

DET SVARTA GULDET

Rymdens svärta ger gyllene utmärkelser här på jorden.

Andrea Ghez får Nobelpriset för sin banbrytande forskning om svarta hål. Men kampen dit har kantats av konservatism och kvävande könsroller.

– Jag drivs av de ögonblick när människor säger att något är omöjligt, berättar amerikanskan för ETC i en exklusiv intervju.

Andrea Ghez skulle aldrig ha fått ett Nobelpris i fysik om hon hade gett upp efter sitt första avslag. I början av 1990-talet reste hon till Santa Cruz, Kalifornien, för att hålla ett föredrag om sin vetenskapliga vision. Hon ville använda ett av världens dyraste teleskop för att spana efter ett svart hål i mitten av Vintergatan. Innan föredraget pratade hon med teleskopchefen. Hur gick det med ansökan om att få observationstid? Chefen förklarade att han inte trodde på idén. Den krävde ny teknik som ingen visste om den skulle fungera. Han sa nej.

Andrea Ghez blev besviken och upprörd eftersom hon, till skillnad från chefen, tyckte att tekniken var mogen nog för att försöka se hur stjärnorna rör sig i mitten av Vintergatan, och därigenom kunna dra slutsatser om existensen av ett gigantiskt svart hål. Efter det första avslaget reste Ghez, då strax under 30 år, runt till flera andra institutioner för att sälja in sin idé. Och stötte på motstånd.

- Jag tror inte att det finns något stadium i min karriär när jag inte har fått höra den motbudande åsikten att "du får bara tillgång till nästa nivå för att du är kvinna". Jag blev van vid att höra det men jag blev också van vid att tänka "det är vad du tycker, men jag är bra". Jag är uppfostrad så att om du har en bra idé, fortsätt. Om du känner att du har den intellektuella kapaciteten att genomföra idén är det bara att göra det. Just do it!

Motståndet handlade inte bara om att Andrea Ghez är kvinna. Teleskopet hon ville använda kostade nästan en halv miljon kronor per natt att använda. Flera astronomer konkurrerade om att få tillgång till det. Då är det lättare för ledningen att satsa på någonting beprövat än någonting osäkert.

- Du måste övertyga folk att ta risker. Det visar hur konservativ vetenskapen kan vara, i synnerhet när resurserna är dyrbara.

Nekades observationer

Andrea Ghez intresse för vetenskap började tidigt. Som barn såg hon hur Apollo 11 landade på månen 1969 och drömde om att bli världens första kvinnliga astronaut. Eller ballerina. Men i slutändan fastnade hon för matematik och fysik.

Hon studerade i uppväxtstaden Chicago på 80-talet och doktorerade vid California Institute of Technology 1992. På den tiden misstänkte flera astronomer att det fanns en enorm mängd massa i mitten av de flesta galaxer. De trodde att det var svarta hål men ingen hade sett dem direkt. Svarta hål är trots allt regioner i rymden där gravitationen är så stark att inte ens ljus kan färdas därifrån.

Dock går det att se stjärnorna som färdas runt dem. Precis som planeterna rör sig runt solen i stabila omloppsbanor, kan stjärnor röra sig kring ett svart hål utan att trilla ner i det. I en tv-intervju med PBS 2006 berättade Andrea Ghez att det fanns ledtrådar som tydde på att det var möjligt att visa att det handlade om gigantiska svarta hål. Men tillräckliga bevis saknades. Det är en perfekt utgångspunkt när man vill påbörja ett experiment.

Om hon lyckades skulle observationerna ge en inblick i naturens allra mest extrema förhållanden. Forskarna började också inse att galaxer och svarta hål har ett intimt samband. Vissa trodde att utan svarta hål blir det inga galaxer. Och utan galaxer inga stjärnor, inga planeter och inget liv. För att lösa den frågan behövdes fler observationer och Ghez ville göra dem. Men om och om igen fick den unge forskaren höra att det inte gick.

- Jag behövde bevisa för mig själv att jag är en människa som kan göra det här. Jag drivs av de ögonblick när människor säger att något är omöjligt, säger Ghez och skrattar.

