

ESO

Europeiska  
sydobservatoriet

# Mot nya astronomiska höjder







## ESO och astronomin

Astronomin är den äldsta naturvetenskapen. Den mäktiga Vintergatan, som sträcker sig över himlen en stjärnklar kväll, har väckt förundran hos generationer av människor i alla tider och kulturer.

Idag utmärker sig astronomin som en av de mest dynamiska vetenskaperna. Den använder avancerad teknik och sofistikerade metoder för att studera objekt vid utkanten av det observerbara universum, för att upptäcka planeter kring andra stjärnor, och för att utforska många andra himlakroppar i allt mer detalj. Vi kan börja svara på några av mänsklighetens mest grundläggande frågor: Vad är vårt ursprung? Finns det liv på annat håll i universum? Hur bildas stjärnor och planeter? Hur utvecklas galaxerna? Vad består universum av?

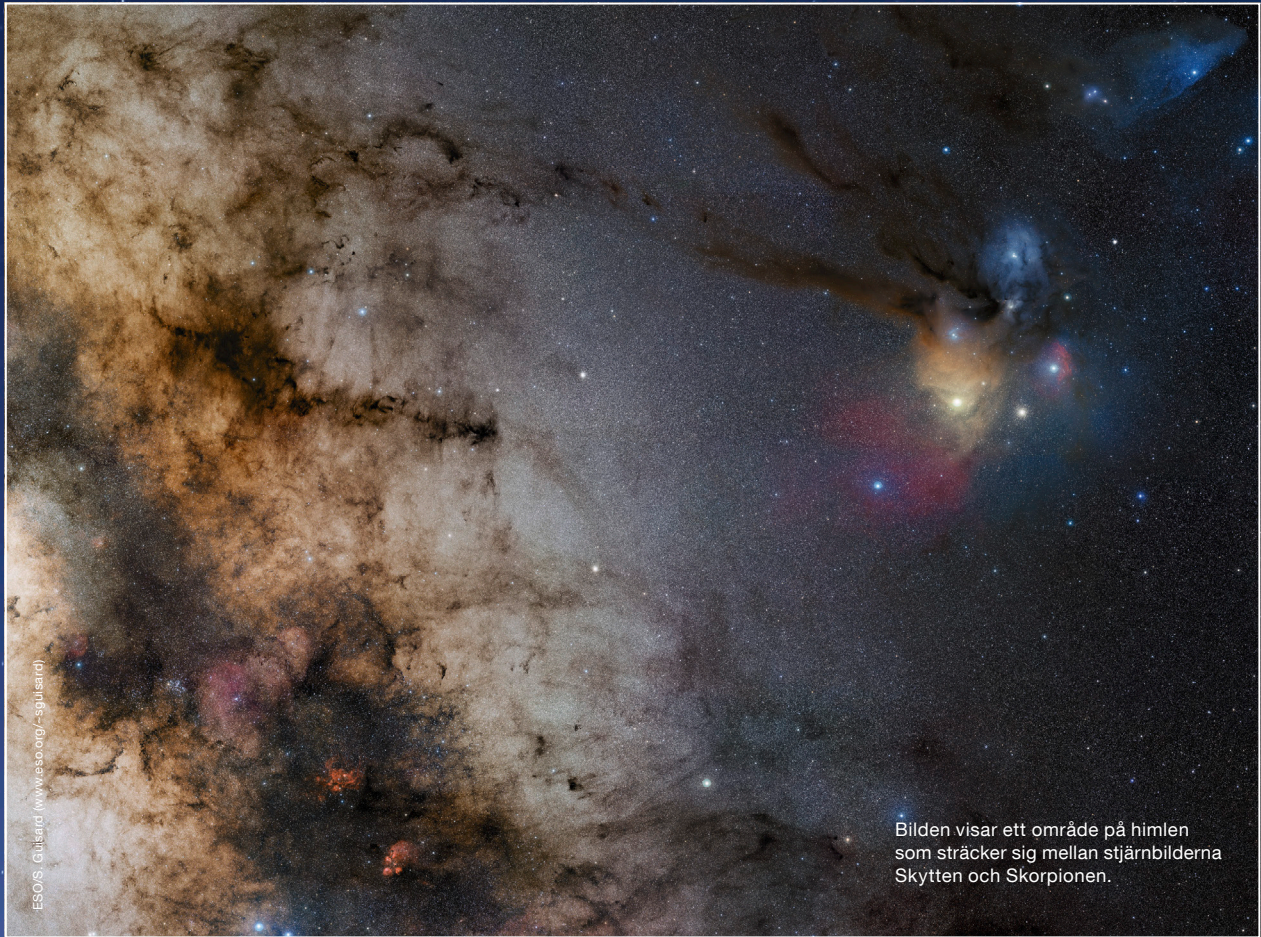
ESO, Europeiska sydobservatoriet, är världens främsta mellanstatliga organisation för astronomi. I dess ambitiösa program ingår att konstruera, bygga och driva världens kraftfullaste markba-

serade anläggningar för astronomiska observationer. Därför har ESO som sitt fundament konstruktiva partnerskap med forskare, med industrin och även med andra intressenter runt om i världen.

Antalet förslag till forskningsprojekt med ESO:s teleskop uppgår till mellan tre och fem gånger fler observationsnätter än som finns tillgängliga, om inte mer. Denna efterfrågan är en del av anledningen varför ESO är världens mest produktiva markbaserade observatorium; varje dag publiceras i snitt nästan tre expertgranskade artiklar baserade på data från ESO. Dessa artiklar rapporterar några av astronomins mest spännande och anmärkningsvärda upptäckter, och ESO står fast vid målet att fortsätta göra detta möjligt genom att bedriva historiens mest ambitiösa projekt inom den observationella astronomin, bygget av Extremely Large Telescope.

Xavier Barcons  
ESO:s generaldirektör





ESO/S. Gilardi (www.eso.org/~sgilardi)

Bilden visar ett område på himlen som sträcker sig mellan stjärnbilderna Skytten och Skorpionen.



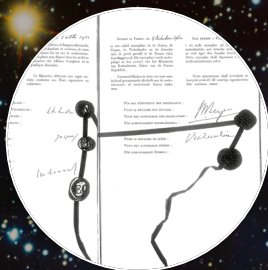
ESO/B. Tafreshi (twanight.org)

Från Paranal är stjärnorna inom räckhåll för mänskligheten.

ESO/J. Girard



# Höjdpunkter i ESO:s historia



**5 oktober 1962**

De stiftande medlemmarna Belgien, Frankrike, Tyskland, Nederländerna och Sverige undertecknar ESO-konventionen.



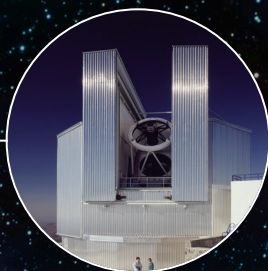
**6 november 1963**

Chile väljs som platsen för ESO observatoriet. Dokumentet *Convenio* (även känd som *Acuerdo*), avtalet mellan Chile och ESO, undertecknas.



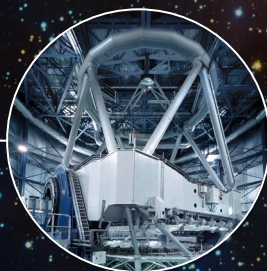
**30 november 1966**

Första ljus för ESO:s 1-meterteleskop vid La Silla, det första teleskopet som används av ESO i Chile.



**23 mars 1989**

Första ljus för New Technology Telescope.



**25 maj 1998**

Första ljus för VLT:s första enhetsteleskop (UT1), Antu.



**17 mars 2001**

Första ljus för Very Large Telescope Interferometer.



**8 juni 2011**

Första bilderna från VLT Survey Telescope släpps.



**30 september 2011**

ALMA börjar sina första vetenskapliga observationer och dess första bild publiceras.



**5 oktober 2012**

ESO firar sitt 50-årsjubileum.

Carinanebuloan i infrarött ljus i en bild av kameran HAWK-I på VLT.





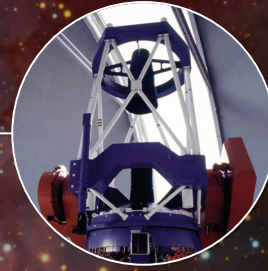
7 november 1976

Första ljus för ESO:s 3,6-meterteleskop.



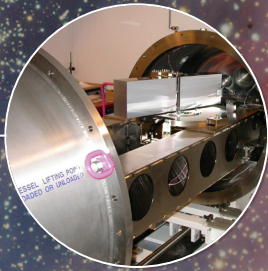
5 maj 1981

ESO:s huvudkontor i Garching, Tyskland, invigs.



22 juni 1983

Första ljus för MPG/ESO:s 2,2-meterteleskop.



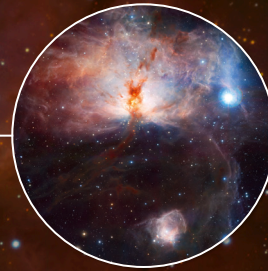
11 februari 2003

Första ljus för High Accuracy Radial velocity Planet Searcher (HARPS) på ESO:s 3,6-meterteleskop vid La Sillaobservatoriet.



14 juli 2005

Första ljus för submillimeterteleskopet APEX (Atacama Pathfinder Experiment).



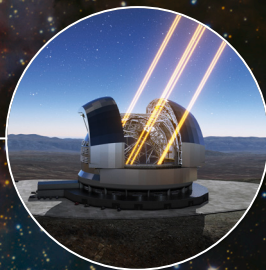
11 december 2009

VISTA, det banbrytande kartläggningsteleskopet för infrarött ljus, börjar sitt arbete.



19 juni 2014

Markbrytningssceremonin för Extremely Large Telescope (ELT) äger rum.



26 maj 2017

ELT:s första sten firas med en ceremoni där Chiles president Michelle Bachelet Jeria deltar.



Framtiden

*Nya upptäckter väntar allt eftersom terabyte av astronomiska data försar till astronomeerna i ESO:s medlemsländer.*



# ESO:s observationsplatser

Den norra delen av Chile, som delvis täcks av Atacamaöknen, bjuder på en utomordentligt klar och mörk stjärnhimmel. Från dess sydliga läge är både Vintergatans viktiga centrala delar och de två Magellanska molnen utmärkt synliga, tre hundra nätter om året.

## Chajnantorplatån

5000 meter ovanför havsnivån finns Chajnantorplatån som är en av de högst belägna platserna i världen för astronomisk forskning. Här finns Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) — ett partnerskap mellan ESO, Nordamerika och Ostasien i samarbete med Chile — och Atacama Pathfinder Experiment (APEX), ett 12-meterteleskop som arbetar med millimeter- och submillimeterljus.

## Cerro Paranal

2600 meter över havet, 130 kilometer söder om Antofagasta och tolv kilometer inåt från Stilla-havskusten i norra Chile finner vi Paranal, som är en av jordens torraste områden. Det är hem till Very Large Telescope — som består av fyra enhetsteleskop. Här finns även de fyra mobila 1,8-meters hjälpteleskop som ingår i VLT Interferometer, och två kraftfulla kartläggningsteleskop, VST och VISTA.

## Cerro Armazones

På Cerro Armazones byggs 39-meterteleskopet ELT (Extremely Large Telescope). Det ligger bara 23 kilometer från Paranalobservatoriet och kommer integreras i Paranals driftsystem.

## Vitacura, Santiago de Chile, Chile

ESO:s kontor i Santiago är ett aktivt centrum för utbildningen av nya generationer av forskare. Genom olika samarbeten främjar kontoret utbytet mellan europeiska och chilenska forskare.





### La Silla

ESO:s första observatorium byggdes på La Silla, 2400 meter över havet och 600 kilometer norr om Santiago i Chile. Här finns flera teleskop för synligt ljus med speglar upp till 3,6 meter i diameter. ESO:s 3,6-metersteleskop huserar världens bästa exoplanetletare, HARPS (High Accuracy Radial velocity Planet Searcher).

