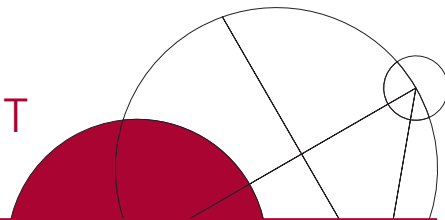


Skriv til Videnskabet

Videnskabet er stedet hvor både studerende, forskere og andre har mulighed for at komme ud af skabet med deres viden til gavn for Universitetsavisens 47.000 læsere. Bidrag til Videnskabet har form af en kronik og fylder 12.000-15.000 enheder med mellemrum. Manuskript sendes til uni-avis@adm.ku.dk.

VIDENSKABET ASTRONOMI



Vores kosmiske fødested

Stjerner, galakser og mælkevej hører til universets mysterier. Et nyt dansk ledet forskningsprojekt bidrager til at løse gåden om hvordan vores Mælkevej er dannet.

AF BIRGITTA NORDSTRÖM

Vi ved at vores egen galakse, Mælkevejen, blev skabt for cirka 13 milliarder år siden, kort efter Big Bang. Hvordan Mælkevejen har udviklet sig fra dengang til i dag er imidlertid endnu ikke fuldt forstået.

Nu har danske forskere givet et afgørende bidrag til forståelsen af vores galakses historie. Sammen med schweiziske og svenske astronomer har forskere fra Niels Bohr Institutet ved Københavns Universitet undersøgt tusindvis af stjerner i Solens nabolag med henblik på at kortlægge stjernernes 'stamtavle'.

Mælkevejen er i dag en typisk spiralgalakse, og Solen befinder sig midt i dens skive. Men hvordan ved vi hvad der *egentlig* skete da Mælkevejen dannedes? Mælkevejen har nemlig skiftet udseende totalt siden dengang. Jo, stjernerne i solens nabolag bærer i sig historien om galaksens dannelse og udvikling hvis vi kan skille de 'indfødte' fra dem der er i transit andetsteds fra.

For at få et klarere billede heraf er mere end 14.000 stjerner i solens nabolag blevet udforsket – sammenlagt over 64.000 observationer udført med blandt andet Københavns Universitets 1,5 meter kikkert i Chile. Det betyder at vi nu ved meget mere om hvor stjerner som vores egen sol kommer fra, hvor gamle de er, hvad de består af, og hvilken rolle de spillede i Mælkevejens udvikling.

Stjernens liv og virke

Stjerner fødes, lever og dør i Mælkevejen den dag i dag. 'Fødeklammerne' er enorme, tætte gas- og støvskyer hvor tryk og temperatur i de tætteste klumper bliver så høj at kerneprocesserne går i gang med at fusionere brint til helium, og en stjerne er født.

Billedtekst...

Gasskyerne er så store at de kan støde sammen. Herved dæmpes deres indbyrdes hastigheder, og de samler sig efterhånden i Mælkevejens symmetriplan. Yngre generationer af stjerner dannes derfor i en mere og mere fladtrykt skive. Men stjernerne selv er for små til at støde sammen og beholder derfor stort set deres oprindelige hastigheder og baner i galaksen.

Stjerners liv er ligeså forskellige som menneskers. Solen er en meget typisk stjerne som dannedes for 4,6 milliarder år siden, det vil sige i den sidste tredjedel af Mælkevejens historie. Den kan nå at blive dobbelt så gammel inden brændstoffet – brint – begynder at slippe op. Tunge stjerner på 10-100 gange Solens masse stråler mange tusind gange kraftigere end Solen og brænder op efter få millioner år. Til gengæld holder stjerner på under 80 pro-

»Stjerner fødes, lever, rejser og dør ligesom mennesker. De har hver deres historie og bærer den med sig.«

cent af Solens masse så godt hus med ressourcerne at de forbliver stort set uændret fra Mælkevejens dannelse til i dag.

Stjerner med masser cirka som Solens kan overleve gennem (næsten) hele Mælkevejens historie. Men undervejs udvikler de sig så mærkbart at vi kan måle det og derved bestemme deres alder. Det gør dem naturligvis specielt interessante når vi vil forstå historien.

Kosmisk gallupundersøgelse

Lad os beskrive opgaven med et eksempel: Forestil dig at du står på Rådhuspladsen en mandag formiddag. En masse mennesker skynder sig forbi, og du vil gerne vide hvor de kommer fra, hvor og hvornår de er født, hvor de nu bor og hvem deres forældre er. Det er en kompliceret opgave, men det er præcis det vi har gjort – bare med stjerner i Solens nabolag.

