

På jakt efter vatten i rymden med Herschelteleskopet

Vi skulle inte kunna leva utan vatten – men varifrån kommer det? Det finns gott om det i rymden, visar det sig. Med hjälp av rymdteleskopet Herschel håller astronomer på att få svar på frågan. Men rymdvattnet bjuder även på överraskningar.

av Per Bjerkeli

Vatten, eller H₂O som det ofta också skrivs, är en nödvändighet för allt liv på jorden. Den mångfald av växt-, djur- och svamparter som återfinns i naturen skulle inte existera, om det inte någon gång bildades vatten, som till slut hamnade på vår planet.

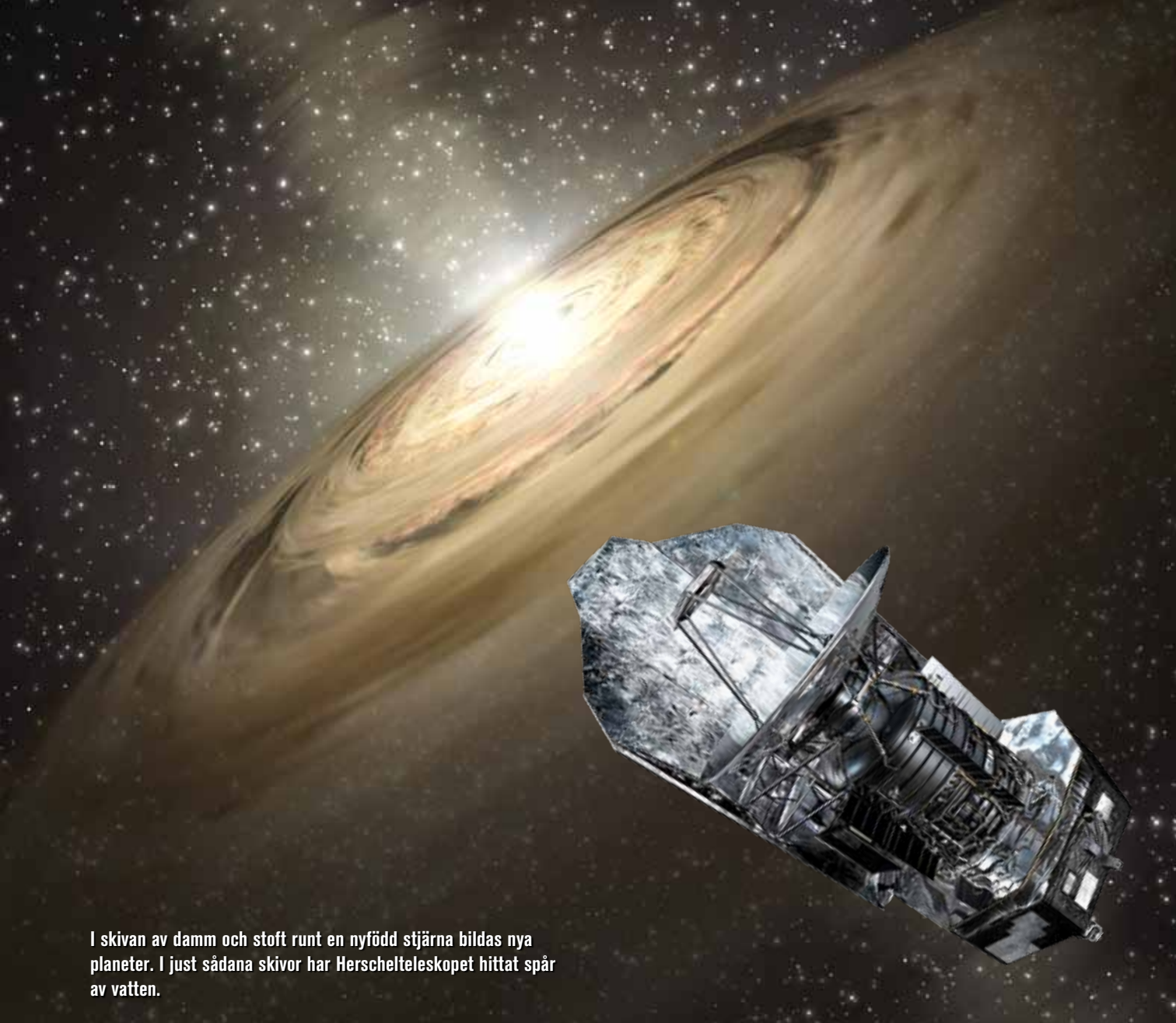
Mot denna bakgrund är det givetvis intressant att förstå hur vatten bildas i rymden. Dessutom vill vi forskare gärna veta var vattnet finns. Vi vet att kometer innehåller stora mängder fruset vatten, och det är möjligt att det är från dessa isklumpar som jordens vatten en gång i tiden leverades. Man tror även att andra planeter, som till exempel Mars, en gång i tiden har haft stora mängder flytande vatten på sin yta. Det är inte heller osannolikt att det skulle kunna finnas mycket vatten under ytan på några av de så kallade galileiska månarna (Jupiters fyra stora månar).

