men resultatet blev motsägelsefullt och svårtolkat. På senare tid har man övertygats om att flytande vatten har förekommit på Marsytan för mycket länge sedan. Vatten betraktas, på grund av dess speciella egenskaper, som nödvändigt för liv, åtminstone i viss mening med det jordiska livet som enda förebild. Det flytande vatten som förr fanns på ytan kan nu befinna sig infruset i Marsmarken, eller i flytande form på större djup. Liv skulle därför kunna finnas på stort djup på Mars, eller möjligen har liv funnits där, som



BILD: NASA / JPL

senare dött ut. Spår av detta skulle då finnas kvar som vi skulle kunna hitta med rätta undersökningsmetoder.

De stora planeternas många månar har också blivit föremål för spekulationer som livsbärande kroppar i solsystemet. Det gäller särskilt Jupitermånen Europa och Saturnusmånen Titan, som båda anses härbärga stora underjordiska vattenmassor under den synbarligen livlösa ytan. Färder planeras emellertid för att undersöka Europa på platsen, landa på ytan, borra sig ner genom istäcket och släppa ned en undervattensfarkost i den förmodade vattensamlingen och se vad där kan döljas (se bilden intill). Överraskningarnas tid är troligen inte förbi ...

### **Utanför solsystemet**

Trots allt är nog möjligheten tämligen liten att finna liv på någon annan kropp i solsystemet än jorden. Det betyder att vi får söka efter livet på stora avstånd från oss. Och då kan vi inte längre tänka oss att sända farkoster och undersöka planeter kring andra stjärnor på platsen. Där sätter den nuvarande tekniken stopp. Då måste vi använda oss av signaler för informationsöverföring. Då är det elektromagnetisk strålning, dvs. bland annat ljus, som gäller, och

## Liv i universum – en kortkort historik

Utomjordiskt liv kan man först börja spekulera om när man väl upptäckt rymden omkring oss. Om vi nu begränsar oss till den västerländska delen av världen sker detta i antikens Grekland, där åtminstone en del naturvetare var av den uppfattningen att jorden var ett klot omgiven av en vidsträckt stjärnevärld. Om ljusprickarnas fysiska natur anade man föga.

Inom kristenheten, vars naturuppfattning grundades i Bibelns framställningar, var jorden människans boning som Gud hade försett människan med. Det fanns bara en jord, och människor (= liv) kunde därför bara finnas på jorden. I himlen befann sig Gud. I och med den kopernikanska revolutionen, som tog sin början på 1500-talet, kom jorden att bli en planet bland flera andra i solsystemet,

och hade inte längre den särställning den tidigare haft. Det blev då med ens möjligt att tänka sig att även de andra planeterna var bebodda, ja det kunde närmast betraktas som självklart att de var det.

Men med spektroskopins framväxt under 1800-talet blev det också fullständigt klart att stjärnorna på natt-himlen också var kroppar liknande solen, bara så mycket, mycket längre bort. Då fanns det all anledning att tro att även dessa hade planeter kring sig, varvid den tänkta mängden planeter blev mycket stor. Universum myllrade av liv ...

Kring år 1900 började en ny teori för solsystemets uppkomst göra sig gällande, den så kallade katastrofteorin, som innebar att solsystemets planeter hade uppstått när en stjärna hade passerat solen på nära håll.

Materia skulle då ha slitits bort från solen och lagt sig kring den, och detta material hade därefter gett upphov till planeterna. En sådan händelse skulle vara ytterligt sällsynt, detta kunde beräknas, och sannolikt var då solen den enda stjärna som skulle ha drabbats av detta, åtminstone i Vintergatan. Plötsligt fanns det endast solsystemets planeter kvar.

Katastrofteorin kullkastades emellertid i mitten av 1900-talet, den visade sig helt enkelt inte fungera. Istället vann en äldre tanke mark, planeterna i solsystemet hade uppstått samtidigt som solen uppstod av material som blev över när själva solen bildades. Och om stjärnor i allmänhet bildades på samma sätt, så vimlar det åter med planeter därute. Detta är vår nuvarande uppfattning. Men är dessa planeter bebodda?

