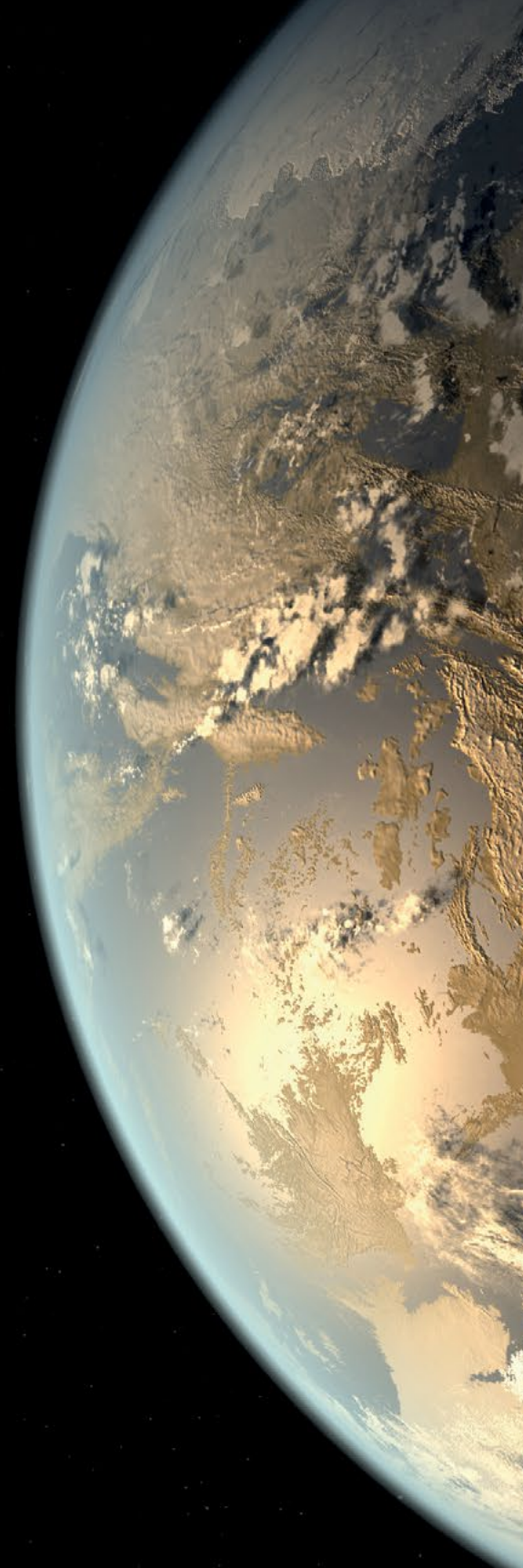


Nu drar jakten på

LIV i andra solsystem igång på allvar

av Alarik Haglund

Planeten Kepler 186f är en av de planeter som hittats av Keplerteleskopet kring andra stjärnor i galaxen. Den har mycket gemensamt med jorden, något som inspirerat den här illustrationen. Den är omkring tio procent större än vår planet och befinner sig i sin stjärnas beboeliga zon. Det betyder att det skulle kunna finnas hav och sjöar på planeten. Även om storleken tyder på att den är en stenplanet, som jorden, kan vi inte vara säkra på vad vare sig planeten eller dess atmosfär består av. Astronomerna kan därför bara gissa sig till hur förhållandena ser ut på ytan.



Astronomerna söker svaret på om planeter utanför vårt solsystem har de rätta förutsättningarna för liv eller om det till och med finns liv på någon av dem.

Det stora flertalet av de planeter vi idag känner till i andra solsystem har hittats av NASA:s planetjägarteleskop Kepler. Detta inkluderar flera planeter i storlek med jorden som befinner sig i det som brukar kallas för den beboeliga zonen. Denna zon är det område kring en stjärna där temperaturen är precis lagom för att en planet ska kunna ha flytande vatten på ytan, vilket är en grundförutsättning för liv som vi känner det.

Det framgångsrika Keplerteleskopet, som sköts upp 2009, är nu på väg att pensioneras för gott och lämna över stafettpinnen till efterträdaren TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite), som sköts upp av NASA i april 2018.

Tack vare att TESS till skillnad från Kepler kommer att kunna söka efter planeter kring stjärnor över hela himlen förväntas tusentals nya planeter upptäckas. Det betyder att TESS även förväntas hitta många fler planeter i jordens storleksklass som befinner sig i den beboeliga zonen kring andra stjärnor och som därmed skulle kunna ha de förutsättningar som krävs för att liv ska ha uppkommit.