### ESO:s huvudkontor, Garching, Tyskland

ESO:s huvudkontor, som ligger i Garching utanför München i Bayern, Tyskland, är organisationens vetenskapliga, tekniska och administrativa centrum. Här finns en teknisk byggnad där ESO:s mest avancerade instrument utvecklas, byggs, monteras, testas och uppgraderas. På samma plats finns ett av världens största datorarkiv för astronomiska data samt planétariet och besökscentret ESO Supernova.

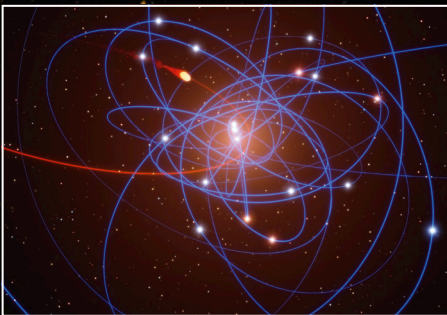


## Vetenskapliga höjdpunkter

# ESO:s 10 största astronomiska upptäckter

### 1 | Stjärnor som kretsar kring Vintergatans supertunga svarta hål

Flera av ESO:s flaggskeppsteleskop användes för att med oöverträffad precision och under lång tid studera omgivningarna kring bjässen i hjärtat av vår galax — ett supermassivt svart hål.



### 2 | Det accelererande universum

Med observationer av exploderande stjärnor, bland dem mätningar gjorda med ESO:s teleskop vid La Silla och Paranal, visade två oberoende forskarlag att universums utvidgning accelererar. År 2011 tilldelades Nobelpriset i fysik för detta forskningsresultat.



### 3 | En planet upptäcks i den beboeliga zonen hos den närmaste stjärnan, Proxima Centauri

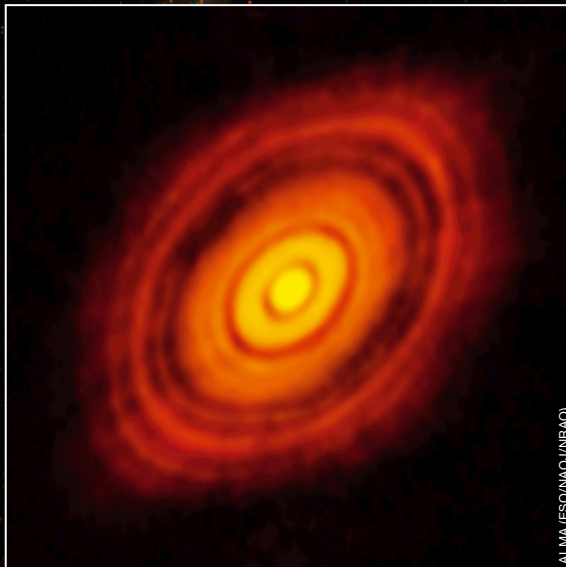
Denna länge eftersökta värld gör ett varv kring dess svala, röda värdstjärna var elfte dag. Planeten är stenig med en massa som är knappt mer än jordens, och dess temperatur är dessutom lagom för att flytande vatten skulle kunna finnas på dess yta. Den är den närmaste exoplaneten och kan också vara den närmaste platsen utanför solsystemet där liv kan finnas.



ESO/M. Kommissar

### 4 | ALMA:s revolutionerande bild avslöjar hur planeter föds

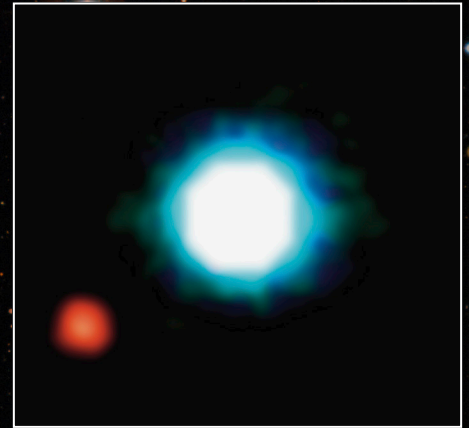
2014 avslöjade ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) märkliga och överraskande detaljer hos ett planetsystem som håller på att bildas. Bilderna av HL Tauri var de skarpaste som gjorts vid millimeter-våglängder. De visar hur nybildade planeter formar en protoplanetär skiva från gas, stoft och damm.



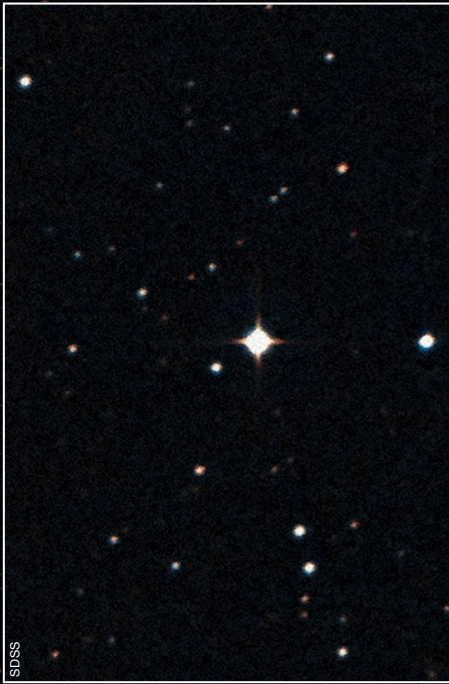
ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

### 5 | Den första bilden på en exoplanet

VLT var först med att avbilda en planet utanför vårt solsystem. Planeten, som har en massa på fem gånger Jupiters, ligger på ett avstånd av 55 gånger avståndet mellan jorden och solen. Den kretsar kring en stjärna som är för liten för att tända sitt kärnbränsle — en brun dvärg.

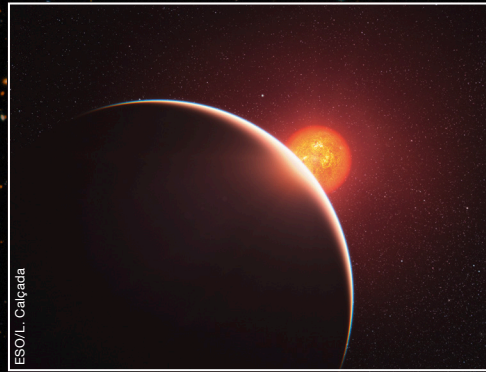






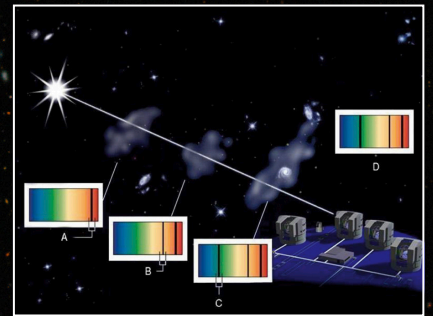
## 6 | Vintergatans äldsta kända stjärna

Med VLT har astronomer mätt åldern hos den äldsta kända stjärna i vår galax. Dess ålder på 13,2 miljarder år innebär att stjärnan föddes under tiden då universums första stjärnor bildades. Uran har dessutom hittats i en stjärna i Vintergatans och därmed kunnat användas som ett oberoende sätt att uppskatta galaxens ålder.



## 7 | Direkta mätningar av exoplaneters spektra och atmosfärer

Atmosfären hos en exoplanet av typen superjord har för första gången analyserats av VLT. Planeten GJ 1214b studerades vid passager framför sin värdstjärna. Delar av stjärnlyuset passerade då genom planetens atmosfär, som antingen består mest av vattenånga eller domineras av tjocka moln och dis.

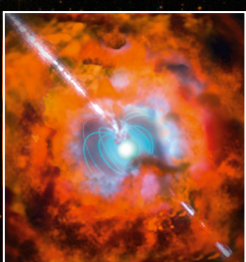


## 8 | Oberoende mätningar av den kosmiska temperaturen

VLT var först med att detektera molekyler av kolmonoxid i en galax som vi ser som den var för nästan 11 miljarder år sedan, en mätning som hade gäckat forskare i 25 år. Observationen gjorde det möjligt för astronomer att mäta den kosmiska temperaturen mer noggrant än vad som tidigare varit möjligt för en så avlägsen tid i universums historia.

## 9 | Rekordartat planetsystem

Med hjälp av teleskop i rymden och på marken, bland dem ESO:s VLT, hittade astronomer ett system med sju planeter, alla i samma storlek som jorden, bara 40 ljusår bort. Planeterna kretsar kring den mycket svala röda dvärgstjärnan TRAPPIST-1. Tre av planeterna ligger dessutom i stjärnans beboeliga zon, vilket ökar chanserna för att liv skulle kunna finnas där. Inget annat känt system har fler jordstora planeter eller fler planeter där flytande vatten kan finnas på ytan.



## 10 | Gammablixtar kopplas till supernovor och sammansmältande neutronstjärnor

ESO:s teleskop löste en seglivad gåta genom att ge definitivt bevis som kopplar gammablixtar med lång varaktighet till tunga stjärnors slutgiltiga explosioner. Ett teleskop vid La Silla observerade dessutom för första gången det synliga ljuset från en kortvarig gammablixt och därmed visa att fenomenet sannolikt uppstår i den våldsamma kollisionen när två neutronstjärnor smälter samman.

En långexponering tagen med kameran WFI (Wide Field Imager) på MPG/ESO:s 2,2-meterteleskop vid La Silla-observatoriet.



# Very Large Telescope

Very Large Telescope (VLT) är flaggskeppet för europeisk optisk astronomi nu i början av det tredje millenniet. VLT är världens mest avancerade optiska instrument, en uppställning av fyra enhetsteleskop, vart och ett med en huvudspegel med diameter 8,2 meter. De kan arbeta var för sig eller likt deras fyra mobila 1,8-meters hjälpteleskop tillsammans för att bilda en interferometer. Teleskopen är så kraftfulla att vart och ett av dem kan användas för att avbilda himlakroppar som lyser fyra miljarder gånger ljussvagare än som kan uppfattas med blotta ögat.

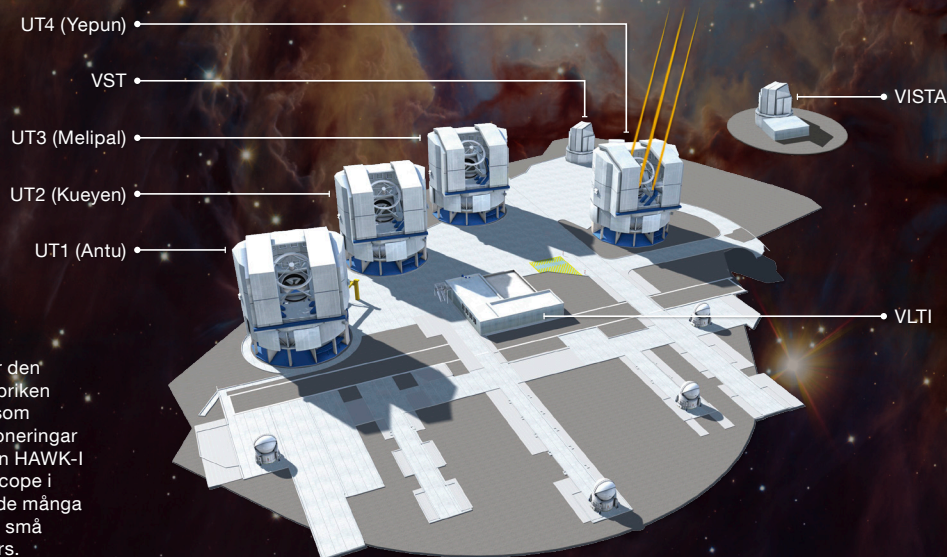
Instrumentprogrammet för VLT är det mest ambitiösa som någonsin drivits för ett enda observatorium. Det innefattar kameror och spektrografer som täcker ett stort spann i ljusvåglängd, från ultraviolett (0,3  $\mu\text{m}$ ) ända till mellanvågigt infrarött (20  $\mu\text{m}$ ).