Med allt detta vatten i vårt solsystem, och kopplingen till liv på vår egen jord, är det inte så konstigt att just denna molekyl har blivit så intressant att studera för astronomer. Den här artikeln handlar om sökandet efter vatten i de områden där stjärnor och planeter bildas just nu. Det faktum att det finns så mycket vatten i vårt solsystem gör att vi också vill förstå hur det en gång kom hit. Hur vanligt är det att det bildas vatten i de områden där stjärnor föds?

För att få svar på frågor som denna vill vi titta in i de mörka moln där nya stjärnor bildas.

Planetbildningsdansen

Stjärnor bildas när täta, kalla moln av gas och stoft kollapsar under sin egen tyngd. Ordet "tät" skall dock i det här sammanhanget tas med en stor nypa salt. Vi menar tätheter som är mycket högre i jämförelse med den övriga rymden mellan stjärnor (det så kallade interstellära mediet). Vi talar alltså fortfarande om gas som är ca hundra tusen miljarder gånger tunnare än luft. Hur som helst är dessa "täta" områden ofta förhållandevis stora. Detta innebär att den totala mängden gas kan uppnå den kritiska massa som krävs för att gasen ska kollapsa och till slut bilda en stjärna. Att förstå hur planeter bildas är i sammanhanget inte så svårt. Den minsta lilla rotation av system som ännu inte kollapsat kommer till slut att öka allteftersom systemet blir mindre. Det vill säga, när det faller ihop. Man kan jämföra med en isdansare som drar in armarna och på så vis roterar fortare. Unga stjärnor, eller protostjärnor som de allra yngsta kallas, omges därför



I skivan av damm och stoff runt en nyfödd stjärna bildas nya planeter. I just sådana skivor har Herschelteleskopet hittat spår av vatten.

oftast av gas- och stoftskivor. Det är ur detta material som planeter bildas. Skivorna utgör givetvis en miljö där det är särskilt intressant att undersöka om vatten finns.

Under det senaste århundradet har stora ansträngningar gjorts, för att detektera nästan 200 olika molekyler i universum. På grund av vattnets koppling till liv har just denna förening haft en speciell plats i många astronoms hjärtan. Den största delen av jordens vatten återfinns i världshaven (drygt 70 %), men även glaciärer, polarisar och atmosfären innehåller vatten. Just det sistnämnda vattnet har för astronomer under en lång tid inneburit stora problem, trots att det endast utgör en oerhörd liten del av den totala vattensamlingen på jorden. Den lilla mängd vatten som återfinns i atmosfären gör det näst intill omöjligt att utföra observationer av intressant vatten med markbaserade teleskop.