Däremot saknar TESS i likhet med föregångaren Kepler förmågan att avslöja om dessa planeter verkligen är beboeliga, och teleskopet kan än mindre avgöra om de är bebodda.

Ser bara skuggan

Både Kepler och TESS söker efter planeter genom att titta efter den minimala svacka i en stjärnas ljus som uppstår då en planet passerar framför sin stjärna och skuggar en liten del av stjärnljuset.

Med hjälp av storleken på den skugga som kastas av en planet som passerar framför sin stjärna kan astronomerna ganska enkelt ta reda på hur stor planeten är. Samtidigt talar den tid de måste vänta innan planeten

passerar framför stjärnan igen om för dem hur lång tid det tar för planeten att snurra ett varv i sin omlopps bana, vilket avslöjar hur långt bort planeten befinner sig från stjärnan. Den information som teleskop av det här slaget kan ge astronomerna om de planeter som hittas räcker med andra ord till för att identifiera planeter i jordens storlek i den beboeliga zonen. Däremot får astronomerna, på grund av att de inte observerar planeterna direkt, inte reda på några detaljer om hur miljön på planeterna ser ut.

Tuff utmaning

I jakten på liv i universum är varje planet som hittas i den beboeliga zonen kring en annan stjärna ett gott tecken, speciellt om den är i samma storlek som jorden och därmed med största sannolikhet är en stenplanet som jorden, men hur lovande den än ser ut finns det utan fler detaljer inga garantier för att en planet av det här slaget är beboelig. En temperatur som tillåter flytande vatten på en planets yta betyder till exempel inte mycket om den inte samtidigt har en tillräckligt tjock atmosfär för att hålla kvar vattnet på planeten. Dessutom behöver en beboelig planet givetvis inte vara bebodd.

Det innebär att astronomerna nu står inför den spännande men tuffa utmaningen att ta reda på mer om förhållandena på de potentiellt beboeliga planeter som hittats och som kommer att fortsätta att hittas i andra solsystem och att försöka avslöja om det finns liv på någon av dessa planeter.

Atmosfären är nyckeln

Ett sätt för astronomerna att gå från att jaga jordliknande exoplaneter till att jaga utomjordiskt liv på planeter är att de förutom att studera hur

Medan de planeter som hittats av föregångaren Kepler ofta befinner sig flera tusen ljusår bort kommer TESS att koncentrera sig på att hitta planeter kring stjärnor inom 300 ljusår från jorden, vilket kommer att underlätta sökandet efter liv på planeter i andra solsystem.



BILD: NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER

Ljuset från avlägsna stjärnor dämpas då en planet passerar framför stjärnan undersöker hur stjärnljuset påverkas då det skiner genom planetens atmosfär.

Till skillnad från själva planeten blockerar atmosfären inte stjärnans ljus helt och hållet. Tvärtom släpps det mesta av det ljus som träffar atmosfären igenom. Däremot absorberas vissa av ljusets våglängder av de molekyler som finns i atmosfären.

Även om bara en mycket liten del av det totala ljuset från stjärnan filtreras genom en passerande planets atmosfär är det, om man nogt jämför stjärnans vanliga ljus med det ljus som kommer från stjärnan under planetens passage, möjligt att urskilja de distinkta avtryck i ljuset som

Den första bilden tagen av NASA:s nyaste planetjägarteleskop TESS visar en liten del av alla de 200 000 stjärnor som rymdteleskopet kommer att undersöka i sin jakt på planeter.



lämnas av de molekyler som finns i planetens atmosfär. Detta gör det i sin tur möjligt att bestämma vilka kemiska ämnen som finns i luften på planeten och kanske en gång för alla hitta liv.

TESS och company

Det splitternya planetjägarteleskopet TESS kommer, även om det inte på egen hand kan urskilja de avtryck i stjärnljuset som lämnas av molekyler i en planets atmosfär, att göra det lättare för andra teleskop att studera atmosfären hos exoplaneter. Förutom att det har hela himlen som jaktmark kommer det nämligen också att koncentrera sitt sökande till våra närmaste grannstjärnor. De potentiellt beboeliga planeter som hittas av TESS kommer med andra ord att befinna sig mycket närmare än de lovande kandidater som hittats av Keplerteleskopet.