VLT:s fyra 8,2-meters enhetsteleskop huseras i kompakta, termiskt kontrollerade byggnader som roterar tillsammans med teleskopen. Detta minimerar avsevärt de lokala förhållandenas påverkan på observationerna, såsom luftturbulens i teleskoptuben som kan resultera från variationer i temperatur och vindflöde.

Det första enhetsteleskopet började rutinmässiga vetenskapliga observationer den 1 april 1999. VLT har sedan dess gjort ett enormt avtryck på den observationella astronomin. Detta är världens mest produktiva astronomiska anläggning. I snitt publiceras drygt 1,5 expertgranskade forskningsartiklar per dag utifrån forskningsresultat från VLT.

ESO:s Paranalobservatorium är också värd till de nationella teleskopen NGTS (Next-Generation Transit Survey) och SPECULOOS (Search for habitable Planets EClipping ULtra-coOL Stars).

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Namn                    | VLT  |
| Plats                   | Cerro Paranal  |
| Altitud                 | 2635 m ö h   |
| Våglängder              | Ultraviolett, synligt ljus, infrarött  |
| Komponenter/teknik      | Interferometer med 4 teleskop (maximal baslinje 130 m); utrustning för adaptiv optik på 3 teleskop |
| Optisk design           | Reflektor av typ Ritchey-Chrétien  |
| Primärspegelns diameter | 8,2 meter  |
| Montering               | Altazimut  |
| Första ljus             | maj 1998 – september 2000  |



Denna spektakulära bild är den djupaste hittills av stjärnfabriken Orionnebulosan. I bilden, som skapades utifrån flera exponeringar med den infraröda kameran HAWK-I på ESO:s Very Large Telescope i Chile, avslöjas överraskande många små, ljussvaga objekt med små massor som liknar planeters.





ESO/H. Dress et al.



Y. Beletsky (LCO)/ESO

Bilden är tagen inifrån kupolen till det fjärde enhetsteleskopet vid ESO:s Very Large Telescope (VLT). Här syns VLT:s laserguidestjärna som riktas mot Vintergatans mitt.



ESO/G. Hudepohl (atacamaphoto.com)

Denna vackra flygbild av Atacama-öknen i norra Chile fångar tiden på dygnet då solen sjunker mot Stilla havets horisont och Paranal-plattformen badar i dess ljus.



# Adaptiv optik

Luftturbulens i jordens atmosfär får stjärnorna att tindra och förvränger bilder som tas med jordens teleskop. Därför använder astronomer vid ESO en metod som kallas för adaptiv optik för att kompensera för atmosfärens påverkan.

Sofistikerade speglar vars form kan ändras av datorer korrigerar i realtid för atmosfärens störande effekt, och gör att bilderna blir nästan lika skarpa som de från rymdteleskop.

En referensstjärna som ligger väldigt nära objektet som ska studeras krävs för att kunna mäta hur atmosfären förvränger detaljerna så att spegeln kan korrigera för det.

Eftersom lämpliga stjärnor inte alltid är tillgängliga kan astronomer skapa konstgjorda stjärnor genom att rikta en stark laserstråle 90 kilometer upp mot jordens övre atmosfär.

ESO är ledande inom utvecklingen av teknik för adaptiv optik och laserguidestjärnor i samarbete med flera europeiska forskningsinstitut och företag. ESO:s utrustning för adaptiv optik har lett till många spännande forskningsresultat. Bland dessa kan räknas den första direkta avbildningen av en exoplanet (se sidan 8) och detaljerade studier av omgivningen kring det svarta hålet i Vintergatans mitt (se sidan 8).

Nästa generation av adaptiva optiksystem installeras nu på VLT. Bland annat används flera laserguidestjärnor samtidigt och avancerade instrument för adaptiv optik såsom planetjägare sätts i drift. Ännu mer avancerade system, som är specialanpassade för att möta ELT:s utmaningar, utvecklas redan nu. Att flera guidestjärnor nu kan användas banar vägen för större synfält, vilket blir mycket viktigt inför framtida forskning med VLT och ELT.

Paranals system med fyra laserguidestjärnor (4LGS) pekar mot Carinanebulosan.



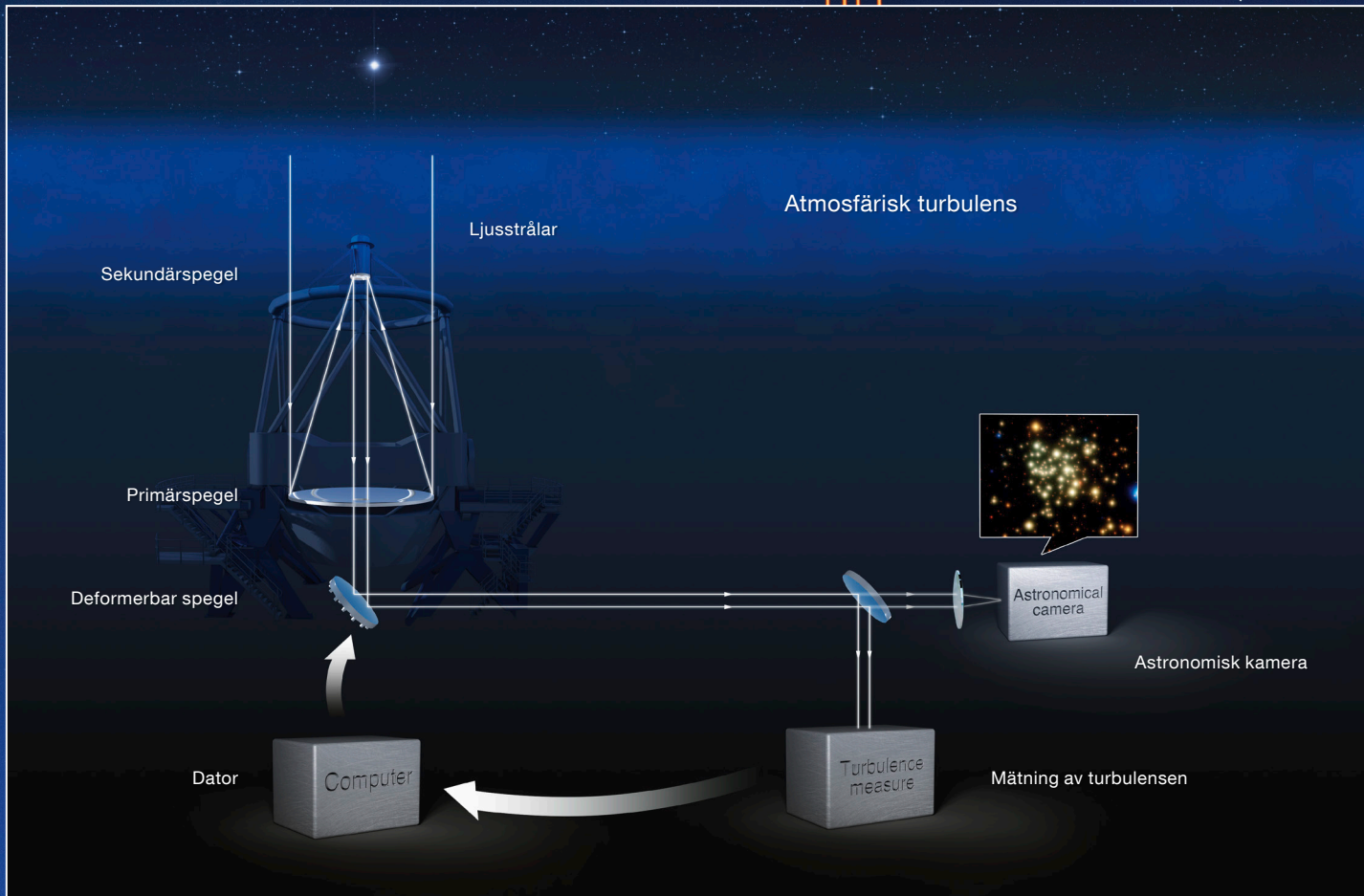


Illustration som visar hur adaptiv optik fungerar.



Systemet 4LGS med dess fyra laserguidestjärnor på VLT:s enhetsteleskop UT4.



# VLT:s interferometer

De enskilda teleskopen som utgör VLT kan kombineras för att bilda Very Large Telescope Interferometer, VLT-interferometern (VLTI). Med detta instrument kan astronomer se detaljer som är uppemot 16 gånger finare än med de enskilda teleskopen. Med VLTI är det möjligt att urskilja detaljer på andra stjärnors ytor och till och med att studera omgivningarna nära ett svart hål i mitten av en annan galax.

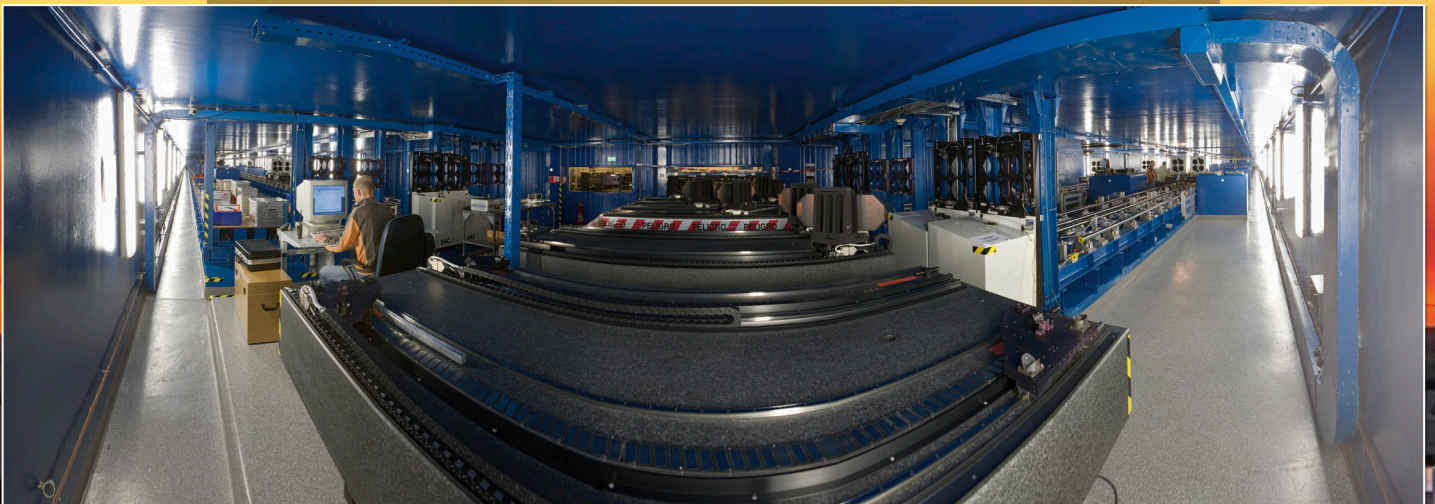
Med ett komplext system av speglar i underjordiska tunnlar kombinerar VLTI ljusstrålar från teleskopen. Skillnaden i färdvägar för de olika ljusstrålarna får inte överstiga en tusendels millimeter under en sträcka på mer än hundra meter. Med detta 130 meter stora "virtuella teleskop" kan VLTI göra mätningar som motsvarar att från marken urskilja ett skruvhuvud på den Internationella rymdstationen i sin omlopps bana 400 kilometer ovanför jorden. Även om

8,2-meters enhetsteleskopen kan kombineras i VLTI, används de oftast för andra ändamål och är bara tillgängliga för interferometriska observationer under ett begränsat antal nätter varje år.

För att kunna dra nytta av VLTI:s kraft under alla årets nätter finns fyra mindre hjälpteleskop (Auxiliary Telescopes eller AT) tillgängliga. Hjälpteleskopen är monterade på räls och kan flyttas mellan precist definierade observationslägen. Från dessa positioner reflekteras ljusstrålar från teleskopets speglar och kombineras i VLTI.