Ljuset har en viss hastighet. Även om den är hög med jordiska mått mätt, 300 000 km/s, är inte detta särskilt mycket jämfört med de enorma avstånden mellan stjärnorna och i synnerhet mellan galaxerna. Riskerna är stora att själva den universella fysiken, med ljushastigheten som högsta möjliga hastighet överhuvudtaget, sätter gränsen för vår utforskning. Vad vi då kan göra är att försöka observera strålning som möjligen är av ”intelligent” ursprung, och vi kan själva sända ut sådana signaler till omvärlden. Men att finna möjligheter till ”samtal”, eller annan tvåvägs kommunikation, över ljusårsgravarna förefaller knepigt.

### Villkor för att finna liv

Man kan göra uppskattningar av hur livet kan floras i vår omgivning, exempelvis i Vintergatan, med dess 250 miljarder stjärnor. Sådana beräkningar kan vara ytterst felaktiga, eftersom de grundar sig på det enkla faktum att vi än så länge endast känner *en enda* planet där livet frodas, och det är naturligtvis jorden. Om vi bara kände till den enklaste livsform någon annanstans i rymden skulle betydligt säkrare uppskattningar kunna göras!

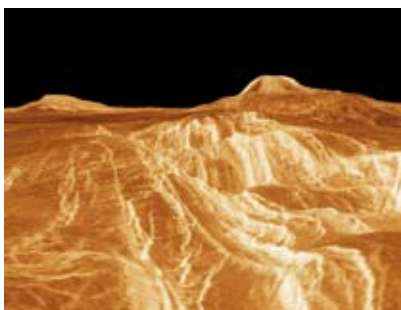
Låt oss ändå göra en sådan uppskattning. Anta att det bildas 100 nya stjärnor i Vintergatan varje år. Det är vad vi tror just nu med vår nuvarande kännedom om stjärnbildningsprocessen. Vi antar vidare att hälften av dessa stjärnor ger upphov till planeter kring sig. Vi har ju upptäckt ett antal exoplaneter kring relativt närbelägna stjärnor. Låt oss anta att det bildas tio planeter var kring dessa stjärnor som är ungefär lika stora som jorden. I medeltal ligger en av dessa på sådant avstånd från sin stjärna, att planeten kan vara ”beboelig”, dvs. ha rimliga förutsättningar att hysa liv, lagom temperatur, atmosfär, flytande vatten och liknande villkor som vi känner från

jorden. Anta att liv verkligen utvecklas på 90 % av de planeter som har dessa förutsättningar (en mycket osäker siffra, det är en ren gissning). Men livsformerna måste utvecklas till en viss nivå för att bli intressanta. Öronmaneterna i Östersjön skulle vara svåra att upptäcka för en utomjordisk betraktare om de skulle representera livet på jorden. Säg då att 10 % av livet kan utvecklas mot intelligent liv. 10 % av dessa kommer i sin tur att utveckla möjligheter till interstellär kommunikation, dvs. de kan och vill komma i kontakt med fjärran världar. Slutligen, hur länge kan en sådan civilisation tänkas finnas till? Säg att de varar i genomsnitt 10 000 år. Sammantaget får vi då  $100 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 10\,000 = 4500$ . Vi finner alltså att det kan finnas 4500 civilisationer som är kontaktbara i Vintergatan just nu.

### Och vad gör vi åt det?

Vi letar signaler. Många känner kanske till begreppet SETI, *Search for Extra-Terrestrial Intelligence* (sökande efter utomjordisk intelligens). Det är ett allmänt begrepp som tillskrivs många astrobiologiska projekt. Men vi har också SETI@home, (*SETI at home*), vilket är ett projekt som använder sig av miljontals datorer världen över för att analysera de väldiga datamängder från närbelägna stjärnor som tas emot vid Areciboobservatoriet på Puerto Rico. Små stycken av data sänds över nätet till datorer överallt i världen, även du kan ansluta dig, och dessa datorer använder sin dödtid för att analysera signalerna. Detta har pågått i många år. Tyvärr har inga intelligenta signaler upptäckts ännu.

