

Mælkevejens demografi

En ny, komplet kortlægning af Solens nabolag viser, at mange af stjernerne slet ikke er dannet her, men er på gennemrejse fra nær og fjern. Modeller for Mælkevejens dannelse og udvikling skal forbedres kraftigt for at forklare resultaterne.

Af Birgitta Nordström og Johannes Andersen

■ Man kunne måske tro, at gammeldags galakser var gået af mode i betragtning af kosmologiens seneste resultater: Ca. 70 % af Universet synes at bestå af såkaldt “mørk energi”, hvis natur er helt ukendt, og ca. 27 % findes i form af et “mørkt stof”, hvis natur er lige så gådefuld. Kun de sidste 3% af Universet findes i galakserne.

Men denne tilsyneladende bagatel er alt andet end ubetydelig: I galakserne fødes,

lever og dør de stjerner, som ikke blot oplyser Universet, men også har produceret alle andre grundstoffer end brint og helium. Så selvom galakserne blot udgør en lille del af stoffet i Universet, er deres rolle central. Det er stjerner, som gennem de sidste knap 14 milliarder år har forvandlet den enorme, diffuse gas-sky, som “Big Bang” efterlod, til den komplekse verden vi nu lever i – inklusive Jorden og os selv. Det er en hovedopgave for

astrofysikken at forstå præcis, hvordan dette skete.

Mælkevejen: En prototype

Nordhimlens klareste galakse, Andromedagalaksen, kan lige skimtes som en diffus klat på efterårshimlen. Alle de synlige stjerner tilhører derimod vor egen galakse, Mælkevejen – en almindelig spiralgalakse som millioner andre i Universet. Men for astrofysikeren er Mælkevejen enestående. Her i

vort nabolag kan man nemlig analysere alle slags stjerner i stor detalje og få præcise oplysninger om galakseres dannelse og udvikling.

Alt tyder på, at grundstenen til Mælkevejen blev lagt inden for den første milliard år af Universets tilværelse. “Byggematerialet” var brint og helium, tilsat en ganske lille smule af de tunge grundstoffer som kulstof, kvælstof, ilt, calcium, jern osv. – en minimal brøkdel af, hvad vi ser i dag i Solsystemet. Den

Spiralgalaksen M33 på den nordlige himmel. Sådan ville Mælkevejen se ud oppefra. Solen og vi befinder os i en afspiralarmene, ca. halvvejs ude fra centrum.

helt unge Mælkevej havde sikkert ikke den pæne skiveform og spiralstruktur, som den har i dag. Men det vides ikke, om den startede som én stor klump gas, som langsomt sank sammen til en roterende skive, eller om Universet først producerede en mængde små, primitive galakser, som derefter kolliderede og smeltede sammen til nutidens store galakser.

Det sidste er den mest populære teori i dag, og man har da også nylig opdaget et par små galakser, som netop nu er ved at blive "ædt" af Mælkevejen. Galakser, der blev opslugt tidligt i udviklingen, kan ikke ses længere. Mange af stjernerne fra dengang findes imidlertid stadig, og de kan berette om historiens forløb.

Stjernernes liv og virke

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

Gasskyerne er også så store, at de kan støde sammen. Herved dæmpes deres indbyrdes hastigheder, og de samler sig efterhånden i Mælkevejens skive. Stjernerne selv er derimod for små til at støde sammen, og deres fordeling i galaksen ændrer sig derfor ikke meget med tiden.

Stjernerne lever ligeså forskellige som mennesker. Solen er en ret almindelig stjerne, dannet for 4,6 milliarder år siden, dvs. i den sidste tredjedel af Mælkevejssystemets historie, og den kan 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, men brænder op efter få millioner år. Omvendt holder stjerner på under 80 % af Solens masse så godt hus med ressourcerne, at de lever stort set uændrede gennem Universets levetid.

Stjerner som Solen kan overleve gennem næsten hele Mælkevejens historie, men undervejs

