

Jakten på mörk materia fortsätter i Stockholm

text: Robert Cumming

foto: Alexis Brandeker

Hon är världsexpert på universums mörkaste hemligheter, och nu har hon flyttat från USA till Stockholm för att leda forskningsinstitutet Nordita. När Katie Freese nu intar Sverige är det vid en spännande tid för forskning om universums väsen, och för henne är det dessutom helt rätt plats. Populär Astronomi upptäcker varför.

Sverige håller på bli kick-ass inom kosmologi. You can quote me on that, because it's actually true!" Det är professor Katherine Freese, även kallad Katie, som faller citatet. Det är oktober 2014, blöta höstdagar i Stockholm. Hon har precis tagit över som föreståndare för Nordita, det Nordiska institutet för teoretisk astrofysik, som sedan 2008 ligger just här.

Stockholm och Katie Freese har under ett par års tid börjat bekanta sig med varandra. Hon är med i styrelsen för Oskar Klein Center för kosmopartikelfysik, som under de senaste åren blivit en maktfaktor inom fysiken. Centret huserar vägg i vägg med Nordita, och under ett möte fick hon reda på en satsning som Vetenskapsrådet dragit igång. Tioåriga anslag skulle hjälpa Sverige att rekrytera toppforskare från hela världen.

– Jag sökte. Först efter det fick jag ett samtal från Nordita, helt oberoende av det, berättar hon.

Hon blev också nominerad för en professorstjänst vid Stockholms universitet.

– Jag fick jackpot. Uppenbarligen var det meningen att jag skulle hamna i Stockholm!

Det blir till en början tre år, med halva tiden i Michigan där hon varit professor sedan 1999. Men Katie Freese känner sig redan hemma här. Hon har varit på besök många gånger, har haft tät kontakt med svenska fysiker, och är van vid klimatet.

– Vintern är ganska sträng i Michigan med. Michigan är antagligen kallare, men Sverige är mörkare.

Fånga den mörka materian

Också som forskare är det mörker som lockar Katie Freese: den mörka materian som gäckat forskare sedan 1970-talet

och den mörka energin som tros ligga bakom universums allt snabbare expansion. Det är en bild av kosmos som fortfarande är omtumlande, menar Freese.

– Det är otroligt. Om man berättar för människor på gatan att allt du tror att du känner till bara är fem procent totalt, det blir en chock för folk, varje gång.

För Katie Freese är dock vårt okända, osynliga universum en del av vardagen. Ända sedan mitten av 1980-talet har hon forskat om mörk materia. I slutet av 1970-talet visade astronomerna Vera Rubins och Kent Fords studier av hur galaxer snurrar att uppemot 90 procent av deras massa är något helt osynligt, den mörka materian. Katie Freese och hennes kolleger var tidigt ute med att räkna ut sätt att direkt detektera mörk materia.

– Man skulle kunna säga att vi var först i branschen, säger hon.

Hoppet står till att den mörka materian består av tunga partiklar som bara svagt växelverkar med vanlig materia, så kallade WIMPs (weakly interacting massive particles).

Partiklarna försöker forskarna fånga med hjälp av olika typer av experiment och olika material. Det är tolkningen av dessa experiment som Katie jobbat med mest. Säger de något om den mörka materian, och i så fall vad? Det handlar om att ringa in det som är möjligt och utesluta det som går att utesluta.

– Bara för att du kommer på tio saker som det skulle kunna vara, och de inte fungerar, betyder inte det att det inte är något annat.

Freese och hennes kolleger ställer höga krav på bevis, och än så länge har inget av experimenten hittat bevis som övertygar.

– Det finns några experiment som ser något – men är det mörk materia eller inte?



VINTERNS PROFIL: KATHERINE FREESE

Vissa av mätningarna verkar tala emot varandra, berättar Katie. Det mest berömda exemplet är experimentet DAMA, som finns i en gruva i norra Italien. Här skvallrar små ljusblitar som alstras i kristaller av natriumjodid om något spännande. Fler upptäckts i början av sommaren är under andra tider på året, och tolkas som bevis på mörk materia-partiklar. Årstidsvariationen förutspådde Katie Freese och hennes kolleger för många år sedan, men hon hade svårt att tro att det var på riktigt. Nu är datamängderna övertygande, men kan signalen ändå bero på något annat?

– Det som är tråkigt är ju att de inte låter någon annan titta på deras mätningar. Då väcks misstänksamhet. Det gör det svårt för andra att lista ut vad det är som händer, säger Katie Freese.