Med satelliters och rymdsonders hjälp kommer vi att söka efter planeter, beboeliga planeter och livsbärande planeter. Som nämnts har vi redan funnit några hundra planeter kring andra stjärnor. De flesta av dessa är mycket



*Skillnad mellan dröm och verklighet. Det ligger ungefär 100 år mellan den övre svartvita bilden och de båda "fotona" i färg nedan. Den övre visar den romantiska föreställning om den paradiska tillvaron på Venus så som den visas i Camille Flammarions Les terres du ciel från 1884. Bilden nedan är ett foto av landningsplatsen för den sovjetiska sonden Venera 14, som tog mark i mars 1982. Kala klippor och stenhällar syns tydligt. Bilden till vänster är en rekonstruktion av Venuslandskapet som det sågs genom molnen av den amerikanska sonden Magellan, som kartlade Venus 1990–94. Berg och dalar, ingen växtlighet eller tecken på Venusmänniskor. Den verkliga Venus är ytterst ogästvänlig. Temperaturen är ca 460 °C, trycket 100 gånger det jordiska och det regnar ständigt svavelsyra.*



större och tyngre än jorden, beroende på att våra metoder att observera dem ännu inte medger att påvisa mindre planeter. De flesta av dessa upptäckter är gjorda med jordiska teleskop. Men i december i år planeras satelliten COROT att sändas upp av det europeiska rymdorganet ESA. Den svenske astronomen Malcolm Fridlund är projektledare. Den har som uppgift att finna nya exoplaneter genom att observera ett stort antal närbelägna stjärnor och söka efter förmörkelser på grund av planeter i bana kring stjärnan. De flesta planeter man förväntas finna är av Jupiterstorlek, tror man, men även så små planeter som jorden kan tänkas hittas. Då har vi kommit långt. Då kan man säga att vi har funnit beboeliga planeter.

Ett följande projekt, DARWIN, också utarbetat av ESA, handlar om att bland dessa jordliknande planeter finna dem som verkligen bär på tecken på liv. Och tecken på liv är i detta

fall tämligen grundläggande: om man hittar syre, både vanligt syre och ozon, och koldioxid anses dessa molekyler bero på förekomsten av liv liknande det jordiska, som just producerar dessa molekyler. Metoden är att i det ytterst svaga, reflekterade stjärnljuset från dessa planeter kunna särskilja spektrala signaturer från dessa ämnen. Det kommer att bli en bedrift. Sju rymdsonder i en fast konfiguration 1,5 miljoner kilometer bort från jorden och utanför jordbanan ska stå för de kommande upptäckterna. Uppsändning av dessa sonder sker tidigast 2015.

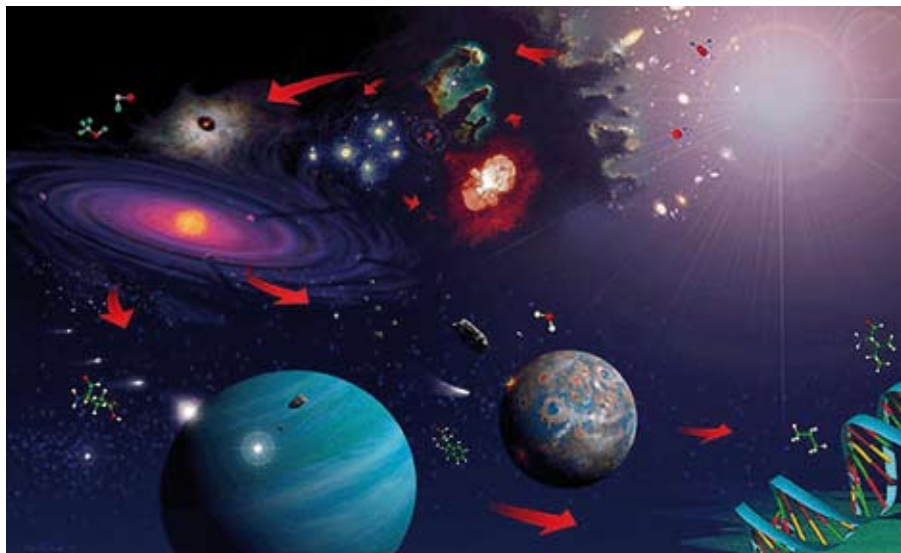
**Men vad är egentligen liv?**  
Det förefaller som den astronomiska scenen i astrobiologin är tämligen klar, dvs. "astro". Vi tror, på vetenskapliga grunder, att det finns mängder av planeter och att en del av dessa är beboeliga, kort sagt, de liknar jorden vad gäller grundläggande förhållanden. Men hur är det då med "biologi"? Där är vi betydligt värre ute.