Vores mål er at forbedre forståelsen af hvor-

dan stjerner og galakser dannes og udvikles over disse mange milliarder år, fra de store armbevægelser til en detaljeret fysisk beskrivelse. Stjerner fødes, lever, rejser og dør ligesom mennesker. De har hver deres historie og bærer den med sig.

Men hvis vi vil bestemme stamtavlen for alle de stjerner som nu befinder sig i nærheden af Solen, står vi overfor en gigantisk opgave – en slags 'kosmisk gallupundersøgelse'.

Problemet er bare at finde ud af hvordan vi kan afkode stjernernes hemmelighed. Menneskene på Rådhuspladsen kan vi blot spørge, men med stjernerne skal der andre metoder til.

Stjerner med gener

Menneskets gener kan fortælle os hvor og hvilken familie de kommer fra. På samme måde har stjernerne en slags 'gener', nemlig sammensætningen af det stof de er lavet af. Dette stof indgår i et kompliceret kredsløb: Gasskyer fortættes og danner stjerner – nogle enkelte, mange dobbelte. Kerneprocesser i stjernernes indre får dem til at lyse, og samtidig opbygges de tunge grundstoffer som kul, jern og sågar uran fra det simpleste af alle grundstoffer, brint.

Når stjerner dør i voldsomme eksplosioner, beriges galaksens gas med 'aske' fra eksplosionen; nye stjerner dannes, og et nyt kredsløb begynder. Undervejs støder galakserne ofte sammen og rører rundt i det hele. Nøglen til at forstå hele processen ligger i at bestemme præcise aldre, grundstofsammensætning og bevægelsesmønstre for et stort udvalg af de overlevende stjerner fra historiens mange kapitler.

Ved at studere stjernernes indhold af denne 'aske', kan vi bestemme deres 'gener' og derved se hvilke oprindelige gasskyer og stjerner de nedstammer fra. Det er netop det vores forskergruppe har gjort ved at undersøge alle 14.000 egnede stjerner indenfor cirka 150 lys-års afstand fra jorden – et materiale der er enestående i omfang og kvalitet.

Som for befolkningsgrupper har vi undersøgt alder, vægt, 'gener' og bevægelsesmønstre





FOTOS: EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY (ESO)

for disse mange stjerner. Mange af målingerne er udført tidligere med kikkerte både på Jorden og i rummet, men målinger af hastighederne har hidtil været en forkrævende opgave. Stjernerne bevæger sig jo rundt i Mælkevejen, og det må vi også have styr på. Og det går stærkt – fx er Solens hastighed rundt i Mælkevejen 220 kilometer i sekundet – cirka 800.000 kilometer i timen!

Fartkontrol i Mælkevejen

Vi skal altså måle stjernernes hastighed. Det gør vi helt på samme måde som politiet laver fartkontrol: Man sætter en avanceret hastighedsmåler (en særlig spektrograf) på kikkerten, sigter på en stjerne og måler så hvor hurtigt den bevæger sig.

Ved målingerne udnyttes Dopplereffekten: I stjerner der bevæger sig væk fra os, bliver spektrallinjernes rødforskuet mens de er blåforskuet i stjerner som kommer imod os. Metoden er helt den samme der bruges til at finde planeter rundt om andre stjerner end Solen.

Det danske 1,5 meter teleskop i Chile blev udrustet med en sådan speciel spektrograf. Med endnu et instrument af samme slags på et schweizisk teleskop i Provence kunne hele himlen dækkes. Og så var det 'bare' om at klø på. Efter godt 15 år har vi observeret alle de cirka 14.000 stjerner som vi havde udvalgt til undersøgelsen. For at få resultaterne ekstra nøjagtige og kontrollere om hastighederne ændrer sig, har vi målt alle stjerner flere gange – i alt cirka 64.000 observationer, udført 'én efter én efter én'. Vores målenøjagtighed er cirka 0,2 kilometer i sekundet, cirka 1 procent af en stjernes typiske hastighed.

Stjernekyggeri er spændende, men hårdt arbejde. Mine kolleger og jeg har brugt over 1.000 nætter ved teleskoper i Chile, Frankrig og USA til undersøgelsen – og så har vi ikke engang medregnet de skyede nætter.

Ingen anden gruppe i verden har haft både

mulighed og stædighed til at binde an med en så omfattende opgave, men vi har også været privilegeret ved at have adgang til de bedste egnede instrumenter: De fleste observationer er lavet med Københavns Universitets 1.5 meter kikkert i Atacama-ørkenen i Chile.

En del af målingerne blev lavet under et ophold som gæsteforsker ved Harvard Universitet for en del år siden hvor vi fik mulighed at observere de hurtigt roterende stjerner som vores ellers så effektive instrument ikke kunne klare.