Hjälpteleskopen är mycket ovanliga teleskop. I sina kupoler är de självförsörjande, med varsin uppsättning av elektronik, ventilation, hydraulik och klimatsystem. Vart och ett har en egen transportör som lyfter teleskopet och flyttar det från det ena stället till det andra.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Namn                    | Hjälpteleskop (AT)  |
| Plats                   | Cerro Paranal   |
| Altitud                 | 2635 meter  |
| Våglängder              | Synligt ljus/infrarött  |
| Komponenter/teknik      | Interferometri med 4 mindre teleskop (maximal baslinje 200 meter) |
| Optisk design           | Ritchey-Chrétien med mellanspeglar och coudéfokus                 |
| Primärspigelns diameter | 1,82 meter  |
| Montering               | Altazimut   |
| Första ljus             | januari 2004 – december 2006                                      |



Panoramabild av tunnlar under Very Large Telescope Interferometer.







# Kartläggningsteleskop

Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy (VISTA) och VLT Survey Telescope (VST) är placerade vid ESO:s Paranalobservatorium. De är världens kraftfullaste teleskop som endast ägnar sig åt himmelskartläggningar. Tillsammans ökar de mångfaldigt Paranalobservatoriets potential för att göra nya upptäckter.

Många av de mest intressanta astronomiska objekten — från ljussvaga bruna dvärgstjärnor i Vintergatan till avlägsna kvasarer — är svåra att hitta. De största teleskopen kan endast studera en extremt liten del av himlen åt gången, men VISTA och VST är istället byggda för att både snabbt och djupt avbilda stora områden på himlen. De två teleskopen skapar nu gigantiska arkiv av både bilder och kataloger över objekt.

Astronomer kommer att kunna använda dessa arkiv i flera decennier framöver.

VISTA:s huvudspegel har en diameter på 4,1 meter vilken gör teleskopet till världens kraftfullaste kartläggningsteleskop för infrarött ljus. I hjärtat av VISTA finns en kamera som väger tre ton och innehåller 16 detektorer för infrarött ljus med totalt 67 megapixlar. Ingen annan kamera för kortvågigt infrarött ljus har ett så brett synfält.

VST är ett toppmodernt 2,6-meter-teleskop som utrustats med kameran OmegaCAM. Denna bjässe är en 268-megapixels ccd-kamera med ett synfält som täcker ett område på himlen större än fyra fullmånar. VST kompletterar VISTA och håller på att kartlägga himlen i synligt ljus.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Namn                    | VISTA   |
| Plats                   | Nära till Cerro Paranal   |
| Altitud                 | 2518 meter  |
| Våglängder              | Infrarött   |
| Komponenter             | 67-megapixelkamera VIRCAM; synfält $1,65^\circ \times 1,65^\circ$     |
| Optisk design           | Modifierad Ritchey-Chrétien-reflektor med korrektionslinser i kameran |
| Primärspigelns diameter | 4,10 meter  |
| Montering               | Gaffel-altazimut  |
| Första ljus             | 11 december 2009  |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Namn                    | VST  |
| Plats                   | Cerro Paranal  |
| Altitud                 | 2635 meter   |
| Våglängder              | Ultraviolett/optisk/nära infrarött                             |
| Komponenter             | 268-megapixelkamera OmegaCAM; synfält $1^\circ \times 1^\circ$ |
| Optisk design           | Modifierad Ritchey-Chrétien-reflektor med korrigeringslinser   |
| Primärspigelns diameter | 2,61 meter   |
| Montering               | Gaffel-altazimut   |
| Första ljus             | 8 juni 2011  |

Denna vidvinkelbild\* på Orionnebulosan (Messier 42) togs av VISTA vid Paranalobservatoriet i Chile. Nebulosan ligger omkring 1350 ljusår från jorden.





Inuti VST:s kupol, med Vintergatan ovanför.

ESO/B. Tafreshi (twanight.org)



VISTA-teleskopets kupol under solnedgången.

ESO/B. Tafreshi (twanight.org)



# ELT

Extremt stora teleskop är idag en av de viktigaste prioriteringarna inom den markbundna astronomin. De kommer att innebära en enorm ökning av vår kunskap inom astrofysik och möjliggör detaljerade studier av många fenomen: planeter omkring andra stjärnor, de första objekten i universum, supertunga svarta hål, samt beskaffenheten hos och fördelningen av den mörka materian och den mörka energin som dominerar universum.

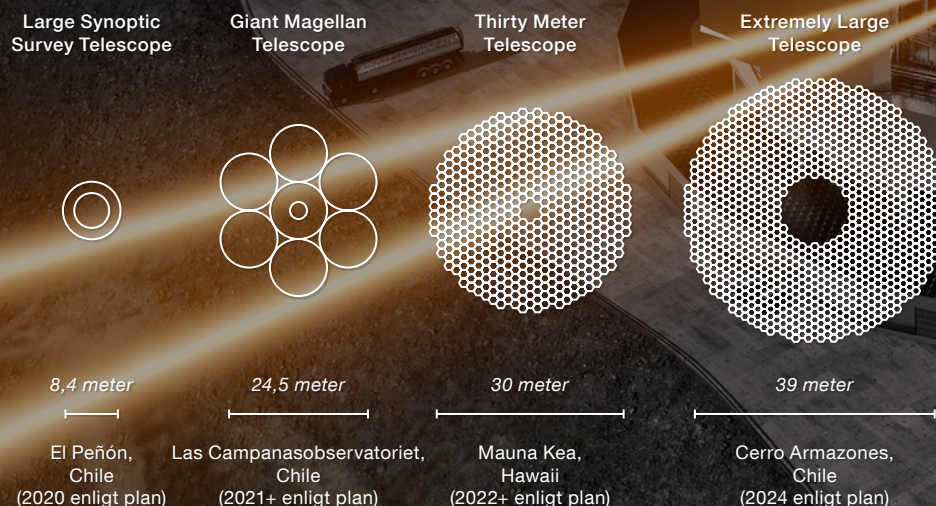
ESO:s revolutionerande Extremely Large Telescope (ELT) kommer att ha en 39 meter stor huvudspegel med en insamlingsarea på nästan 1000 kvadratmeter, vilket gör det till världens största öga mot himlen. ELT kommer att vara större än alla dagens forskningsteleskop för synligt ljus tillsammans. Det kommer att samla in omkring 15 gånger mer ljus än dagens största motsvarande teleskop. Med hjälp av dess adaptiva optik kommer det att kunna ge bilder som är 15 gånger skarpere än de från NASA/ESA:s rymdteleskop Hubble.

ELT har en nyskapande design med fem speglar. Huvudspeglarna består av 798 hexagonala segment som vart och ett är 1,4 meter tvärsöver men bara 5 centimeter tjockt.

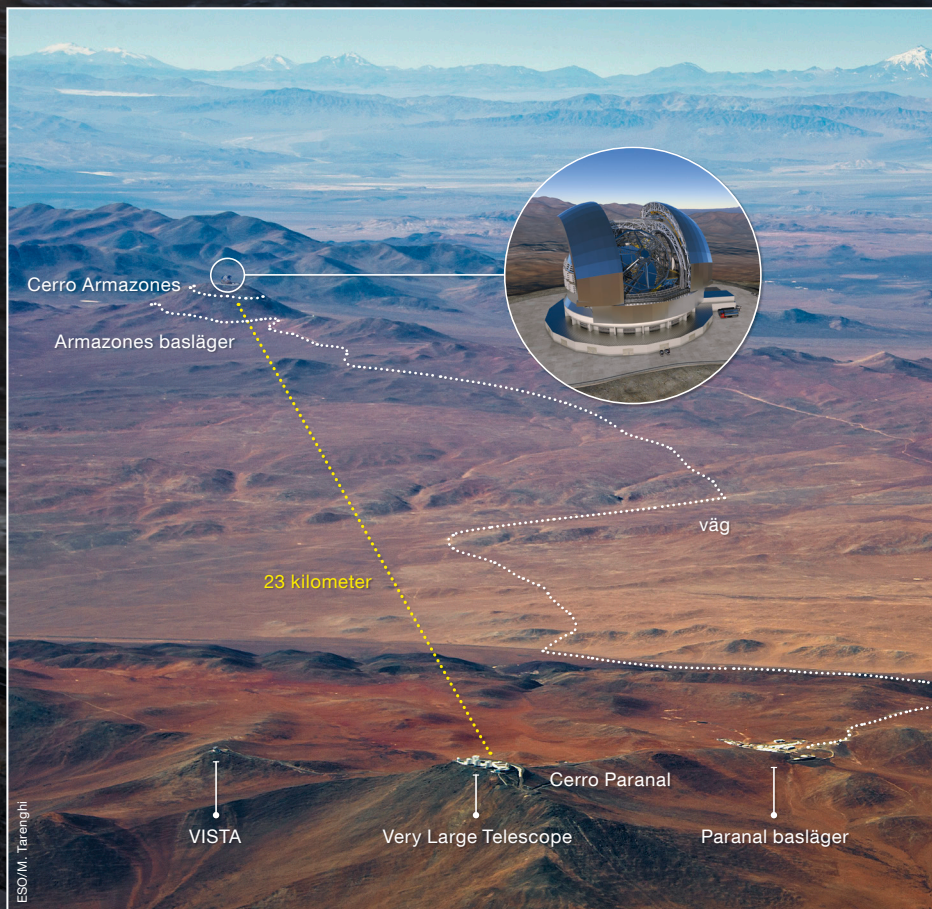
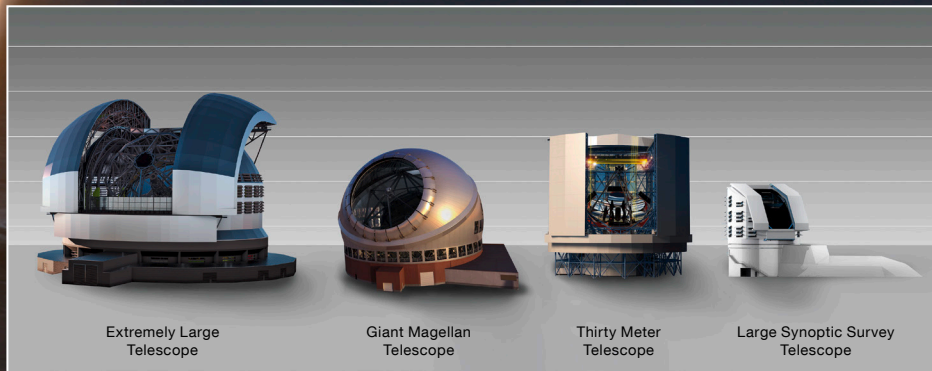
Första ljus för ELT väntas 2024. Då kommer ELT att ta sig an vår tids största vetenskapliga utmaningar. Det kommer att försöka hitta jordliknande planeter kring andra stjärnor i de bebodliga zonerna där liv skulle kunna finnas — ett av de viktigaste målen inom den moderna observationella astronomin. Det kommer också att göra stjärnarkologi genom att studera gamla stjärnor och stjärnpopulationer i närliggande galaxer, ge viktiga bidrag till observationell kosmologi genom att mäta egenskaperna hos de första stjärnorna och galaxerna, samt bestämma egenskaperna hos den mörka materian och den mörka energin. Förutom allt detta planerar astronomerna även för det oväntade — de upptäckter som görs med ELT kommer med all säkerhet att väcka nya och oförutsägbara frågor.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Namn                    | ELT   |
| Plats                   | Cerro Armazones   |
| Altitud                 | 3046 meter  |
| Våglängder              | Synligt ljus/kortvågigt infrarött   |
| Teknik                  | Inbyggd adaptiv optik med en 2,6-meters deformierbar spegel och upp till 8 laserguidestjärnor |
| Optisk design           | Femspgeldesign  |
| Primärspeglens diameter | 39 meter  |
| Montering               | Altazimut   |
| Första ljus             | 2024  |

Storleksjämförelse av primärspeglarna hos de jättelika optiska teleskop som nu konstrueras och byggs.







Ovan: Kupolen hos Extremely Large Telescope jämförs med de andra stora markbaserade observatorier som nu byggs.

Nedan: Denna karta av norra Chile visar platserna för ESO:s observatorier Paranal och Cerro Armazones och vägen mellan dem.

Så kan det komma att ser ut nattetid när Extremely Large Telescope börjar observera från Cerro Armazones i norra Chile.