Dessutom kommer TESS snart att få sällskap av de två europeiska rymdteleskopen CHEOPS (CHAracterising ExOPlanet Satellite) och PLATO (PLAnetary Transits and Oscillations of stars), som förutom att upptäcka exoplaneter även kommer att kunna karakterisera planeterna och deras stjärnor med oöverträffad precision (se Carina Perssons artikel *Vilka är exoplaneterna?* i *Populär Astronomi* 2017/2).

Ny generation teleskop

Med nuvarande instrument kan knepet att utnyttja filtrerat stjärnljus för att lära sig mer om atmosfären på en exoplanet bara användas i begränsad utsträckning. Till exempel upptäckte Hubbleteleskopet i mars 2018 för första gången helium på en planet i ett annat solsystem, men planeten är en så kallad het Jupiter, som är i storlek med planeten Jupiter i vårt solsystem och befinner sig mycket nära stjärnan.

Till astronomernas glädje är emellertid en ny generation teleskop på gång. Redan James Webb-teleskopet, som ska skjutas upp av NASA tidigast i maj 2020, kommer att vara

kraftfullt nog för att astronomerna i vissa fall ska kunna börja undersöka atmosfären hos jordliknande exoplaneter i sin jakt på liv.

ESA:s rymdteleskop ARIEL (Atmospheric Remote sensing Infrared Exoplanet Large survey), med uppskjutning planerad till 2028, är designat för att ge astronomerna en översikt över egenskaperna och atmosfären hos omkring 1 000 exoplaneter av olika storlekar, inklusive ett antal små stenplaneter som jorden.

För att kunna utvidga jakten på liv till ett större urval planeter i stil med jorden kommer astronomerna däremot att behöva vänta ytterligare lite längre på ännu mer kraftfulla instrument, som High Definition Space Telescope. Det föreslagna rymdteleskopet, med en dubbelt så stor spegel som James Webb-teleskopet, förväntas skjutas upp först någon gång på 2030-talet.

Jorden som exempel

För att veta vad de ska titta efter tar astronomerna jorden som exempel. Jordens atmosfär innehåller idag en hälsosam dos molekylärt syre, som hela tiden fylls på av de växter och alger som lever på planeten, tillsammans med ett tunt lager av syre i form av ozon, som skyddar livet på jorden från skadlig ultraviolett strålning från solen. Dessutom innehåller jordens atmosfär små mängder så kallade reducerande gaser, i form av bland annat koldioxid och metan, som fylls på genom att de andas ut av jordens djurliv.

Eftersom gaser som syre och metan även kan bildas vid inorganiska kemiska reaktioner, utan att liv är inblandat, är de var för sig inget starkt tecken på liv. Om astronomerna däremot skulle hitta både syre och en reducerande gas, som bidrar till att luften töms på syre, i en planets atmosfär betyder det att det måste finnas någon-

Några av de mikroorganismer från olika platser på jorden som undersökts för att hjälpa till att lista ut vilka olika färger exoplaneter skulle kunna ha om stora delar av ytan täcks av liknande mikroorganismer.