Inte heller med ballonger eller flygplan är det egentligen möjligt, eftersom det enda man ser är vattnet i atmosfären. Ett fåtal undantag finns dock, då vatten kan ha speciella strålningsegenskaper när det är tätt och varmt. Första gången man observerade vatten var redan 1969 mot Orion, och vid detta tillfälle använde man faktiskt markbaserade teleskop. Det var dock inte förrän under 1990-talet som kallare och mer vida spridda vatten började observeras med rymdbaserade teleskop. Rymdobservatoriet ISO (Infrared

Space Observatory) skickades upp i november 1995 och följdes under en ganska kort tidsperiod av tre andra satelliter. SWAS (Submillimeter Wave Astronomy Satellite) skickades upp 1998, Odin 2001 och Spitzer 2003. Satelliten Odin var för övrigt ett forskningsprojekt som leddes av svenska astronomer, där det kallaste vattnet nu kunde observeras.

Storleken har betydelse

De här teleskopen hade givetvis vissa begränsningar, som gjorde det svårt att tolka observationerna. Till att börja med hade dessa fyra en ganska blygsam storlek på den spegel, som tar emot de infraröda signalerna från rymden. Detta spelar inte så stor roll vid korta våglängder, som för synligt ljus, men har stor effekt vid längre våglängder. Vatten strålar främst i det infraröda området av det elektromagnetiska spektret. Här är våglängden längre och bilderna blir betydligt suddigare. Dessutom ledde andra begränsningar till att man bara kunde få en ofullständig förståelse av vattnet och den miljö där vattnet observerades. Man kunde i och för sig säga att det fanns vatten i närheten av ett visst astronomiskt objekt, men inte exakt var vattnet fanns, eller vilka egenskaper gasen hade. Men

BILD: NASA/JPL-CALTECH/NOIC, CALTECH/SSC



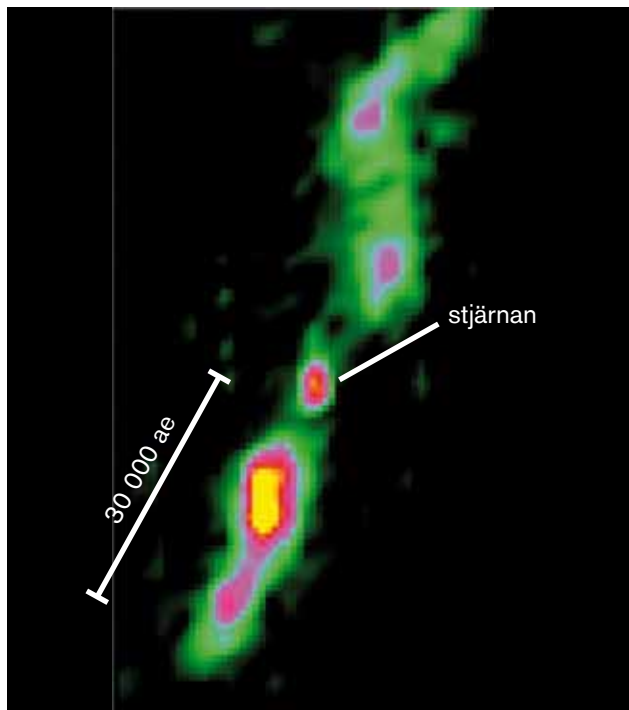
Två bilder på ett ungt solsystem som kan komma att likna vårt. Från den unga stjärnan Lynds 1157 i mitten av bilderna strömmar gas i hög fart, så långt ut som 30 000 gånger avståndet mellan jorden och solen. Spitzerteleskopet tog bilden till vänster i infrarött ljus. Herschelteleskopets till höger visar ljus från vattenmolekyler i utflödet.

till alla astronomers stora lycka sköts Herschelteleskopet upp i rymden under maj månad 2009. Detta teleskop, som var byggt av den europeiska rymdflygorganisationen ESA, hade inte bara en större huvudspegel. Det var nu även möjligt att utföra både spektroskopi och bildtagning. Spegeln på Herschel är 3,5 meter i diameter, att jämföra med Odins 1,1 meter. Skärpan blev alltså mycket bättre.