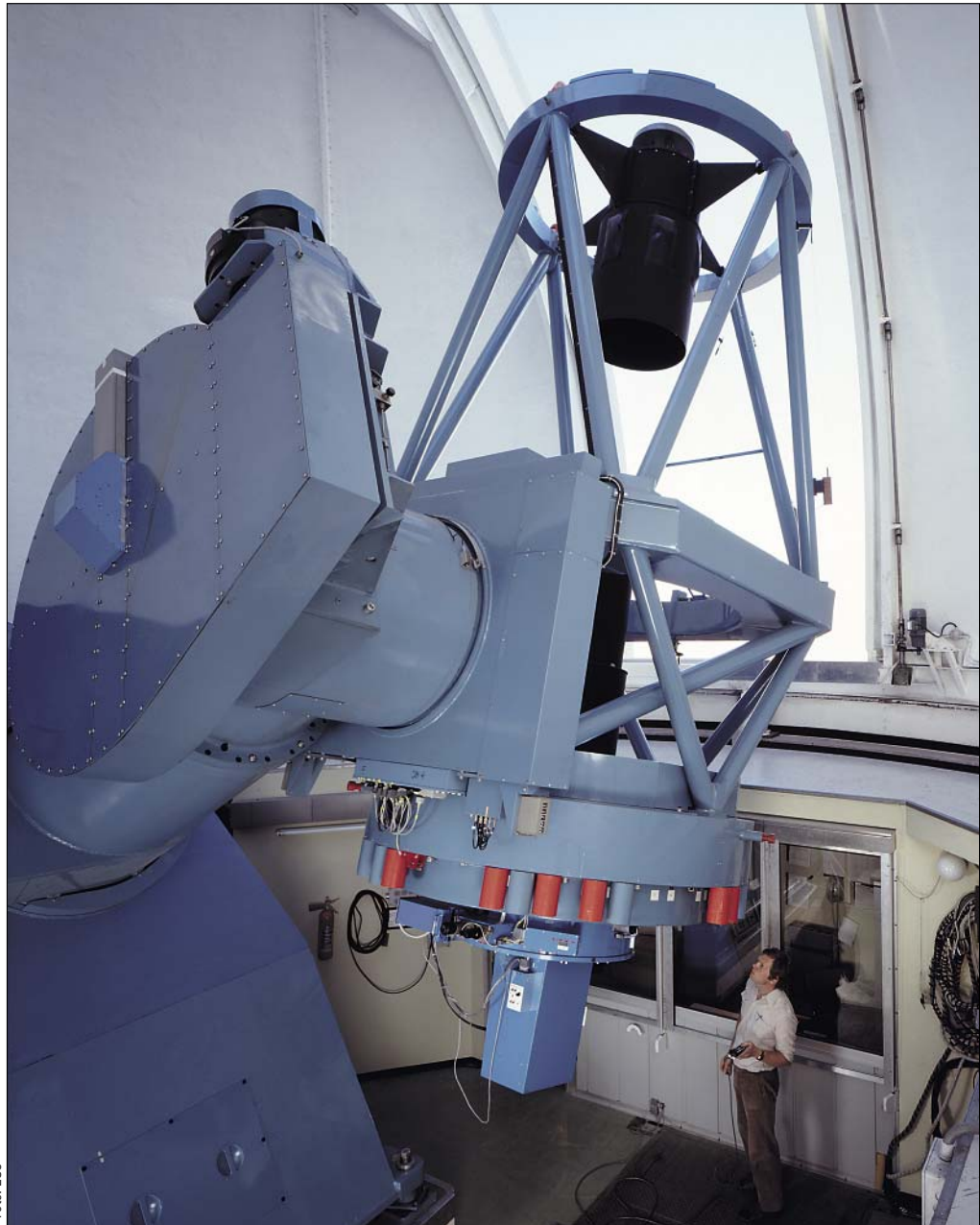


Foto: ESO

Det danske 1.5m teleskop i Chile, som har observeret de fleste af de radialhastigheder, som indgår i programmet.

udvikler de sig også så mærkbart, at man kan måle det og dermed bestemme deres alder. De er derfor særlig vigtige, når man vil forstå Mælkevejens historie.

Grundstoffernes historie

I stjernernes indre produceres energi ved, at lettere grundstoffer fusioneres, eller sammensmeltes, til tungere: Først forbrændes brint til helium, så helium til kulstof og ilt, derefter videre til magnesium, silicium

m.fl. "Forbrugsfesten" slutter ved jern: Nu koster det nemlig energi at opbygge endnu tungere grundstoffer, og stjernernes udvikling slutter brat.

Stjerner kan ende deres liv på flere måder. Tunge stjerner dør i voldsomme eksplosioner – supernovaer – som Nova Stella, der gjorde Tycho Brahe berømt i 1572. Men supernovaer er ikke blot kosmisk fyrværkeri; de producerer også de allertungeste grundstoffer som bly, guld og uran. Disse frisklavede, tunge

grundstoffer spredes så ud i stoffet mellem stjernerne, og trykbølgen fra supernovaen komprimerer gasskyerne, så nye stjerner kan fødes. De unge stjerner får derved et større indhold af tunge grundstoffer end de gamle, og historien gentager sig.