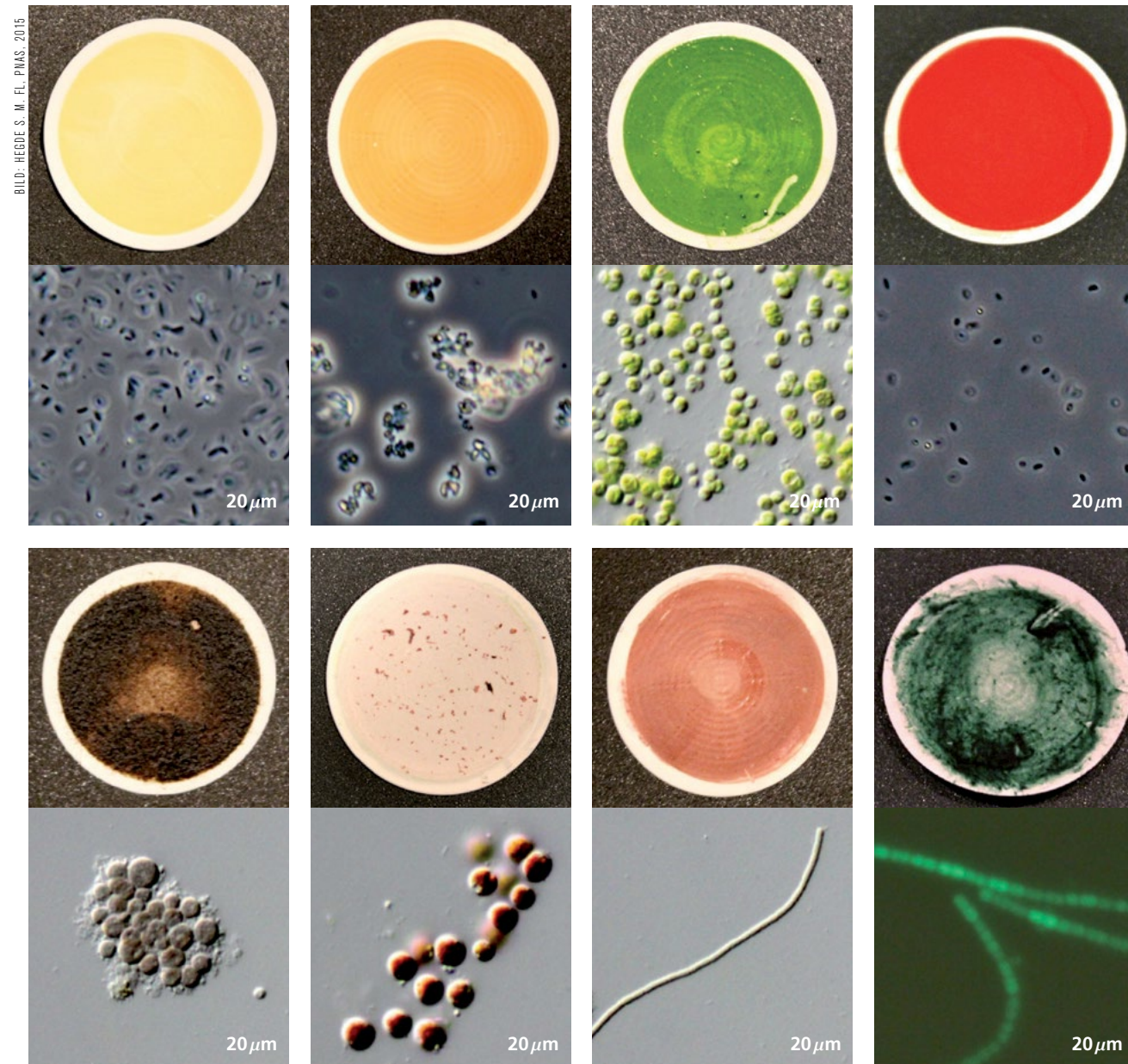


BILD: HEGDE S. M. FL. PNAS. 2015

ting på planeten som kontinuerligt pumpar ut nytt syre i stora mängder. Denna kombination av gaser, tillsammans med vatten, skulle därför kunna vara ett tecken på att astronomerna är en annan planet som jorden på spåren.

Livets bibliotek

Kombinationen av syre och en reducerande gas är emellertid inte den enda så kallade biosignaturen som genom de avtryck den lämnar i det ljus som filteras genom atmosfären kan avslöja om det finns liv på en planet. Alla gaser som produceras av en livsform av något slag och bunkras upp i tillräckligt stor mängd i en planets atmosfär för att kunna observeras kan räknas som biosignaturer. Det kan röra sig om allt från de dofter till de gifter som levande organismer sprider omkring sig.

Den amerikanska astrofysikern Sara Seager vid Massachusetts Institute of Technology arbetar därför tillsammans med sina kolleger med att bygga upp ett stort bibliotek med biosignaturer för astronomerna att hålla utkik efter.

Några exempel är isopren, som utsöndras av träd och luktar som bensin, den illaluktande gasen metantiol, som bland annat förekommer i fisar, och metylklorid, som används som gift av alger och marina bakterier.

Sara Seager nöjer sig emellertid inte med att använda jorden som mall. För att astronomerna inte ska missa någonting har hon enligt sin hemsida hos Massachusetts Institute of Technology som målsättning att inkludera så många tänkbara biosignaturer som möjligt och även över-

våga gaser som skulle kunna produceras av liv på planeter som är mycket olika vår egen.