På vulkanens topp

Ghez kampanj gav 1995 till slut resultat. Hon stod på toppen av den utslocknade vulkanen Mauna Kea på Hawaii. Hon hade fått lov att använda Keckteleskopet, ett bygge med en prislapp på två miljarder kronor. Bergstoppen är idealisk för astronomiska observationer. Stjärnorna lyser kristallklart genom den stilla och tunna luften.

Men de perfekta väderförhållandena för astronomi är dåliga arbetsvillkor för astronomer. Kyla och syrebrist stör minnet och koncentrationen. Observationstiden är knapp och pressen att lyckas enorm.

- Varje sekund är dyrbar. Du kanske föreställer dig att Hawaii är ett semesterparadis men vid teleskopet är allt väldigt seriöst. Man är högt uppe på en extrem plats och varje sekund fokuseras på arbete. Dagarna går åt till att förbereda observationerna så bra som möjligt. Sedan jobbar man på natten.

Ljuset som Andrea Ghez försökte fånga med hjälp av Keckteleskopet hade börjat sin färd mot jorden för mer än 25 000 år sedan, på den tiden då is täckte en stor del av norra halvklotet och mammutar strövade runt på jordens yta. Ljusets långa resan till Mauna Kea är som mest skakig de sista



FOTO: ARON RANEN

mikrosekunderna. Då passerar det jordens atmosfär. För livet på jorden är atmosfären en välsignelse. För astronomer är den en förbannelse. Turbulenta luftlager ändrar ljusets riktning och istället för en tydlig punkt ser stjärnorna ut som en fladdrande smet av ljus.

- Vi visse inte om vi skulle se något över huvud taget. Och även om vi såg något så visste vi inte om stjärnorna som vi observerade var tillräckligt nära galaxens mitt för att känna av det svarta hålet.

Hennes grupp tog tusentals fotografier med kort exponeringstid och kombinerade dem för att försöka få fram en skarp bild av stjärnorna. Nätterna på vulkantoppen gav resultat. Tekniken fungerade. Hon lyckades avbilda stjärnorna i galaxens mitt. Det räckte dock inte för att visa att det finns ett svart hål där.

DEM ÄR ANDREA GHEZ?

ÅLDER:	55 år.
GÖR:	Professor i fysik och astronomi vid University of California, Los Angeles.
AKTUELL:	En av årets tre Nobelpristagare i fysik då hon bevisat att Vintergatans mitt har ett gigantiskt svart hål.
UTBILDNING:	Doktor i fysik vid California Institute of Technology.
FAVORITPLATS:	Keckteleskopet på Hawaii.

Ghez åkte tillbaka till vulkantoppen 1996 för att se vad som hade hänt med stjärnorna. Tekniken strulade. Himlen täcktes av moln. Just då stjärnbilden Skytten - där Vintergatans centrum ligger - var på väg ner bakom horisonten föll allt på plats. Andrea Ghez lyckades se in i galaxens mitt och det största ögonblicket i hennes vetenskapliga karriär var ett faktum. Stjärnorna hade rört sig.

- Det var otroligt spännande att inse hur snabbt de rörde på sig. I synnerhet eftersom vi hade fått avslag tidigare. Det var en upprättelse.

Om hon fortsatte observera stjärnornas rörelse skulle hon kunna räkna ut hur mycket det svarta hålet vägde. Men för att kunna dra trovärdiga slutsatser behövdes ännu större precision än Keckteleskopet. Som tur var hade en annan organisation, som också tittar upp mot natthimlen, en lösning: USA:s militär.

Från sovjetiska satelliter till svarta hål

Under 1980-talet hade Pentagon utvecklat en optisk teknik för att spana på sovjetiska satelliter. Flera speglar inuti de militära teleskoperna vred och vände på sig för att fokusera ljuset som atmosfären hade gjort ofokuserat. Tekniken var topphemlig. Men Andrea Ghez och hennes kollegor anade att den fanns. Och Pentagon valde att dela med sig av den



Andrea Ghez om...

...att jobba på toppen av en vulkan?

