



# Svarta hål och Vintergatans mörkaste hemlighet

Tre pristagare delar årets Nobelpris i fysik för upptäckter om ett av universums sällsammaste fenomen – svarta hål. Roger Penrose visade att svarta hål är en direkt följd av den allmänna relativitetsteorin. Reinhard Genzel och Andrea Ghez upptäckte att något osynligt och extremt tungt styr stjärnornas kretslopp närmast mitten av vår egen galax, Vintergatan. Ett supermassivt svart hål är den enda i dag kända förklaringen.

**Roger Penrose** uppfann snällrika matematiska metoder för att utforska Albert Einsteins allmänna relativitetsteori. Teorin beskriver hur gravitationen kröker rummet och tiden, sammankopplade till en fyrdimensionell rumtid, och är grundbulten i all modern forskning om universum. När väldigt mycket massa trängs ihop i en liten volym kollapsar materia till ett svart hål, ett monster i rumtiden som spärrar in allt som kommer in. Ingenting, inte ens ljus, kan ta sig ut.

Albert Einstein trodde inte själv att svarta hål fanns på riktigt men tio år efter hans död visade Penrose i januari 1965 att svarta hål faktiskt kan bildas och beskrev dem i detalj: innerst inne i alla svarta hål göms en singularitet där de kända naturlagarna upphör att gälla. Hans banbrytande artikel ses fortfarande som det viktigaste bidraget till den allmänna relativitetsteorin sedan Einstein.

**Reinhard Genzel** och **Andrea Ghez** leder var sin grupp astronomer som sedan början av 1990-talet har spanat mot ett område kallat Sagittarius A\* i centrum av vår hemgalax. Med allt större precision kartlades omloppsbanorna hos de starkast lysande stjärnorna närmast Vintergatans mitt. Båda forskargrupperna fann att ett osynligt och extremt tungt objekt får stjärnmyllret att rusa runt med svindlande fart. Cirka fyra miljoner solmassor trängs där inne inom ett område som inte är större än vårt solsystem.

Deras pionjärinsatser har banat väg för nya generationer precisionstester av den allmänna relativitetsteorin och dess mest gåtfulla förutsägelser. Troligtvis kommer mätningarna också att kunna ge ledtrådar till nya teoretiska insikter. Universum har säkert många överraskningar kvar i sina gömmor.

## Roger Penrose

Född 1931 i Storbritannien. Professor vid University of Oxford, Storbritannien.

## Reinhard Genzel

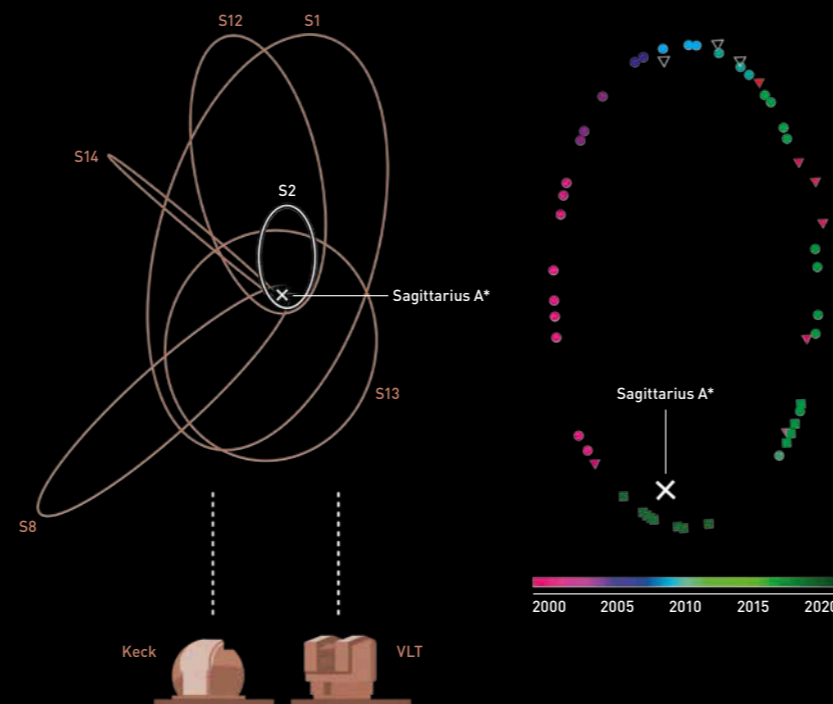
Född 1952 i Tyskland. Director vid MPI för extraterrestrische Physik, Tyskland och professor vid University of California, Berkeley, USA.

## Andrea Ghez

Född 1965 i USA. Professor vid University of California, Los Angeles, USA.



Stjärnan S2 fullbordar ett helt varv kring Sagittarius A\* på 16 år. Närmast kom den bara 17 ljusstimmar från det svarta hålet och fick då sin högsta hastighet på cirka 7 600 km/s.



## Stjärnbanorna röjer det svarta hålet

Reinhard Genzel och Andrea Ghez har tillsammans med sina forskargrupper i 30 år kartlagt stjärnornas banor runt Sagittarius A\*, en starkt lysande radiokälla i mitten av vår egen galax, Vintergatan. För att se igenom jordens atmosfär och de kolossala rymdmolnen av gas och stoft, utvecklade de nya metoder och byggde avancerade instrument vid världens största teleskop – VLT i Chile (Genzels grupp) och Keckteleskopet på Hawaii (Ghez grupp).