Ett annat tecken på liv skulle kunna vara komplexa molekyler, som inte gärna blir till på naturlig väg, i en planets atmosfär. Eftersom molekyler av det här slaget sannolikt måste ha framställts av någon, skulle de signalera att det finns, eller åtminstone har funnits, en civilisation på planeten.

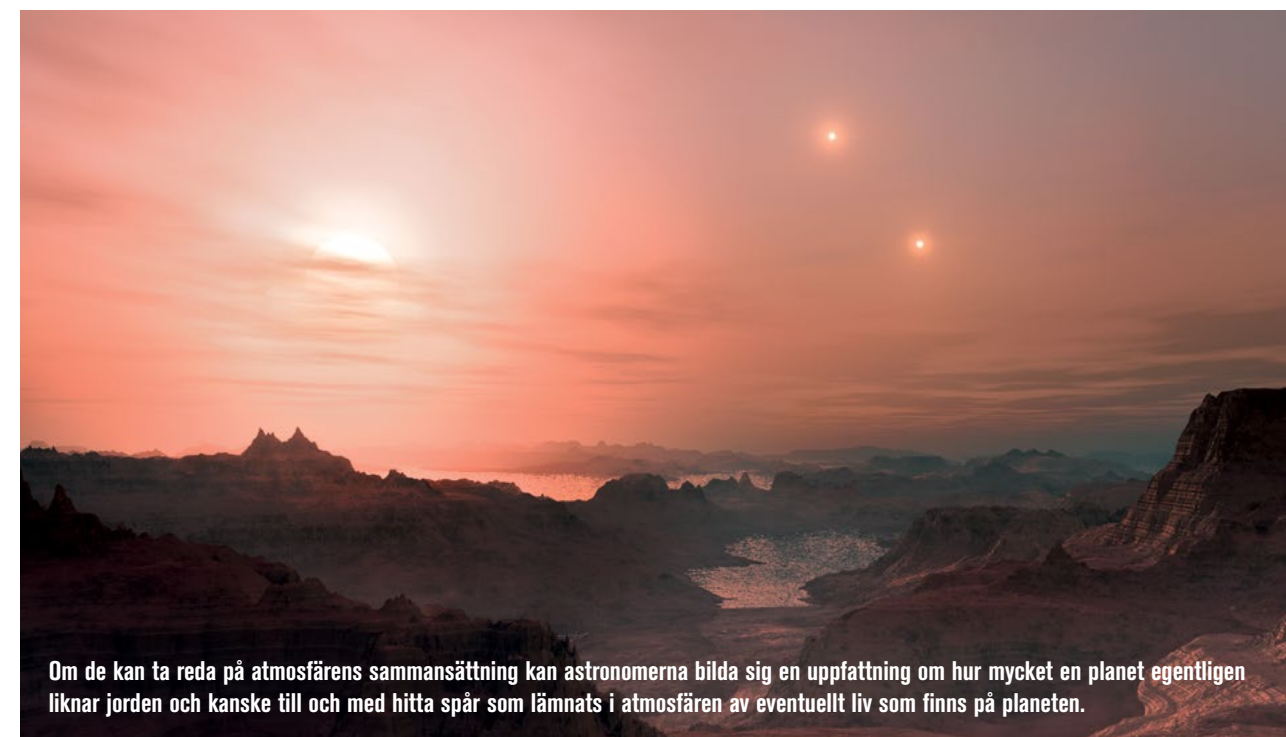
Livets färger

Utöver att hålla utkik efter de biprodukter som lämnas i atmosfären av allt från de enklaste möjliga livsformerna till högteknologiska civilisationer föreslår en grupp astronomer och biologer under ledning av Siddharth Hegde vid amerikanska Cornell University i en forskningsrapport att det dessutom kan vara möjligt att gå direkt till källan genom att undersöka hur olika livsformer färgar den planet de bor på.

I de fall en planet kan observeras direkt är det ljus som astronomerna ser stjärnljus som reflekteras av planeten, på samma sätt som det månlyjus vi ser i själva verket är reflekterat solljus.

Om astronomer i ett annat solsystem skulle titta på jorden skulle den ha en grönaktig färg, eftersom det ljus de ser reflekteras av träd och annan växtlighet på jordytan. Om ytan på en exoplanet skulle domineras av en särskild slags livsform skulle denna livsforms pigment, precis som det gröna klorofyllet i jordens växter, ge färg åt det ljus som astronomerna på jorden observerar. Med andra ord skulle planeter med liv kunna finnas i en stor mängd olika färger, beroende på vilka livsformer som täcker ytan.