Herschel: en fena på vattenobservationer

Herschel har under de senaste tre åren utnyttjats inom flera olika fält av astronomi. Bland annat vill man förbättra kunskapen om hur de första galaxerna bildades i universum. Man är även intresserad av att studera den kemi som äger rum i det interstellära mediet, samt att förstå hur stjärnor bildas. De första observationsdata började samlas in redan under 2009, och bearbetning och tolkning av resultaten väntas pågå även efter det att Herschel får slut på sitt kylmedium, helium. Detta förväntas ske någon gång under mars månad 2013, och efter det kommer Herschel inte längre att kunna användas. Det kan alltså vara så att Herschelteleskopet slutar fungera samtidigt som du läser denna artikel. Teleskopet blir då helt enkelt för varmt för att kunna registrera de svaga infraröda signalerna från rymden.

För att studera vattnets roll i samband med stjärnbildning har upp emot 100 olika system, från lätta till tunga, och från unga till gamla, observerats. En av anledningarna till att man observerar så många olika system är inte bara att dessa var för sig är intressanta, utan man är även ute efter ett visst statistiskt underlag. Tidigare har vattenobservationer endast skett mot ett begränsat antal olika områden, vilket gör det svårt att sätta in dessa i ett större



ESA AND THE PACS CONSORTIA, E. VAN DISHOECK FOR THE HERSCHEL WISH KEY PROGRAMME CONSORTIUM

sammanhang. Trots Herschelteleskopets korta tid i drift har mer än 30 000 olika observationer slutförts under de senaste åren. Om man bortser från vissa barnsjukdomar har teleskopet fungerat i det närmaste klanderfritt, och en ansenlig mängd intressanta observationsdata har skickats tillbaka till jorden.

Ånga i skivor – och utflöden

Om vi börjar med de så kallade planetbildande skivorna, gjordes här en banbrytande upptäckt med Herschel för lite mer än ett år sedan. Tidigare hade endast en begränsad mängd varmt vatten hittats i närheten av unga stjärnor, men nu såg man för första gången även en stor mängd kallt vatten. Bara 180 ljusår från jorden ligger stjärnan TW Hydrae. Här upptäckte man med hjälp av Herschelteleskopet en avsevärd mängd vattenånga i skivan. Man såg även att detta vatten inte var knutet till något speciellt område, utan var fördelat över hela skivan. Än mer intressant var att denna vattenånga även indikerade en förekomst av en vattenreservoar, i form av is, som motsvarar flera tusen jordoceaner. Tack vare dessa observationer står det nu klart att det absolut kan finnas stora mängder vatten i väldigt unga stjärnsystem. TW Hydrae uppskattas vara bara cirka 10 miljoner år gammal, långt yngre än vårt solsystem som har funnits i 4,6 miljarder år.

I samband med att stjärnor bildas skickas även jetstrålar ut med hög hastighet. Sådana så kallade utflöden, som producerar mängder av vatten i närheten av unga stjärnor, har också observerats med Herschel. Utflöden bildas under den allra första delen av en stjärnas liv, alltså inom några tusen år. Dessa jetstrålar ger sedan upphov till chockvågor när de krockar med omkringliggande gas.

Även om det material som observeras i utflöden aldrig kommer att hamna på några planeter eller stjärnor, så är det med stor fascination som vi observerar även dessa strukturer. De starka chockvågor som uppstår när accelererad gas krockar med annan gas är utmärkta miljöer för att många olika molekyler ska kunna bildas. En av dessa är vatten.

När det gäller utflöden har ett antal väldigt unga system observerats grundligt med Herschel. Detta delprojekt har varit koordinerat av den svenske astronomen René Liseau, med mig som en av medarbetarna. Observationerna visar att mängden vatten i utflöden är avsevärt mycket mindre än vad som tidigare förutspåts av kemister. Mycket av detta är fortfarande under vidare utredning. Bland annat behöver de olika processer som leder fram till bildningen av vatten i gasfasen utredas mer grundligt. Vi förstår till exempel inte ännu i vilken utsträckning is lossnar från stoft när det blir tillräckligt varmt. Det är i alla fall klart att utflöden är mycket viktiga under den tidiga fasen av stjärnbildning.