# ALMA

Högt upp på Chajnantorplatån i de chilenska Anderna driver ESO tillsammans med sina partnerorganisationer teleskopet ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) – världens största astronomiska projekt. ALMA är ett toppmodernt radioteleskop som studerar ljus från några av universums kallaste objekt.

ALMA består av 66 högprecisionsantennor. Huvuduppställningen av femtio 12-metersantennor som kan arbeta tillsammans som ett enda stort teleskop kompletteras av en kompakt uppställning som består av fyra 12-meters- och tolv 7-metersantennor.

ALMA studerar universum i millimeter- och submillimeterljus med både känslighet och bildskärpa som saknar motstycke, med upp till tio gånger skarpare syn än NASA/ESA:s rymdteleskop Hubble. ALMA observerar ljus som ligger mellan infrarött ljus och radiovågor i det elektromagnetiska spektrum, och som alstras av enorma kalla moln i interstellära rymden och av några av de första och mest avlägsna galaxerna i universum. Observerar man i synligt ljus ligger dessa områden i universum oftast dolda i mörker, men i millimeter- och submillimeterljus lyser de starkt.

ALMA studerar byggstenarna för stjärnor, planetsystem, galaxer, och livet själv, och ger astronomer möjligheten att undersöka några av de mest grundläggande frågorna om våra kosmiska ursprung.

Eftersom millimeter- och submillimeterljus absorberas av vattenånga i jordens atmosfär byggdes ALMA på 5000 meters höjd ovanför havsnivån vid Chajnantorplatån i norra Chile. Denna plats är en av de torraste på jorden. Bättre förhållanden för observationer kan man inte hitta någon annanstans.

*ALMA är ett samarbete mellan ESO, National Science Foundation i USA och Nationella instituten för naturvetenskap (NINS) i Japan, i samverkan med Chile. ALMA stöds av ESO åt dess medlemsländer, av NSF i samarbete med Kanadas National Research Council (NRC) och Taiwans Nationella vetenskapsråd (NSC) samt av NINS i samarbete med Academia Sinica (AS) i Taiwan och Koreas Institut för astronomi och rymdforskning (KASI).*

|                        |   |
|------------------------|---|
| Namn                   | ALMA  |
| Plats                  | Chajnantor  |
| Altitud                | 4576–5044 m   |
| Våglängder             | Submillimeter   |
| Teknik                 | Interferometri med baslinjer från 150 meter upp till 16 kilometer |
| Optisk design          | Cassegrain  |
| Primärspgelns diameter | 54 st à 12 m; 12 st à 7 m   |
| Montering              | Altazimut   |
| Första ljus            | 30 september 2011   |

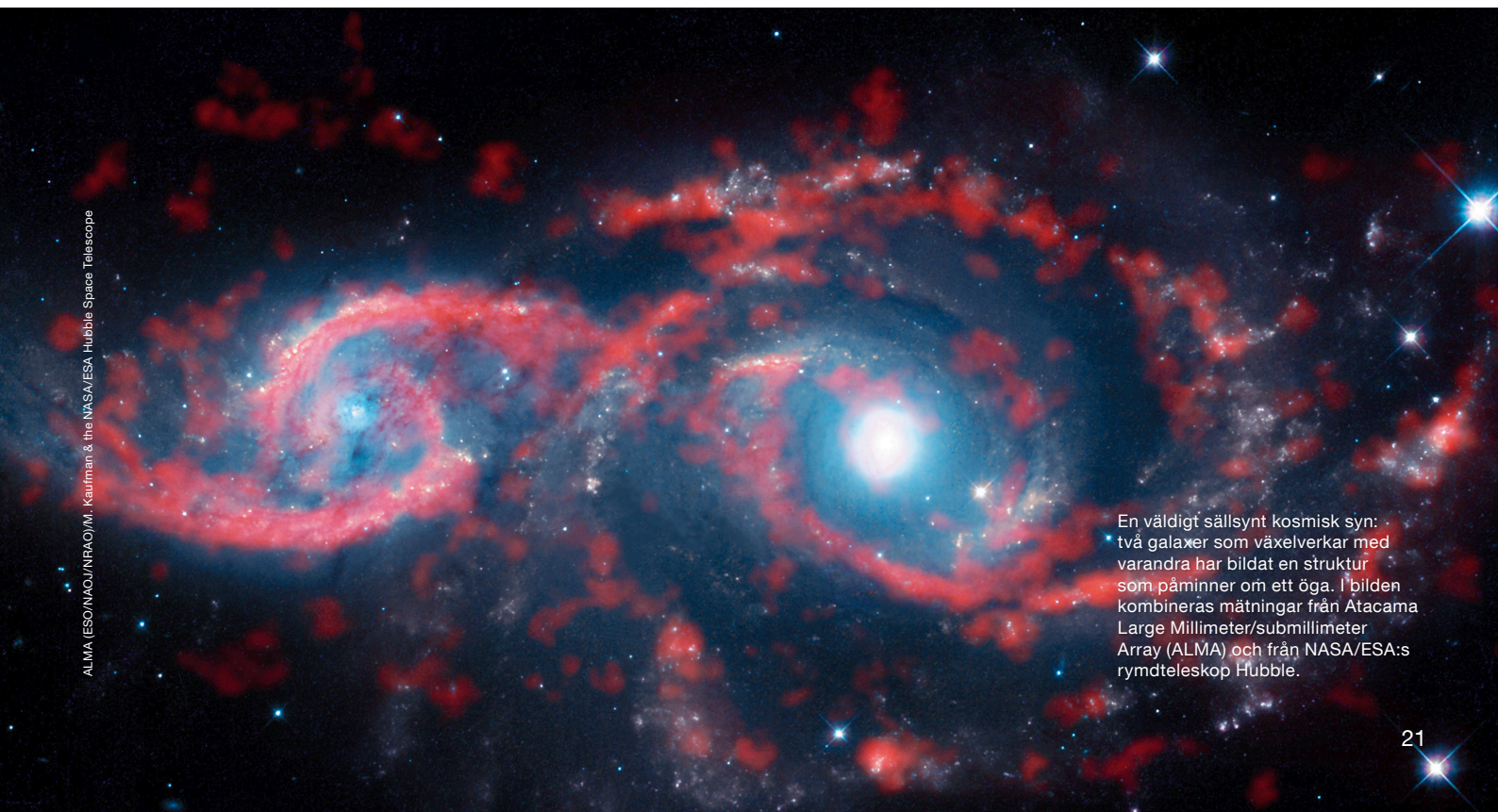
Denna bild visar flera av ALMA:s antenner under Vintergatans centrala områden.





ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), J. Bally/H. Drass et al.

Stjärnexplosioner är ofta associerade med supernovor, stjärnors spektakulära död. Men nya observationer med ALMA av Orionnebulosan ger ny insikt i dessa explosioner i den andra änden av stjärnors livscykel: när stjärnor föds.



ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/M. Kaufman & the NASA/ESA Hubble Space Telescope

En väldigt sällsynt kosmisk syn: två galaxer som växelverkar med varandra har bildat en struktur som påminner om ett öga. I bilden kombineras mätningar från Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) och från NASA/ESA:s rymdteleskop Hubble.



# APEX

På Chajnantor finns ett annat teleskop för millimeter- och submillimeterastronomi som på många sätt kompletterar ALMA: Atacama Pathfinder Experiment (APEX). APEX är ett 12-metersteleskop baserat på en prototypantenn för ALMA, och delar samma observationsplats. APEX har använts i många år innan ALMA och nu när ALMA är färdigbyggt tar APEX på sig en viktig roll som kartläggningsteleskop.

Likt ALMA arbetar APEX med submillimeterljus, som är viktigt för att avslöja några av universums kallaste, dammigaste och mest avlägsna objekt. Under dess livstid har APEX undersökt hur

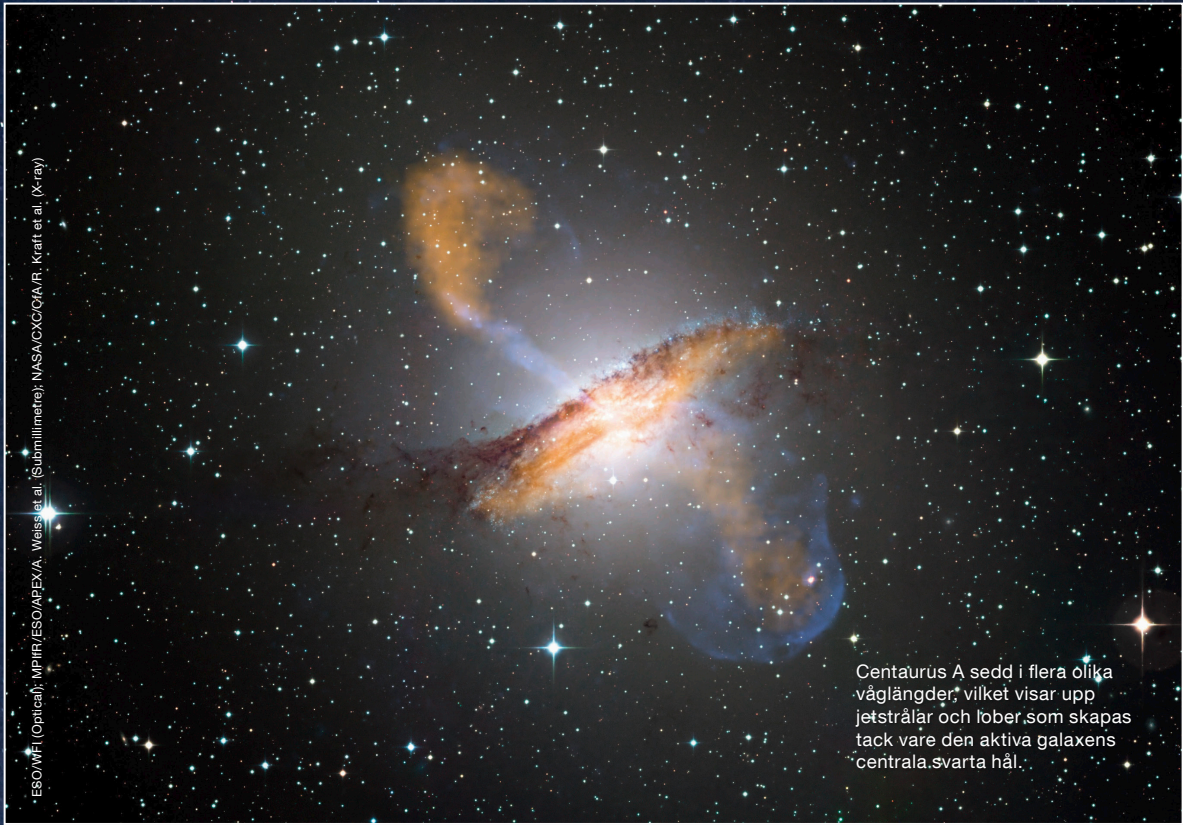
dagens tyngsta galaxers var som vilda ungdomar, studerat materia som rivits sönder av ett supertungt svart hål, och gjort den första upptäckten av molekyler av väteperoxid i den interstellära rymden. APEX har även studerat förhållandena inuti molekylnmoln, såsom de omkring Orionnebulosan eller Skapelsens pelare i Örnnebulosan och gett oss bättre kunskap om de töcken av gas där nya stjärnor föds.

APEX är ett samarbete mellan Max Planck-institutet för radioastronomi, Onsala rymdobservatorium och ESO. ESO står för driften av teleskopet.

|                         |               |
|-------------------------|---------------|
| Namn                    | APEX          |
| Plats                   | Chajnantor    |
| Altitud                 | 5050 meter    |
| Våglängder              | Submillimeter |
| Optisk design           | Cassegrain    |
| Primärspigelns diameter | 12 meter      |
| Montering               | Altazimut     |
| Första ljus             | 14 juli 2005  |

APEX, Atacama Pathfinder Experiment tittar mot himlen under en månbelyst natt på Chajnantor, ett av världens högst belägna och torraste observatorier.