Det som gör att planeter i andra solsystem kan upptäckas av teleskop som Kepler och TESS är den skugga som kastas av en planet som passerar framför sin stjärna. Till skillnad från själva planeten släpper atmosfären emellertid igenom alla utom vissa våglängder av stjärnans ljus. Genom att ta reda på vilka våglängder som filteras bort kan astronomerna identifiera vad planetens atmosfär består av. Till exempel har Hubbleteleskopet på detta vis kunnat se helium i atmosfären hos den heta gasplaneten WASP-107b, men dagens teleskop är inte kraftfulla nog för att kunna studera atmosfären hos jordliknande planeter i den beboeliga zonen.



Om de kan ta reda på atmosfärens sammansättning kan astronomerna bilda sig en uppfattning om hur mycket en planet egentligen liknar jorden och kanske till och med hitta spår som lämnats i atmosfären av eventuellt liv som finns på planeten.

Stort urval

Eftersom de enda livsformer vi idag känner till finns på jorden har vår egen planet återigen fått stå som exempel för eventuella planeter med utomjordiskt liv. Siddharth Hegde och hans kolleger började med att samla in ett stort urval av olika mikroorganismer, som under större delen av livets historia på jorden varit det dominerande livet. För att få så stor variation som möjligt var de noga med att välja ut mikroorganismer med vitt skilda pigment från en mängd olika miljöer på jorden, från Atacamaöknen i Chile till havet utanför Hawaii.

Genom att studera färgen hos det ljus som reflekteras av de insamlade mikroorganismerna har de sedan kunnat skapa en katalog med detaljerade färgspektra för tänkbara livsformer som skulle kunna finnas på planeter i andra solsystem.

Om något av dessa färgspektra i framtiden observeras i ljuset från en exoplanet skulle det inte bara skvallra om liv på planeten utan även ge en ledtråd om vilken slags liv det rör sig om.

Däremot är direkta observationer av ljus från exoplaneter, på grund av hur oerhört svagt en planet lyser jämfört med sin stjärna, en större utmaning än att observera stjärnljus som filtrerats genom en planets atmosfär. Rymdteleskopet HabEx (Habitable Exoplanet Imaging Mission), som övervägs av NASA, har emellertid som målsättning att göra det möjligt att se ljus från planeter som jorden.

CSI för exoplaneter

Eftersom tillgången till instrument som James Webb-teleskopet och andra kommande teleskop kommer att vara mycket begränsad, då efterfrågan bland astronomerna

kommer att vara stor, är det förutom att veta vad de ska leta efter också viktigt för de astronomer som söker efter liv i andra solsystem att veta vart de ska börja leta. I väntan på dessa instrument arbetar de därför med att fundera ut hur de ska kunna avgöra vilka planeter som utgör de mest lovande kandidaterna i jakten på liv.

Bland annat har Lisa Kaltenegger, som är chef för Carl Sagan Institute vid Cornell University, tillsammans med sina kolleger använt sig av datorsimuleringar för att ta fram en omfattande databas med tusentals tänkbara planetatmosfärer, som ser ut som jordens atmosfär idag, liknar jordens atmosfär vid olika tidpunkter i planetens historia eller är helt främmande.

Efter att ha fått en första skymt av hur atmosfären på jordliknande exoplaneter ser ut kommer astronomerna att kunna jämföra planeternas atmosfärer med atmosfärerna i databasen, ungefär som kriminaltekniker jämför fingeravtryck från en brottsplats med en fingeravtrycksdatabas, för att rangordna planeterna efter vilka som är mest lika jorden.

Förutom att visa astronomerna vilka planeter som i första hand förtjänar en närmare titt skulle databasen dessutom kunna hjälpa dem att avgöra hur lång tid som krävs för att kunna urskilja eventuella biosignaturer i var och en av planeternas atmosfärer. Lisa Kaltenegger påpekar till exempel för nättidningen Motherboard att en planet som är som jorden fast hetare borde ha mer vattenånga i atmosfären, vilket gör syre och metan svårare och mer tidskrävande att få syn på.

Tillsammans hjälper detta astronomerna att utnyttja sina begränsade resurser på bästa möjliga sätt i jakten på liv i andra solsystem. ★

ALARIK HAGLUND är filosofie magister i fysik med inriktning mot astronomi och frilansande vetenskapsjournalist.