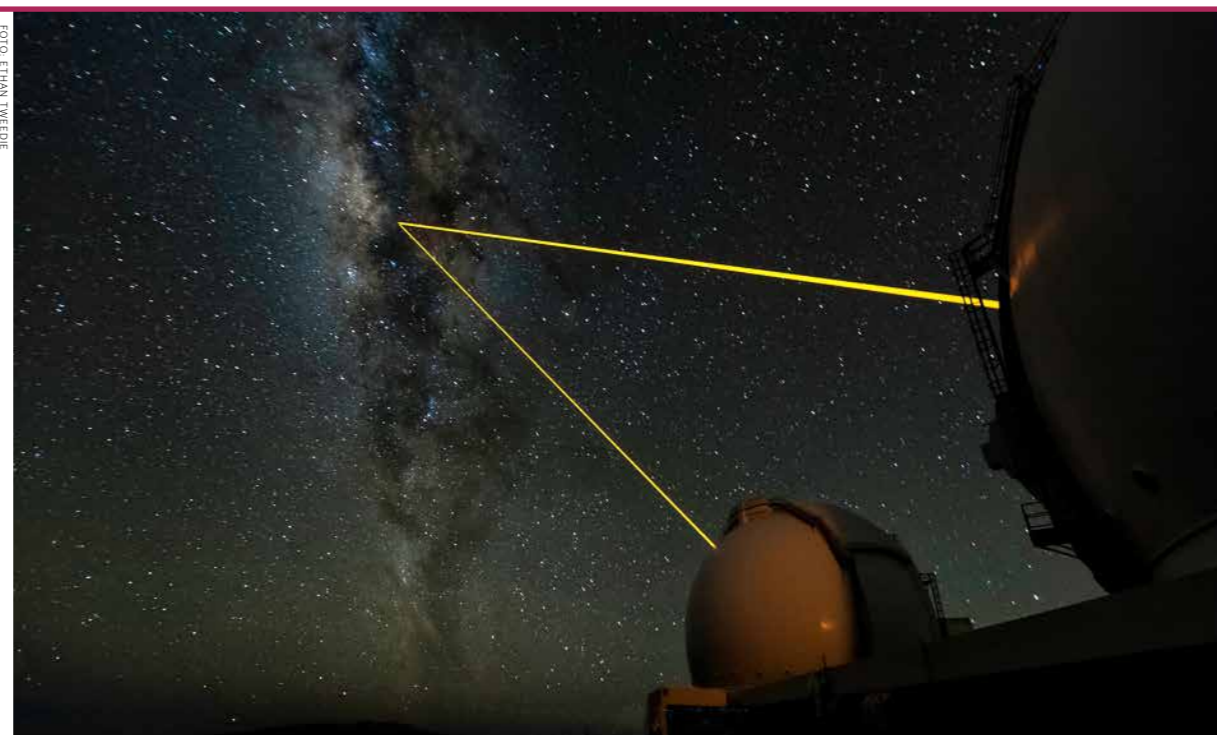
- Det är alltid ett äventyr att bestiga Mauna Kea. Det finns ett dussin teleskop där, gemensamma sovplatser och du kan interagera med astronomer från hela världen. Men när du ska göra resan upp dit och tillbringa första natten på fyra kilometers höjd så fungerar inte din hjärna så bra. Det är en påminnelse om vilken speciell plats du är på.

... allmänhetens fascination för svarta hål:

- Vi lever i en kultur som är väldigt teknologiskt beroende och samtidigt har vi så mycket fobier och växande oro. Så jag tror att det är viktigare än någonsin att det finns områden inom vetenskapen som på ett enkelt sätt kan engagera allmänheten.

...vad hon helst vill få veta om svarta hål:

- I dag vet vi att de på sätt och vis representerar vår oförmåga att få gravitationens lagar och kvantmekanikens lagar att fungera tillsammans. Det sammanbrottet sker på väldigt små skalor. Det vore spännande om det gick att se en signal utanför händelsehorisonten som ger en mer heltäckande bild av hur gravitationen fungerar.