ESO/WFI (Optical), MPIR/ESO/AFEX/A. Weisz et al. (Submillimetre), NASA/CXO/INR. Kraut et al. (X-ray)

Centaurus A sedd i flera olika våglängder, vilket visar upp jetstrålar och lobar som skapas tack vare den aktiva galaxens centrala svarta hål.



ESO/Digitized Sky Survey 2

Kosmiska moln tycks bilda ett band av eld över stjärnbilden Orion i den här nya bilden.

ESO/B. Tafreshi (twanight.org)



# La Silla

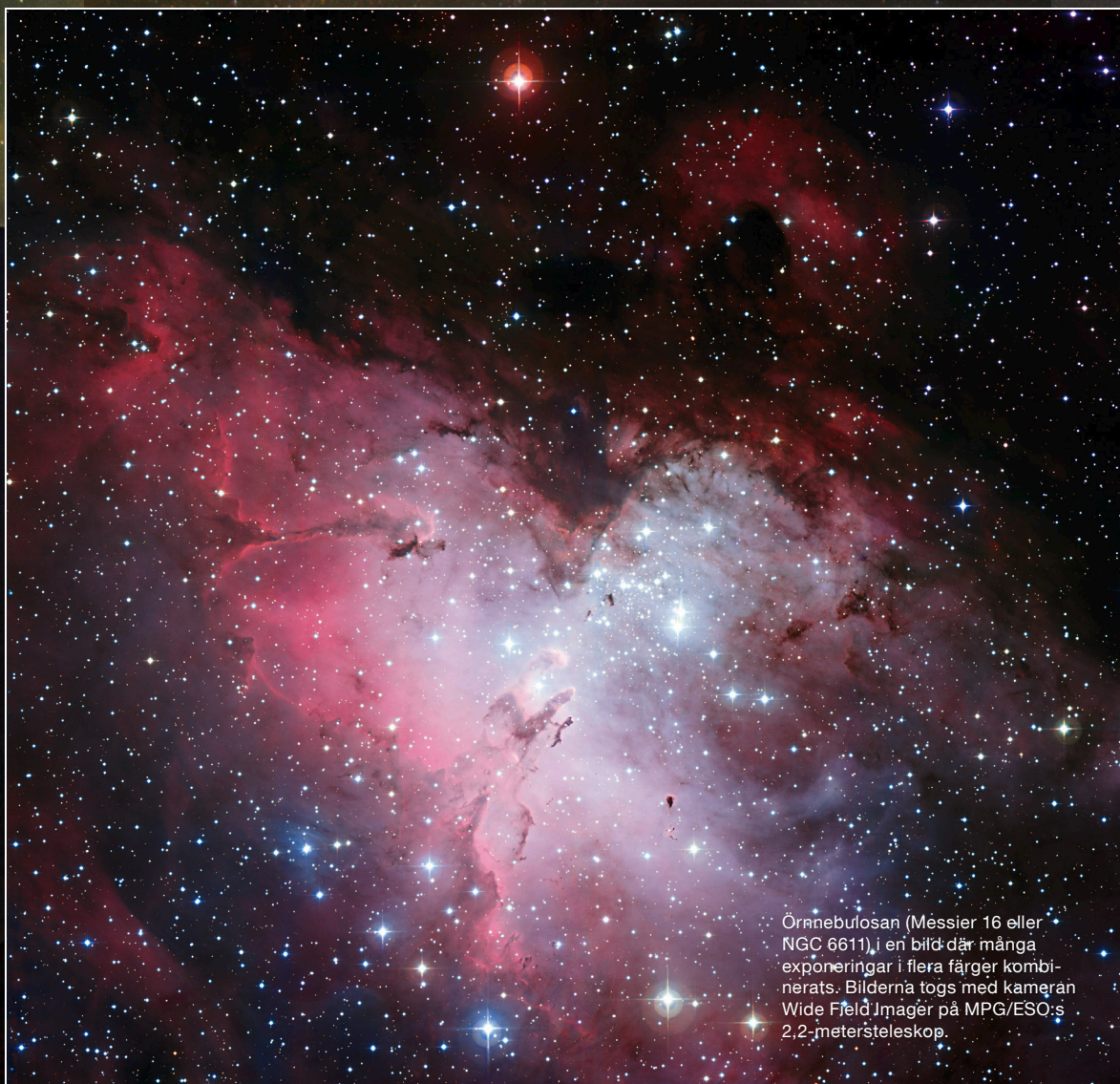
La Silla-observatoriet har varit ett av ESO:s fästen ända sedan 1960-talet. Än idag driver ESO här två av världens bästa teleskop i 4-metersklassen, vilket gör att La Silla kan behålla sin position som ett av världens mest vetenskapligt produktiva observatorier.

New Technology Telescope (NTT), med en 3,58-meters huvudspegel, bröt ny mark för formgivning och bygge av teleskop. Det var det första teleskopet som hade en huvudspegel som är styrd av en dator (aktiv optik), en teknik som utvecklades av ESO och som nu används av VLT och de flesta andra teleskop i världen.

ESO:s 3,6-metersteleskop har varit i drift sedan 1977. Efter stora uppgraderingar ligger det fortfarande i framkanten bland teleskop i 4-metersklassen på södra halvklotet. Här finns världens mest framgångsrika exoplanetletare:

HARPS, en spektrograf med enastående noggrannhet.

Infrastrukturen vid La Silla används också av många av ESO:s medlemsstater för speciella projekt. Bland dessa finns det schweiziska 1,2-meters Leonhard Euler-teleskopet, MPG/ESO:s 2,2-metersteleskop och det danska 1,54-metersteleskopet. Rapid Eye Mount (REM) och TAROT (Télescope à Action Rapide pour les Objets Transitoires) är både gammalixtjägare. Teleskopen TRAPPIST (TRANSiting Planets and Planetesimals Small Telescope), ExTrA (Exoplanets in Transits and their Atmospheres) och MASCARA (The Multi-site All-Sky CAmERA) jagar alla efter exoplaneter. Dessutom söker BlackGEM efter synligt ljus från källor till gravitationsvågor, och Test-Bed Telescope – ett samarbetsprojekt med ESA – kartlägger både konstgjorda och naturliga jordnära objekt.



Örnnebulosan (Messier 16 eller NGC 6611), i en bild där många exponeringar i flera färger kombinerats. Bilderna togs med kameran Wide Field Imager på MPG/ESO:s 2,2-metersteleskop.





La Silla-observatoriet om natten. Kupolen till ESO:s 3,6-meterteleskop syns i silhuett med stjärnhimlen bakom.



# CTA

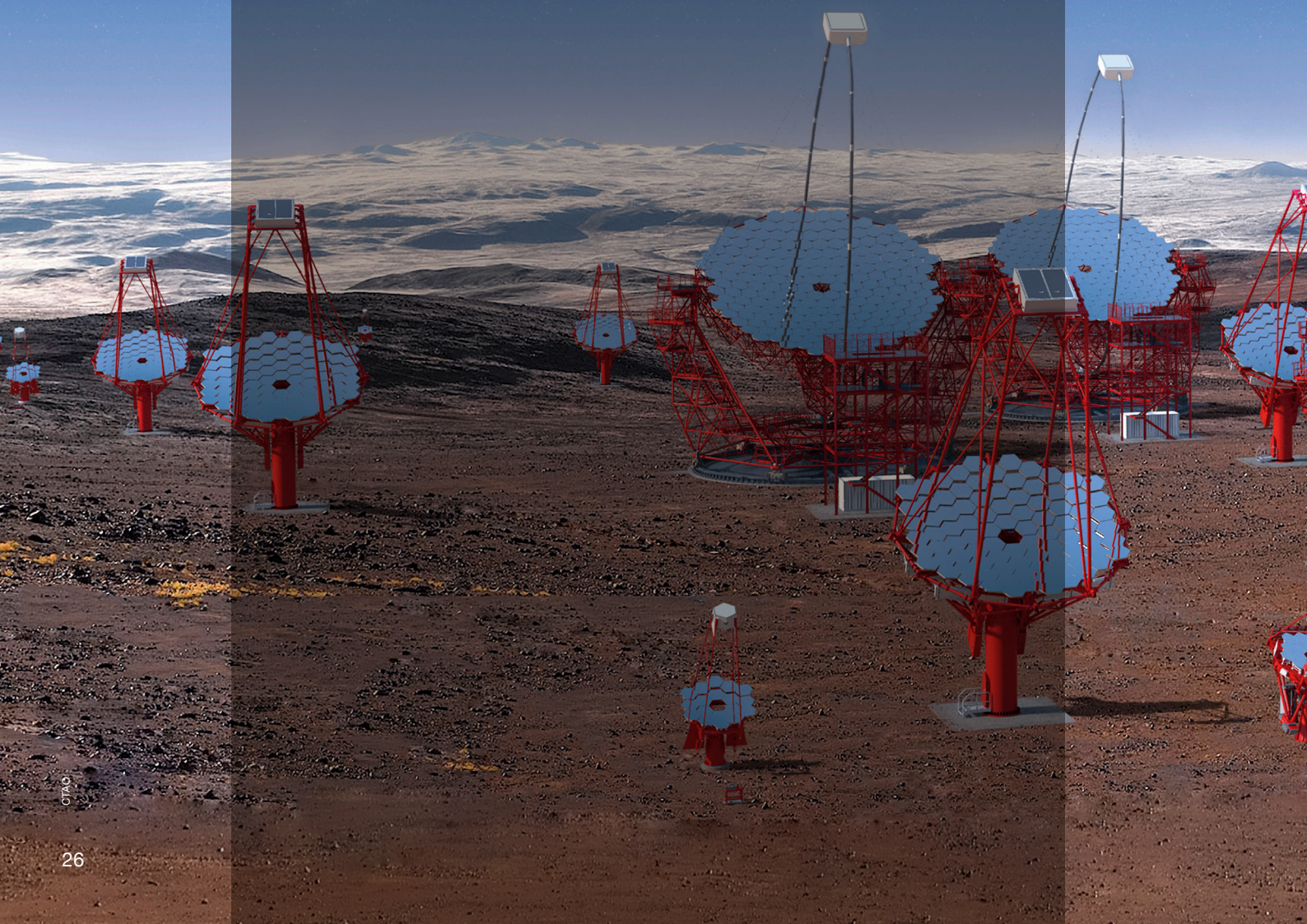
Cherenkov Telescope Array (CTA) tillhör nästa generation av markbaserade observatorier och är byggt för högenergisk gammaastronomi. ESO:s Paranalobservatorium planeras bli värd för teleskopets sydliga uppställning som i så fall också får stöd av ESO:s befintliga avancerade infrastruktur.

Planen för CTA innefattar omkring 118 teleskop globalt. Av dessa placeras merparten, 99 teleskop, på södra halvklotet på en plats som ligger cirka 10 kilometer sydost om VLT. Enligt planen ska ESO stå för driften på denna plats, och i gengäld får forskare i ESO:s medlemsstater tillgång till 10 procent av observationstiden vid både den södra och den norra uppställningen på La Palma. Ytterligare 10 procent av observationstiden vid det södra observatoriet reserveras för chilenska forskningsinstitut.