En annan utmaning för Freese är att jämföra experiment som är byggda på helt olika sätt.

– Det är som att jämföra äpplen och päron, säger hon. Ändå skapar jämförelserna eggande tecken på att en riktig upptäckt kan vara nära.

En anledning till optimism är det nya experimentet Xenon1t, som Freeses kollega vid Stockholms universitet Jan Conrad nu fått pengar för att gå med i. Med ett ton av ädelgasen xenon i flytande form finns förutsättningar för att bli riktigt känslig för de svårfångade partiklarna.

– Det kommer att bli tio gånger känsligare än dagens experiment, säger Freese.

Vara kreativ och beredd på överraskningar

När kommer den stora upptäckten? Jan Conrad, som jag hittar i korridorerna, tror att forskarna har tio år på sig att hitta partiklarna bakom mörk materia. Men Katie Freese tror ändå på att WIMP-arna till slut kommer att ge sig till känna. De är hennes givna favoritkandidat, och inte bara därför att hon redan ägnat så mycket av sitt liv åt dem.

Vi kan räkna fram hur många partiklar som borde funnits i det mycket unga universum och hur de växelverkade med varandra, WIMPar inräknade, förklarar Katie. De är sina egna antipartiklar så de slår ut varandra när de möts, men detta slutade när universum expanderat tillräckligt mycket.

– Så antalet som finns kvar i dagens universum kan räknas fram, och otroligt nog är siffran exakt rätt för att

förklara den mörka materian som vi redan vet finns i universum, säger hon.

Dessutom ingår svagt växelverkande partiklar på ett naturligt sätt när partikelfysiker beskriver elementarpartiklarna och naturkrafterna. De är mycket väl motiverade, tycker Katie Freese.

– Det betyder inte att de är rätt! Men de är min favoritförklaring.

Att den mörka materian utgörs av märkliga partiklar som kallas axioner, är enligt Freese det bästa andrahandsvalet.

Men hur kommer frågan att avgöras? Katie ger inget definitivt svar, men pekar ut hur trenderna går. Partikelacceleratoren LHC vid Cern i Schweiz har ännu inte sett långlivade nya partiklar – kanske den gör det när den slås på igen 2015 och når högre energier än hittills. Rymdexperiment har hittat ett överskott på antimateria (i form av positroner) som kanske beror på mörk materia-partiklar. Men de kan också skapas av pulsarer, så Katie tror inte heller så mycket på detta.

Neutrinoobservatoriet IceCube i Antarktis, där svenska forskare i Uppsala och Stockholm ingår i laget och pengar från Wallenbergstiftelsen varit en viktig del av finansieringen, har chans att göra ett genombrott, tror Freese, tack vare experimentet DeepCore. Det ska leta efter spår efter mörk materia-partiklar som träffar atomer i isens vattenmolekyler, och som dessutom kan skilja på signaler från olika delar av himlen.

– De kan titta mot galaxens mitt, vilket man inte kunde göra tidigare. Det är ganska coolt, säger hon.

I mitten av Vintergatan hoppas forskare att det går att se signaler efter mörk materia-partiklar som krockar och tar ut varandra. Eggande tecken har setts i data från rymdteleskopet Fermi, men även i detta fall vill ingen ropa hej ännu. Katie är filosofisk.

– Det kommer alltid att vara svårt. Men jag tycker inte om tanken att allt detta är slöseri med tid. Jag skulle vilja säga att vi som forskare måste använda tekniken på ett kreativt sätt, men vara beredd på att allt kan visa sig vara science fiction om det inte stämmer överens med naturen.

Vi talar en stund om den mörka energin och multiversum-teorier, men Katie Freese lyser upp när vi återgår till den mörka materian – och några oväntade forskningsprojekt som hon är med i. Hon samarbetar bland annat med genetiker och biofysiker på två projekt som kan leda till

FOTO: R. CUMMING



År 2013 publicerade Katie Freese sin första populärvetenskapliga bok.

helt nya detektorer för mörk materia-partiklar.

Det ena går ut på att mäta när molekyler av DNA träffas av främmande partiklar.

– Det är så coolt! Vi fick ett anslag som delas mellan tre institutioner för att testa vad som krävs för att slå sönder en DNA-sträng, berättar hon.