W. M. Keck-teleskoperna på Mauna Kea, Hawai'i. Med hjälp av laserstrålarna kan astronomerna mäta hur atmosfären påverkar stjärnljuset.

nya tekniken till astronomerna. Kalla kriget var över och det fanns ingen anledning att slösa skattebetalarnas pengar på att astronomer utvecklade en teknik som redan fanns.

Det finns en historisk koppling mellan utforskningen av svarta hål och militära projekt. Formeln för svarta hål upptäcktes för första gången i första världskrigets skyttegravar. Utvecklingen av vätebomben var viktig för att förstå hur stjärnor kan bli svarta hål. Det finns många sådana exempel.

Hur ser du på den kopplingen?

- Jag antar att det är en av de fantastiska sakerna med grundforskning. Du kan utveckla saker i ett fält som har tillämpningar i många andra riktningar, även sådana som du inte kan förutse. Och det finns två sidor av det. Det kan gå i en riktning som du tycker är spännande och det kan gå i en riktning som du etiskt inte är upphetsad över. I mitt fall handlar det om att tänka på hur man ser genom atmosfären. Om du är astronom eller astrofysiker så vill du se genom den. Och om du kommer från försvarsindustrin vill du se både uppåt och nedåt genom atmosfären. Så det finns gemensamma mål där.

Tungt som 4 000 000 solar

I 25 år har Andrea Ghez följt stjärnornas rörelse runt Vintergatans centrum och relationen till dem har fördjupats.

- Vissa av dem är speciella. De blir som dina små barn.

Och det blev glasklart att S0-2 var stjärnan i showen.

S0-2 är namnet på en stjärna som virvlar runt det svarta hålet med en enorm hastighet. När stjärnan är som närmast det svarta hålet rör det sig med drygt två procent av ljusets hastighet. Medan vår egen sol behöver 230 miljoner år för att åka ett varv runt galaxens centrum behöver S0-2 inte mer än 16 år.

Ghez var inte ensam i sin jakt efter det svarta hålet.

Reinhard Genzel, från Max Planck-institutet i Tyskland, använde teleskopet vid La Silla-observatoriet i Chile för att studera samma stjärnor som Ghez analyserade. De två forskargrupperna möttes på konferenser, diskuterade varandras resultat, och kom i slutändan fram till samma slutsats: den mest rimliga förklaringen till vad som finns i Vintergatans centrum är ett gigantiskt svart hål, tungt som drygt fyra miljoner solar. Det är som science fiction-tv-serien "Star Trek".

Vad representerar ett svart hål rent kulturellt för dig?