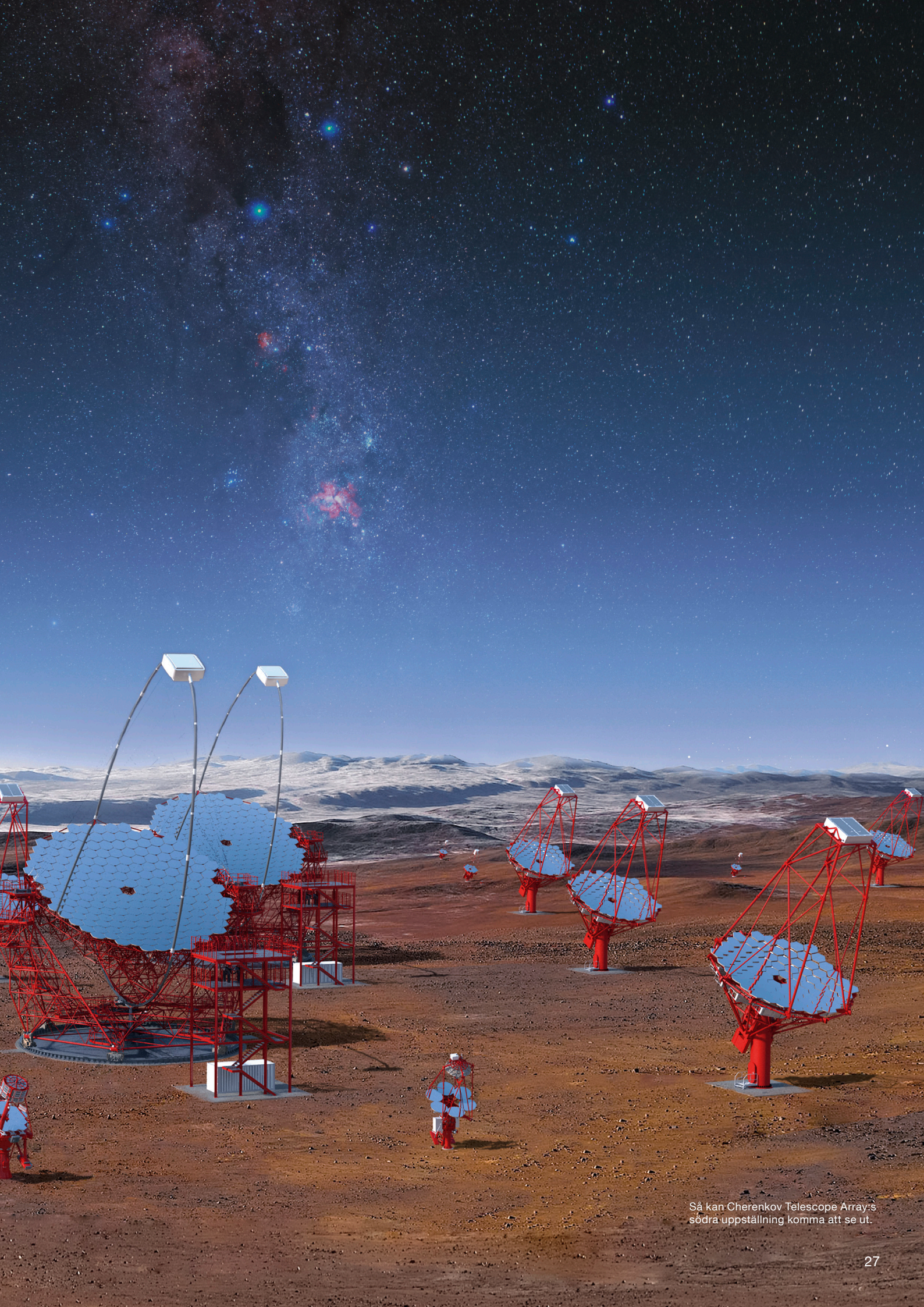
CTA blir öppet tillgängligt för en bred församling av världens astrofysiker. Mer än 1350 forskare och ingenjörer från fem kontinenter, 32 länder och fler än 210 forskningsinstitut deltar för närvarande i CTA-projektet.

CTA blir med sin stora insamlingsyta och täckning över stora delar av himlen världens största och mest känsliga observatorium för högenergisk gammastrålning. Det kommer att kunna upptäcka gammastrålning med oöverträffad noggrannhet och blir 10 gånger känsligare än dagens instrument.

Gammastrålning skickas ut av några av universums hetaste och mest kraftfulla objekten, såsom supermassiva svarta hål och supernovor. Vår atmosfär hindrar gammastrålningen från att träffa jordens yta. CTA:s speglar och höghastighetskameror fångar istället kortlivade blixtar av den karaktäristiska, spöklikt blåa tjererkovstrålningen som alstras när gammastrålning växelverkar med atmosfären. Genom att lokalisera denna strålning på himlen kan varje gammastråle spåras tillbaka till dess kosmiska källa. Därmed kan astronomer studera några av de mest extrema och våldsamma händelserna i det högenergiska universum.







Så kan Cherenkov Telescope Array:s södra uppställning komma att se ut.



# ESO & Chile

Den 6 november 1963 undertecknades det ursprungliga avtalet mellan Chiles regering och ESO. Det var början på en framgångssaga som har fortsatt i över 50 år och som har skapat en viktig kulturell länk mellan Chile och Europa. ESO är engagerat i ett nära och mycket fruktbart samarbete med Chile på många nivåer, inklusive regeringen, universitet, vetenskapliga institutioner och industri.

Inom samarbetet har chilensk forskning, teknik och ingenjörskonst utvecklats i samma takt som framstegen inom astronomin och astronomiteknik inom ESO:s medlemsstater. Denna utveckling har gjort att många chilenska forskare och ingenjörer blivit värdefulla partners för ESO.

ESO bidrar till utvecklingen av astronomin i Chile genom de medel som förvaltas av styrelserna ESO-Government

of Chile Joint Committee och ALMA-CONICYT Joint Committee och som finansierar ett brett spektrum av aktiviteter inom forskning, astronomiteknik och utbildning. Chilenska astronomer får också förtur till en del av observationstiden vid ESO:s teleskop.

ESO genomför dessutom flera regionala och lokala samarbetsprogram i områdena Coquimbo och Antofagasta där observatorierna ligger. ESO främjar i dessa områden också naturvårdsprogram och en medvetenhet om det lokala kulturarvet, i vilket den mörka himlen ingår.

Samarbetet mellan Chile och ESO har visat sig vara inte bara solidiskt och långvarigt, utan också flexibelt. Viktigast av allt öppnas en spännande väg in till framtiden — till förmån för Chile, ESO:s medlemsstater, och framsteg inom forskning och teknik.

Laguna Miñiques ligger högt upp på andiska Altiplano nära gränsen till Argentina. Besökare passerar denna vackra sjö cirka 80 kilometer söder om ALMA när de kör längs Ruta 23 mot Argentina.



# Från idéer till publicerade artiklar: flödet av data

Driften av ESO:s teleskop är en sammanhängande process som startar då astronomer skickar in beskrivningar av föreslagna observationsprojekt med syfte att svara på specifika vetenskapliga frågor. Dessa ansökningar granskas av experter inom forskarkåren och de antagna projekten översätts sedan till detaljerade beskrivningar av vilka observationer som ska göras.

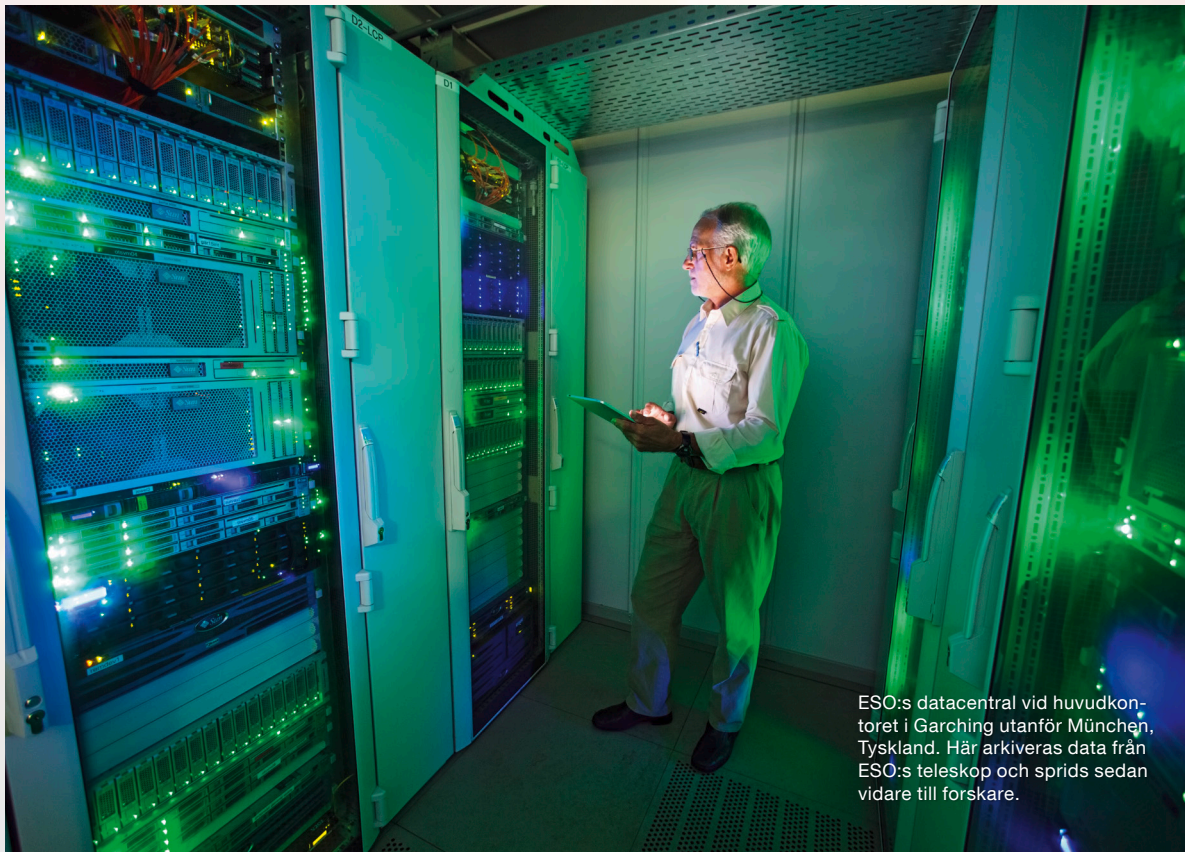
Sedan utförs observationerna vid teleskopet, och data som samlas in görs omedelbart tillgängliga till forskningsgrupperna som beställt dem. De vetenskapliga observationerna och tillhörande kalibreringsdata används också av ESO:s forskare för att i detalj övervaka datakvaliteten och hur instrumenten fungerar, för att därmed garantera att de presterar enligt specifikationerna. Hela processen bygger på en kontinuerlig överföring av information mellan observatorierna i Chile och ESO:s huvudkontor i Garching, Tyskland.

Alla observationer som samlas in, inklusive kalibreringsdata, lagras i ESO:s vetenskapliga arkiv. Här finns all information om alla observationer som gjorts sedan driftstarten för VLT, dess interferometer och för kartläggningsteleskopen VISTA och VST. Arkivet innehåller också observationer gjorda med teleskopen vid

La Silla och med submillimeterteleskopet APEX på Chajnantor. Observationer som lagras i arkivet blir oftast tillgängliga för alla ett år efter att de gjordes, vilket gör det möjligt för andra forskare ta del av och studera dem.

Det traditionella sättet att observera är att allokeras speciella datum då astronomerna måste resa till teleskopet för att själva utföra observationerna, med hjälp av experterna i observatoriets personal. Enligt denna modell, som kallas "visitor mode", kan astronomerna anpassa sina observationsstrategier i realtid efter de data de samlar in och de aktuella atmosfäriska förutsättningarna. Men det finns inget sätt att garantera att de nödvändiga observationsförhållanden uppnås under den tid som astronomen fått tilldelad.

ESO har tagit fram ett alternativt schema som kallas "service observing". Inför varje observation specificeras under vilka förhållanden som den kan utföras för att nå sina vetenskapliga mål. Utifrån specifikationerna schemaläggs observationerna flexibelt vid teleskopet för att sedan utföras. Tack vare den flexibla schemaläggningens många fördelar väljs idag "service observing" av omkring 60–70 procent av VLT:s användare.



ESO:s datacentral vid huvudkontoret i Garching utanför München, Tyskland. Här arkiveras data från ESO:s teleskop och sprids sedan vidare till forskare.



# Partnerskap

Att främja samarbete inom astronomin utgör en del av kärnan i ESO:s uppdrag. Organisationen har därför spelat en avgörande roll i att skapa ett europeiskt område för forskningsverksamhet (European Research Area) för astronomi och astrofysik.

Varje år använder tusentals astronomer både i och utanför ESO:s medlemsländer data från ESO:s observatorier för sin forskning. Astronomer bildar ofta internationella forskargrupper, med medlemmar i flera länder.