Det andra förslaget går under beteckningen nanosmäljar (nano-booms på engelska), som Katie tillsammans med kolleger har sökt anslag för att vidareutveckla. Speciella material utvecklas med extremt små korn av metall som blandas med annat material (en metalloxid). Inkommande partiklar – av till exempel mörk materia – kan orsaka pyttesmå explosioner som sedan kan mätas upp. Samma teknik kan också användas till att upptäcka dolda kärnladdningar, berättar Katie.

– USA:s departement för inrikesäkerhet studerar sådant här så mycket de bara kan, säger hon.

Kommer metoden kunna upptäcka den mörka materian?
– Det är inte alls omöjligt, säger hon.

Personliga berättelser

År 2013 publicerade Katie Freese sin första populärvetenskapliga bok, *The Cosmic Cocktail* (recenserades i *Populär Astronomi* 2014/1). I den berättar hon om hur vår nya bild växt fram av ett kosmos som består av saker som vi inte förstår – den mörka materian och den mörka energin – men också om människorna som arbetar på forskningsfronten. Inom jakten på den mörka materian är många av dessa kvinnor, något som Freese lyfter fram i boken.

– De är viktiga människor, de är ledare, de är tuffa, så självklart skriver jag om dem, säger hon.

Rita Bernabei är chef för DAMA, och Elena Aprile leder XENON-projektet, två av dagens viktigaste experiment. Jämfört med projektet som jagar den mörka energin är könsbalansen annorlunda på grund av hur de organiseras, tror hon.

– Forskargruppernas storlek är bara mindre, så de är lättare att hantera. Om du är kvinna så är det lättare att komma in i en mindre grupp och svårare att slå sig fram i ett redan existerande större forskarlag.

Det har Katie Freese erfarenhet av. Hon berättar om svårigheterna att säkerställa en karriär som forskare vid toppuniversitet MIT i USA när hon var fränskild med



Mörka materia-jägare kopplar av: Laura Baudis, Katie Freese, Elena Aprile och Lisa Randall i en bild från boken *The Cosmic Cocktail*.

en nyfödd son att ta hand om.

– Det var hemskt. Man ska kunna njuta av åtminstone en dag i livet av sitt unga barn, men det fick aldrig jag. Annars skulle jag haft fler barn!

Möjligheten till betald föräldraledighet i Sverige är underbar, tycker hon.

– Det här systemet är bättre inte bara för kvinnliga forskare, utan också för kvinnor i allmänhet, säger hon.

Och det var i Sverige, som ledamot i styrelsen för Oskar Klein Center som hon för första gången kände att hon blev helt tagen på allvar i diskussioner med kolleger.

– Den upplevelsen hade jag inte varit med om förut, utom när jag jobbat ihop med vänner.

I boken varvar Freese fysik med personliga historier. Jag frågar om mötet med drottning Silvia på en prisutdelning för några år sedan som blev en rolig anekdot i boken. Drottningen frågade hur hon skulle definiera rymden, ”space” på engelska, en fråga som hon tidigare hade ställt till en matematiker. Katie Freese tog sats med ett astronomiskt svar, om en plats bortom jordens, solens, och galaxens dragningskrafter, långt ut mellan galaxerna där en kubikcentimeter bara innehåller i snitt motsvarande en tusendels miljarddels miljarddels gram.

– Det är det som yttre rymden är. Men hon såg helt perplex ut och sa att detta var inte alls vad matematikern hade sagt!

Freese försökte sedan avvärja situationen, berättar hon, med att fråga drottningen om hennes förhållande till Norges drottning. Det gick inte alls bra, och Freese tycker nu att hon gjorde bort sig rejält. Men hon fick ett bra intryck av Silvia.

– Det är en smart dam. Hon ville verkligen veta svaret. Och det tyckte jag var ganska coolt.

Forskning är kul

I boken ville Katie Freese också berätta om hur roligt det är att vara forskare, om att allt inte är torrt och allvarligt.

– Att hitta på nya idéer och att festa, alla de där grejerna är också en del av arbetet.

För Katie är jobbet som forskare ett kreativt yrke, och något som är roligt på riktigt.

– Vi har kul. Så även om vi aldrig löser problemet med den mörka materian har vi åtminstone roligt. Det får du inte citera! lägger hon till och skrattar högt. ★

FOTO: XENON COLLABORATION



Här kan mörk materia-partiklar upptäckas: Xenon1t är under uppbyggnad vid underjordslabbet Gran Sasso i Italien.

FOTO: XENON COLLABORATION



Inuti Xenon1t:s stora vattentank. I mitten av den ska en mindre tank hänga, fylld med ett ton flytande xenon.