Solen rejste ikke langt

I kosmisk perspektiv er vor galakse kun et lille bitte hjørne af Universet. Men Mælkevejen er en ret typisk spiralgalakse, og de samme fysiske love gælder overalt. Kun i vor egen galakse kan vi skaffe de præcise data der er nødvendige

»Når det gælder vores egen Sol, er vi også blevet klogere. Vores målinger tyder nemlig på at Solen har beholdt sin nuværende cirkelbane i rigtig lang tid. Det betyder at vores Sol ikke kommer langvejs fra i Mælkevejen, men blev skabt tæt på den bane den har i dag.«

ge for at forstå udviklingen i detalje; de andre galakser er simpelthen for langt væk. Vor egen galakses oprindelse og historie er derfor nøglen til at forstå det øvrige univers' historie.

Efter tyve års anstrengelser er projektet med at bestemme hastigheder for de mange tusinde stjerner netop afsluttet. Vi kan følge hvordan hver enkelt stjerne inklusive Solen har bevæget sig i Mælkevejen indtil i dag, og vi kan også forudsige hvor de går hen. Resultaterne viser at udviklingen i Mælkevejen ikke var kedeligt ensformig, men foregik med store regionale variationer.

Når det gælder vores egen Sol, er vi også blevet klogere. Vores målinger tyder nemlig på at Solen har beholdt sin nuværende cirkelbane i rigtig lang tid. Det betyder at vores Sol ikke

Samlet billedtekst

kommer langvejs fra i Mælkevejen, men blev skabt tæt på den bane den har i dag.

Mange af de stjerner der nu er nær Solen, kommer derimod langvejs fra. Deres baner afslører at de bare er på hurtig gennemrejse; om blot 20 millioner år vil Solens nabolag se helt anderledes ud. Deres alder viser at nogle af dem var med helt fra dengang da Mælkevejen var ung, det vil sige længe før Solen og Jorden blev til.

De ældste stjerner har også de største hastigheder. Det fortæller os at de gennem hele deres levetid har været udsat for knubs og stød som

har ændret deres baner. En ting er klar – Mælkevejen har tilsyneladende en langt mere spændende forhistorie end vi gik og troede.

Vores målinger skal også bruges til at lede efter rester af fremmede galakser. Det svarer lidt til at vi forsøger at spore grupper af indvandrere blandt menneskene på Rådhuspladsen. Ifølge nyere teorier er nogle af Mælkevejens stjerner nemlig ikke dannet her, men i mindre galakser et helt andet sted i universet. Vores målinger af stjernernes 'gener' og hastigheder kan bruges til at finde dem.

Unik viden om galaksernes historie

Efter offentliggørelsen af resultaterne i maj i år er vi blevet kimet ned og bedt om supplerende oplysninger og forklaringer, både fra kolleger og fra pressen. Vi er også blevet inviteret til at samarbejde med de bedste teoretiske grupper på feltet.

Nu gælder det om at få de mest avancerede modeller for spiralgalaksernes dannelse og udvikling til at passe med vores data. Det mest

karakteristiske for spiralgalakser er nemlig deres 'skive', og det er netop den vi har undersøgt med hidtil uset grundighed. Tidligere har vidt forskellige teorier kunnet passe med målingerne, men nu kan vi virkelig skille fårene fra bukkene.

Om små ti år vil den europæiske rumorganisation, ESA, opsende en ny satellit, GAIA, som skal måle mange millioner stjerner. Forberedelser til GAIA gøres også både i Lund og København. Indtil data fra GAIA bliver tilgængelige efter yderligere nogle år er den netop publicerede undersøgelse et unikt materiale til at forstå galaksernes historie.

Projektet er også et godt eksempel på samarbejde over Øresund. Selv er jeg både ansat ved Niels Bohr Institutet i København og gæsteforsker ved Lunds Universitet. En dansk ph.d.-studerende i Lund, Bjarne Rosenkilde Jørgensen, og en svensk postdoc i København, Johan Holmberg, har sammen med blandt andet Johannes Andersen fra KU været uundværlige medarbejdere i arbejdet.

Projektet har været umuligt at udføre uden ekstern finansiering. Fra dansk side har især Carlsbergfondet og Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd bidraget, men vi har også fået støtte fra Vetenskapsrådet i Sverige, Nordisk Forskerutdanningsakademi (NorFA), Harvard University, Smithsonian Institution og Lunds Universitet.



Birgitta Nordström er projektleder og ansat på Niels Bohr Institutet. Projektet er publiceret i det anerkendte europæiske tidsskrift *Astronomy & Astrophysics*, 418, 989, maj 2004.