ESO har ett omfattande program för studenter och postdoktorer ("fellows"), och seniora forskare från medlemsländerna och andra länder arbetar också under perioder som besökande forskare hos ESO. Därmed bidrar ESO till rörligheten hos europeiska forskare. Dessutom anordnar ESO internationella konferenser riktade mot astronomisk forskning i framkanten, samt stödjer den

internationella forskningstidskriften *Astronomy & Astrophysics*.

Europeisk industri spelar en nyckelroll i ESO:s projekt. Nära samarbeten med ett stort antal europeiska högteknologiska företag ger användare tillgång till allt bättre astronomiska teleskop och instrument. Sådana samarbeten är möjliga tack vare aktivt och entusiastiskt deltagande av kommersiella partners från alla medlemsländerna och Chile.

Inom teknikutveckling behåller ESO täta kontakter med många forskargrupper i medlemsländerna och utanför. Astronomer i medlemsländerna är således djupt involverade i att både planera nya vetenskapliga instrument för både befintliga och framtida teleskop, och att göra verklighet av dessa planer. Instrumentutveckling ger även viktiga möjligheter för nationella excellenscentra och lockar dessutom många unga forskare och ingenjörer.

## Att arbeta vid ESO

Är du intresserad av att arbeta i en stimulerande internationell miljö i teknikens framkant? Vid ESO får du uppleva en inkluderande, internationell och mångkulturell arbetsmiljö där respekt och samarbete är ledstjärnor och där individuellt såväl som grupparbete uppmuntras. Oavsett om du går med i vårt tekniska, vetenskapliga eller supportteam, kommer du vara en del av ett mångsidigt arbetslag med olika talanger som direkt bidrar till några av astronomins mest utmanande projekt. Läs mer på [jobs.eso.org](http://jobs.eso.org) och [www.linkedin.com/company/european-southern-observatory](http://www.linkedin.com/company/european-southern-observatory).



Personal och konferensbesökare vid ESO.

ESO:s medlemsländers flaggor vajar vid VLT.



# Utbildning och utåtriktad verksamhet

Tack vare riktade satsningar på utbildning och utåtriktad verksamhet delar ESO med sig av både astronomisk vetenskap och forskningsresultat från världens viktigaste observatorium till både allmänheten och media. ESO producerar ett brett sortiment av gratis högkvalitativa produkter såsom bilder, videor och trycksaker.

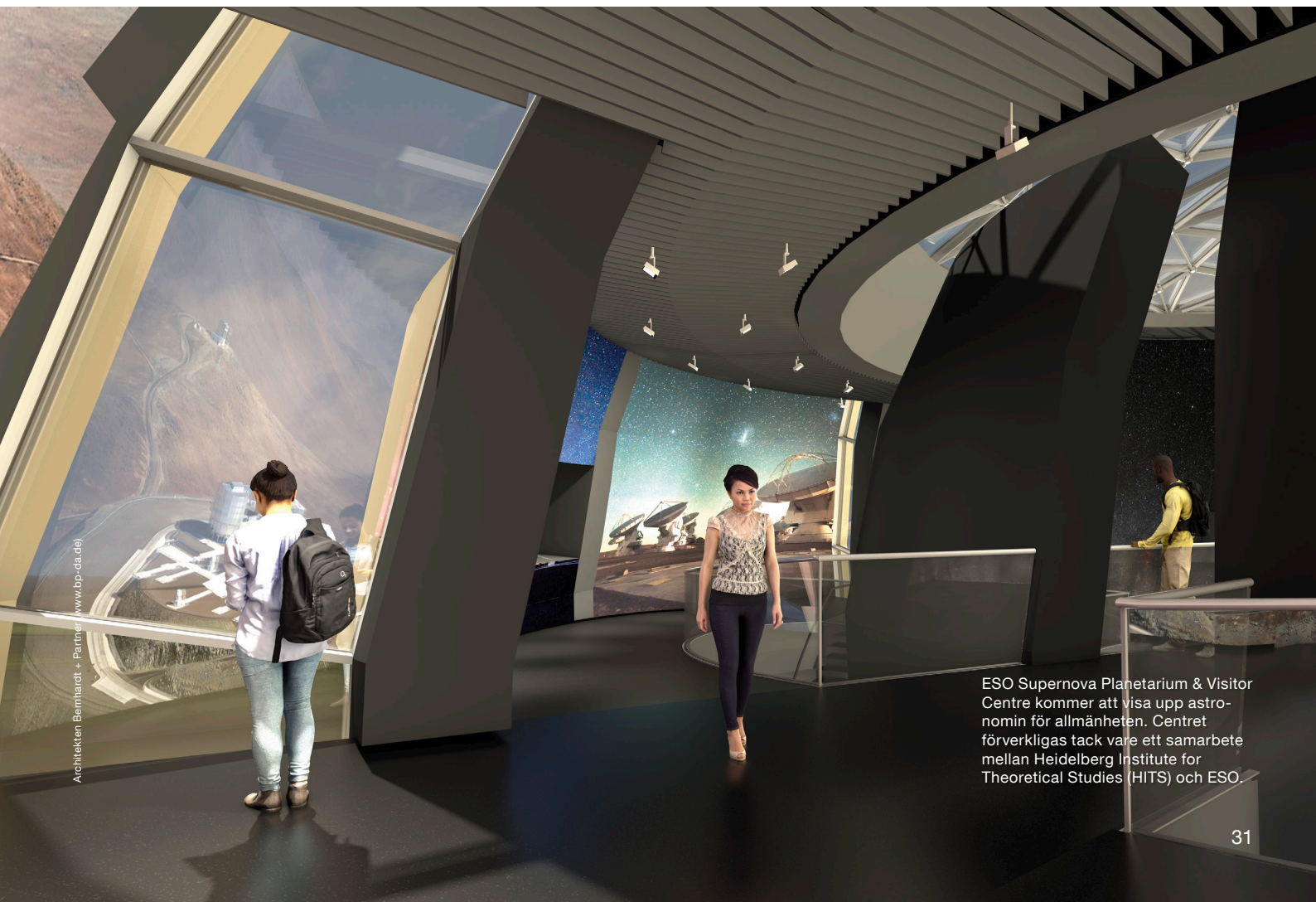
The ESO Supernova Planetarium & Visitor Centre vid högkvarteret i Tyskland är världens första open-source planetarium och ett nytt toppmodernt astronomiobservatorium med fri entré för allmänheten. Centret ger en helhetsupplevelse, med bland annat interaktiva astronomiutställningar som

delar med sig av astronomins fascinerande värld och ESO, och lämnar kvar en känsla av förundran inför det universum som vi lever i. Centret levererar dessutom läroplanbaserade workshops för studenter och lärare, vilket ger möjligheter för skolelever att lära sig om universum på ett oförglömligt sätt.

I samband med ESO Supernova producerar ESO gratis planetariumföreläsningar för andra planetarier, innovativa och autentiska open-source vetenskapliga visualiseringar, samt det första datadistributionssystemet i realtid för planetarier i hela världen.

## Håll kontakten

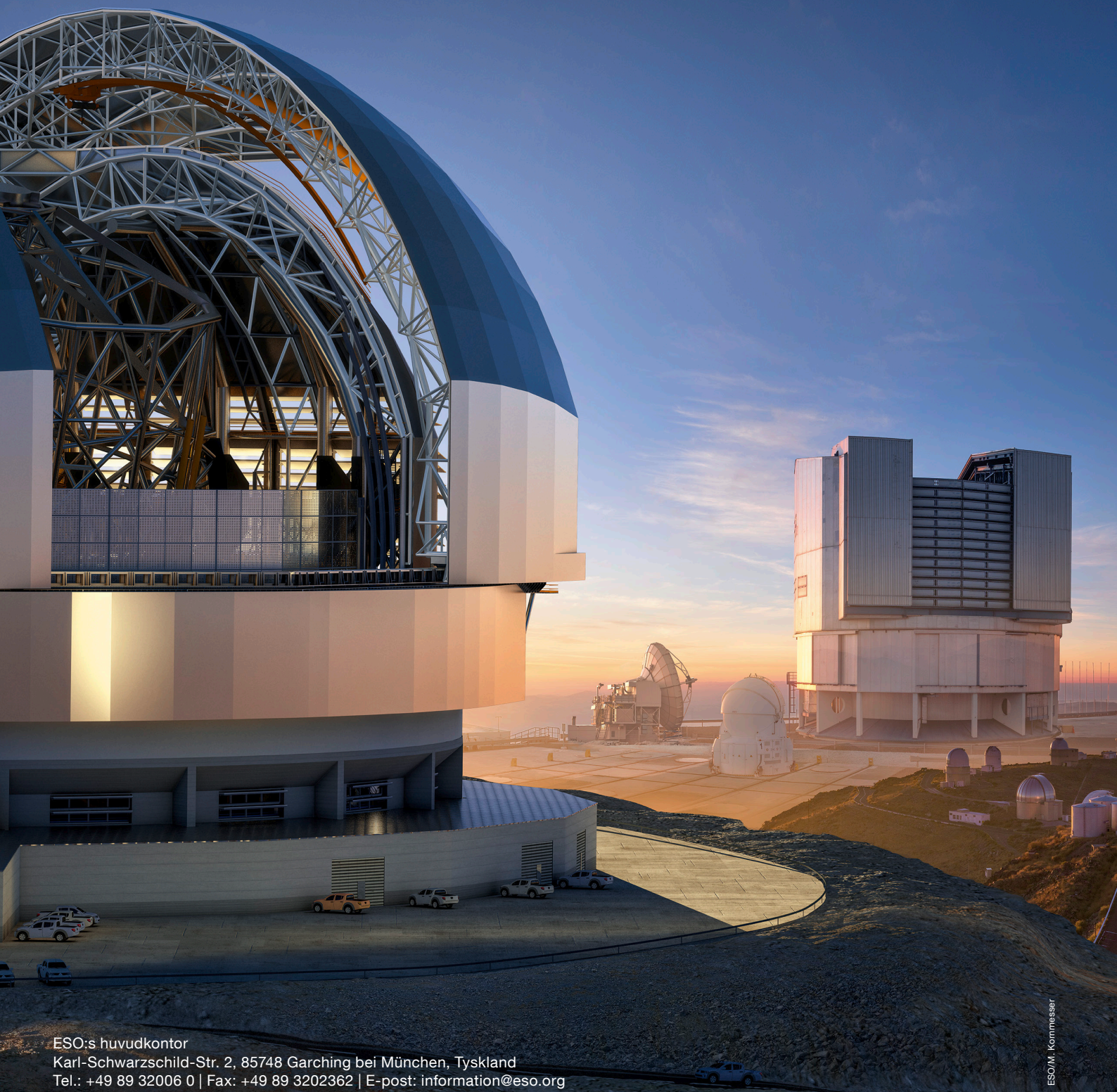
*ESO har en aktiv och mångsidig närvaro på sociala medier på flera olika plattformar. ESO når hundratals miljoner människor varje år via Facebook, Twitter, Instagram, Pinterest, Flickr, YouTube och LinkedIn. Anslut dig till oss för att hålla dig uppdaterad om de senaste upptäckterna, först med att få se fantastiska bilder som tagits med ESO-teleskop och få insikt i vardagen på forskningens framkant på våra observatorier. ESO skickar också ut veckovisa och månatliga nyhetsbrev med fantastiska bilder av universum, de senaste forskningsresultaten från ESO:s teleskop och nyheter om organisationen.*



ESO Supernova Planetarium & Visitor Centre kommer att visa upp astronomi för allmänheten. Centret förverkligas tack vare ett samarbete mellan Heidelberg Institute for Theoretical Studies (HITS) och ESO.



[www.eso.org](http://www.eso.org)



ESO:s huvudkontor  
Karl-Schwarzschild-Str. 2, 85748 Garching bei München, Tyskland  
Tel.: +49 89 32006 0 | Fax: +49 89 3202362 | E-post: [information@eso.org](mailto:information@eso.org)



09.2017 – Svenska