### Men vad är egentligen liv?

Man brukar säga att det inte finns någon bra definition vad liv egentligen är. Men vi har ändå en viss uppfattning av vad som skiljer levande från död materia. Livsformer omsätter kemiska ämnen, energi och har förmåga att fortplanta sig. Och detta har än så länge endast observerats på jorden. På jorden hände det sig för bort-

emot 4 miljarder år sedan att enskilda molekyler organiserade sig på ett sådant sätt att resultatet blev levande med de just nämnda grundläggande egenskaperna.

Men vad hände egentligen? Vad var det som "blåste liv" i den döda materian? Vi vet inte. Vi vet bara att detta hände när jordytan fick en livsduglig temperatur och lämplig kemisk miljö. Men sedan följde den biologiska evolutionen som inneburit att jorden nu är uppfylld av liv med en oerhörd artrikedom. Allt liv som vi nu ser omkring oss är en produkt av en händelse för mycket länge sedan.



*I denna bild illustreras inte bara det stora astronomiska kretsloppet, gas och stoft blir stjärnor som blir gas och stoft igen, utan även livets molekyler inbegrips.*

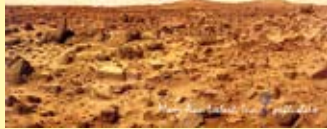
Ibland hävdas det att livet inte har uppstått på jorden utan kommit hit någon annanstans ifrån i form av någon sorts kosmiska frön som landat här och grott. Kritiker av denna teori säger att livsbärande partiklar inte kan överleva den kosmiska strålningen

ute i rymden under de långa tidsrymder som det skulle röra sig om. Det förefaller lättare att påstå då att livet har uppkommit på jorden, och följaktligen då också skulle kunna uppkomma på andra planeter med liknande egenskaper som jorden.

### Från livlös till liv, eller ...?

Vi söker alltså den springande punkt där livlös materia blir levande. Men tänk om denna inställning i grunden är felaktig! Det kanske egentligen inte är någon skillnad mellan livlös och levande materia, det rör sig bara om olika sätt att framträda. I elementarpartikelvärlden, eller ännu längre ned i mikrokosmos, är det ingen skillnad mellan liv och ickelev. Eller med en annan formulering – möjligheten till liv finns redan inbyggd i elementarpartiklarna. Detta skulle innebära att livet uppstår helt av sig själv när de "rätta" förutsättningarna finns. Så har varit fallet på jorden. Och om dessa förutsättningar är tämligen enkla fysiska och kemiska förhållanden, då skulle de finnas på mängder av fjärran planeter, som då inte bara skulle vara beboeliga utan även bebodda.

Mot detta står uppfattningen att livet på jorden är resultatet av en lång räckta oerhört osannolika händelser. Då bli livet i universum synnerligen sällsynt. Att lösa denna gåta är astrobiologins stora utmaning. ♦



Det finns flera professionella tidskrifter i ämnet astrobiologi numera. Här visas två av dem. Fler lär det bli allteftersom ämnet utvecklas.

## Att studera astrobiologi i Sverige

På flera platser i Sverige kan man studera astrobiologi på högskolenivå. Det gäller exempelvis Göteborg, Kristianstad, Luleå, Lund, Stockholm och Uppsala. I vissa fall finns särskilda kurser utformade för lärare. Vid Stockholms universitet finns dessutom en så kallad forskarskola i astrobiologi som just startat sin verksamhet. Det finns ett svenskt nätverk för astrobiologi, *Swedish Astrobiology Network* eller *SWAN*. Adressen dit är:

[www.astrobiologi.se](http://www.astrobiologi.se)

och där finns i sin tur användbara länkar för vidare studier, t.ex.

ESA  
[www.spaceflight.esa.int](http://www.spaceflight.esa.int)

NASA  
[www.astrobiology.com/institute](http://www.astrobiology.com/institute)

Marsbugs  
[www.lyon.edu/projects/marsbugs](http://www.lyon.edu/projects/marsbugs)

eller sök på Google under "astrobiologi" eller "astrobiology".

*Livet i universum har skildrats ur många aspekter, här från den humoristiska sidan. Men enligt utsago är detta en alldeles äkta bild från Marsbilen Spirits ankomst. Bilden är hämtad från nätsidan [www.museumofhoaxes.com/](http://www.museumofhoaxes.com/).*