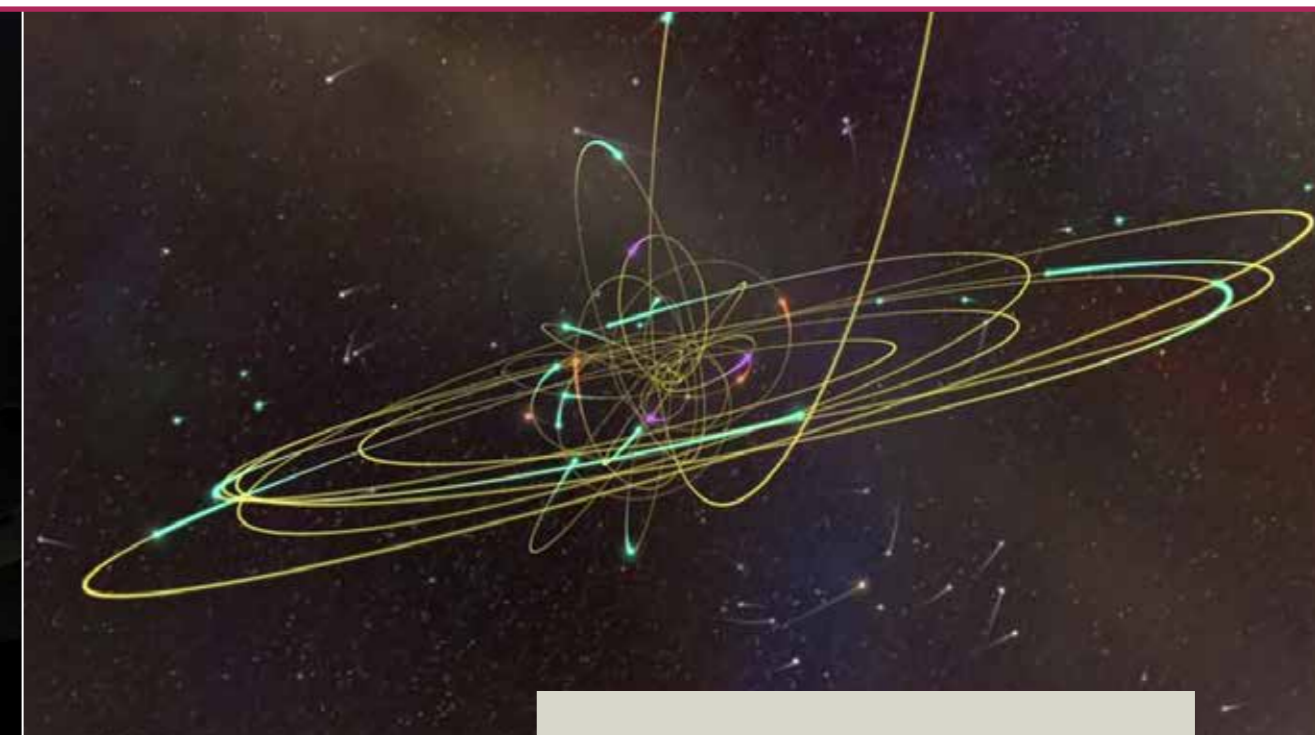
- En av de underbara sakerna med att jobba i det här området är att det finns en så stor fascination över svarta hål bland allmänheten. Mina barn brukar säga att det gör ont i huvudet att tänka på rummet och tiden. "Star Trek" har gjort ett fantastiskt jobb med att popularisera konceptet rumstiden och idén att svarta hål kan förena olika platser i universum. Så jag tycker det är underbart att det finns ett engagemang och en förståelse från allmänheten att svarta hål representerar fronten för vår kunskap.

Andrea Ghez står längst fram vid den forskningsfronten. Att hon inte gav upp, trots det första avslaget och allt motstånd, ledde i slutändan till att hon nu, 2020, tillsammans med två andra forskare fått Nobelpriset i fysik. På grund av pandemin kan hon inte ta emot priset i Stockholm. Men hon är ändå optimistisk:

- Jag hoppas det går nästa år. ●



Jonas Enander bor i Stockholm och är doktor i fysik med inriktning mot astrofysik och kosmologi. Han skriver en bok om svarta hål. På Twitter heter han @Jonas_Enander.



FAKTA Vad är ett svart hål?

Det är ett objekt vars gravitation är så stark att inte ens ljus kan lämna det. Det uppstår då materia samlas så pass tätt att ingen annan av naturens krafter kan hindra materien från att kollapsa in i sig själv. Det skedde i universums begynnelse då galaxer bildades. Och kan också ske då stjärnor dör.

Svarta hål har två kännetecken: en horisont och en singularitet. Horisonten är en yta skapad av rum och tid som delar upp rymden i två delar. Ljus, gas, stjärnor och planeter kan passera horisonten in i det svarta hålet. Men det går inte att passera horisonten från insidan och ut. Allt som trillat in är fast.

En singularitet är en punkt inuti det svarta hålet där rummets och tidens egenskaper blir oändligt förvridda enligt forskarnas nuvarande modeller. Det innebär att ingen kan förutsäga exakt vad som händer längst inuti ett svart hål. Fysiker har i flera decennier försökt lösa det mysteriet genom att konstruera nya modeller. Ingen har än så länge lyckats.

Nobelpristagarna i fysik 2020

Andrea Ghez, USA, delar priset med:



Roger Penrose, Storbritannien. Matematiker och fysiker som på 1960-talet visade hur Einsteins teori förutsäger att svarta hål kan bildas.

Reinhard Genzel, Tyskland. Genzel och Ghez har använt nya optiska tekniker för att med hjälp av teleskop observera Vintergatans mitt. De studerade hur stjärnorna rör sig längst inne i galaxen och visade att rörelsen orsakas av ett gigantiskt svart hål.