Med känsligare digitala ljussensorer och bättre adaptiv optik har bildupplösningen ökat mer än tusenfalt, vilket innebär att astronomerna nu kan bestämma stjärnornas positioner mer exakt, natt för natt. Stjärnornas elliptiska omloppsbanor avslöjar att något osynligt och tungt styr deras färd. Det är de mest övertygande bevisen hittills på att ett supermassivt svart hål döljer sig där inne.

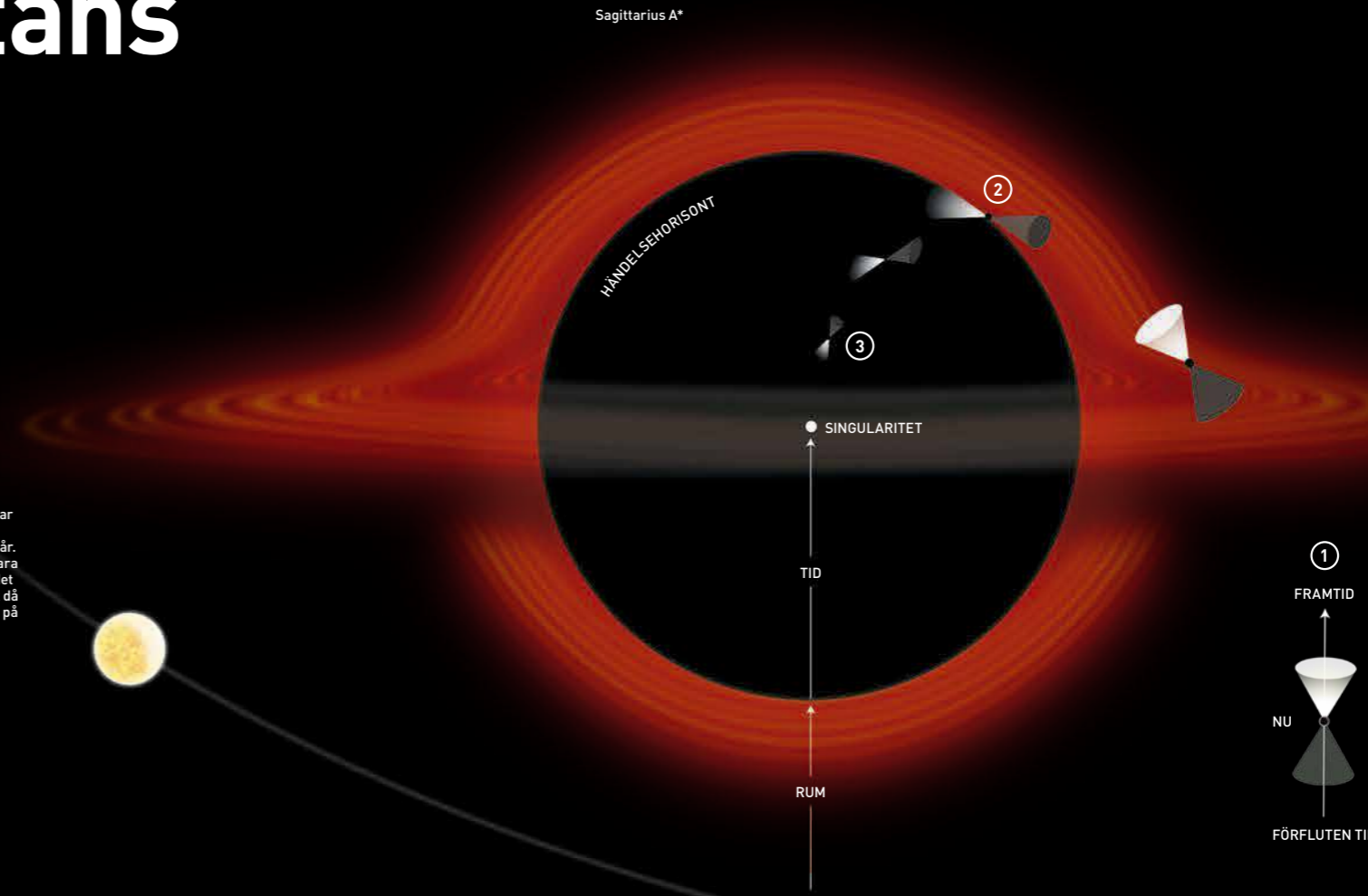
## Ett svart hål

Ett svart hål har så stark gravitation att det stänger in allt som passerar dess gräns – händelsehorisonten. Det svarta hålet håller sig för evigt gömt innanför sin händelsehorisont. Ju större massa desto större är det svarta hålet. För en massa motsvarande jordens blir det svarta hålet inte större än en ärtä.

Vid händelsehorisonten ersätter tidens pil en av rumsdimensionerna och pekar bara inåt. Tidens flöde bär allt och alla mot en singularitet längst in i det svarta hålet där tätheten är oändlig och tiden tar slut.

Runt det svarta hålet roterar en intensivt lysande skiva av het gas och laddade partiklar som är på väg att slukas in i hålet. Även den bakomliggande delen av skivan blir synlig framifrån då hålets starka gravitation förvränger rumtiden och böjer av ljusstrålarna.

Sagittarius A\*



Ljuskonen visar banorna för ljusstrålar både framåt och bakåt i tiden (1). När materia störtar ihop till ett svart hål kommer de ljuskoner som korsar det svarta hålets händelsehorisont att vändas inåt (2) och fortsätter sin färd mot singulariteten innerst inne (3).



Foto: porträtt av Roger Penrose: Alan Goseky, University of Oxford; porträtt av Reinhard Genzel: © Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik/Jörn Greife; porträtt av Andrea Ghez: Annette Buhl.