Vi ser alltså vatten i områden närmast de yngsta protostjärnorna, som inte har funnits i mer än tiotusen år, och vi ser även vatten i planetbildande skivor runt stjärnor, som inte är mer än 10 miljoner år gamla. Vatten syns till och med i ett moln, Lynds 1544, där stjärnor ännu inte bildas men där de kan göra det i framtiden. Där kan det enligt Herschel finnas motsvarande tvåusen jordoceaner av vatten.

Kometernas vatten

Nu vet vi att det är vanligt med vatten där stjärnor bildas. Ändå kvarstår frågan om hur vattnet en gång kom till jorden. Det har redan nämnts att en av teorierna för hur detta gick till är att det skedde med hjälp av kometer. Detta påstående kan kontrolleras genom att man observerar de kometer som finns i vårt eget solsystem. Även detta har gjorts med Herschel.

Genom att mäta hur stor del tungt vatten som förekommer i kometer, och sedan jämföra det med andelen tungt vatten på jorden, kan man dra vissa slutsatser. I ungefär en på tiotusen vattenmolekyler är en av väteatomerna utbytt mot deuterium. Tidigare observationer av kometer visar att tungvattenkvoten hos kometer är annorlunda jämfört med jorden. Den av Herschel uppmätta kvoten hos kometen Hartley-2 visade sig dock vara i det närmaste identisk med vad vi ser på jorden. Denna observation stödjer således teorin om att en betydande del av jordens vatten en gång fördes hit med kometer.

Herschelteleskopet har gjort det möjligt att med hög känslighet observera vatten i flera olika faser av stjärnbildningsprocessen, från interstellära moln till protostjärnor till kometer i vårt eget solsystem. Nu kommer teleskopet inte vara i drift länge till. Men än finns det mängder av data som ännu inte analyserats, samt processer som vi ännu inte förstår.

En kvalificerad gissning är att många astronomer kommer att jobba med dessa data under åtskilliga år framöver. ★

PER BJERKELI är astronom vid Onsala rymdobservatorium.



Set av Baader Hyperion okular

Välj till specialpris två av dina favoriter bland Hyperionokularen. Erbjudandet gäller för 5, 8, 10, 13, 17, 21 och 24mm. Du kan naturligtvis välja två identiska okular för t.ex. din binoviewer.

Art.nr Hyp-Par

1 875 :-



Starlight Xpress Lodestar Autoguiders

En av marknadens absolut bästa autoguiders. Utrustad med högkänsligt chip, ICX429L, från Sony. Kompatibel med Maxim DL/CCD och Astroart.

Art.nr SXLodestar

4 675:-



Celestron NexImage 5MP planetkamera

Tag högupplösta bilder av solen, månen och planeterna med NexImage 5MP. Medföljande mjukvara medger avancerad bildbehandling.

Art.nr C93711

2 775:-



William Optics ZenithStar 71 OTA

ZenithStar 71 är försedd med en högklassig mikrofokuserare 1:10 av rack and pinion-typ. Optik och mekanik i toppklass.

Art.nr WOZS71

4 295 :-



Atik 383L+ monokrom CCD kamera

Atik 383L+ är en 8 megapixel, monokrom CCD kamera baserad på chip från Kodak, KAF 8300. En kamera i toppkvalitet till rimligt pris.

Art.nr ATK383L+

18 995 :-



Frakt tillkommer. Vid leverans till Norge räknar vi av svensk mervärdeskatt (25%) på angivna priser, som är i SEK.

TeleskopService Norden AB
Mobil +46 (0) 768 653 250
Tel +46 (0) 301 429 72
info@teleskop-service.se
www.teleskop-service.se



Välkommen att besöka vår nya webbshop