Lettere stjerner ender deres liv på mindre voldsom vis, men nettoresultatet er det samme – en gradvis berigelse af Mælkevejen med tunge grundstoffer. Blandingsforholdet mellem de enkelte grundstoffer afhænger

Illustration: Lars Lindberg Christensen, ESA

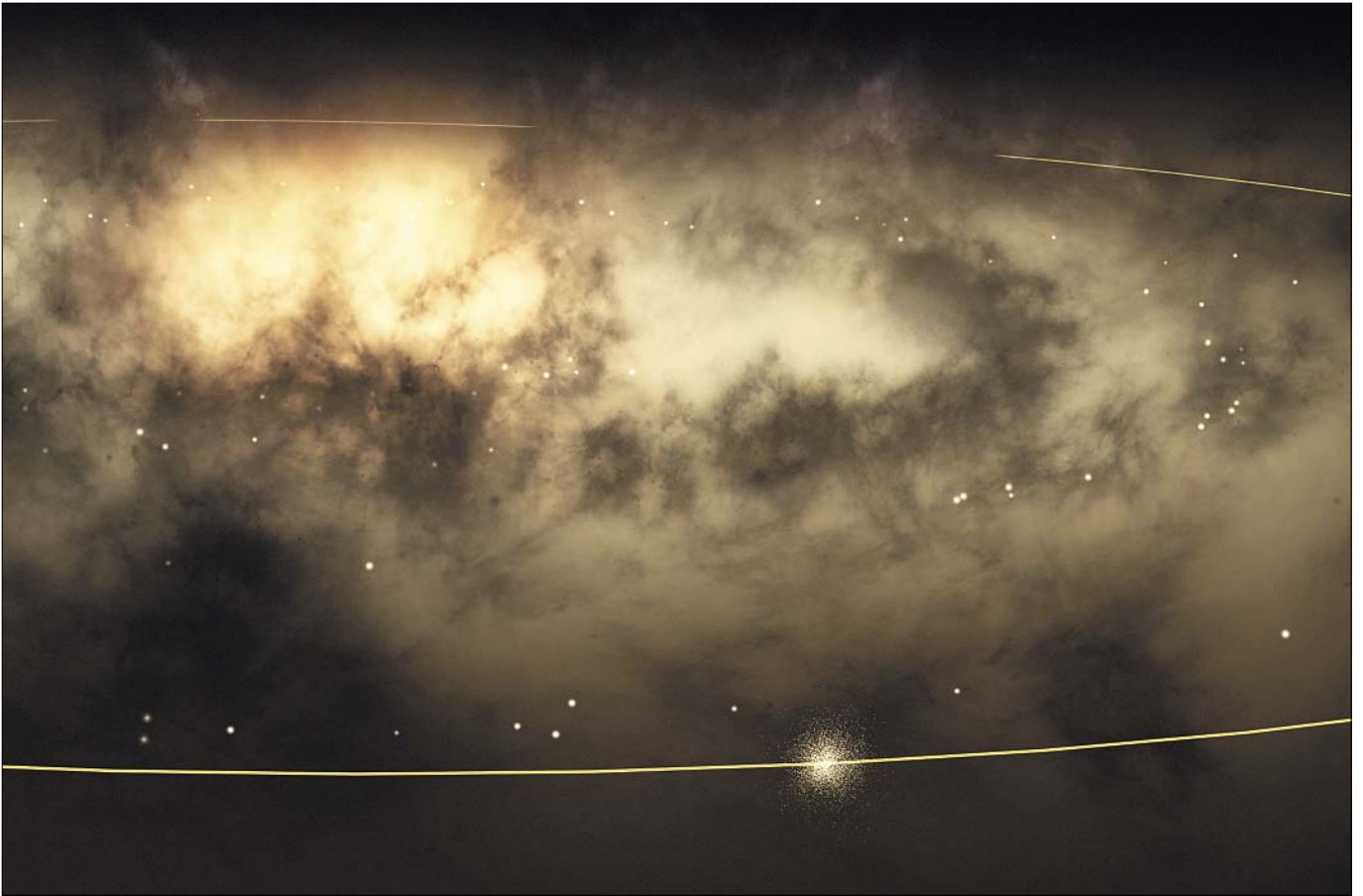


Illustration af Solens bane rundt i Mælkevejen. "Sværmen" af stjerner rundt om Solen er de 14.000, som er observeret i programmet. I den virkelige Mælkevej er resten af skiven lige så tæt pakket med stjerner som i Solens omegn, men for overskuelighedens skyld er de ikke vist her.

af, hvordan de blev produceret. En detaljeret spektroskopisk grundstofanalyse kan derfor fortælle meget om en stjernes kosmiske stamtavle.

Hvis Solens nabolag kan betragtes som et lukket system, vil nydannede grundstoffer straks fordeles jævnt over det hele og genbruges i nye stjerner. Stjernernes totale indhold af tunge grundstoffer vokser så på fuldstændig forudsigelig vis med tiden. Og forholdene mellem de enkelte grundstoffer ville vise, hvilke stjerner som bidrog til berigelsen på ethvert tidspunkt. Er virkelighedens Mælkevej nu så enkel?

Kosmisk Gallupundersøgelse

Menneskers levetid er forsvindende kort i forhold til Mælkevejens, så vi kan ikke følge dens udvikling direkte. Vi har derfor arbejdet på at skaffe det bedste mulige kendskab til de nulevende stjerner og derudfra prøve

at rekonstruere forhistorien.

Vores undersøgelse kan sammenlignes med, at man vil kortlægge danskernes udvikling under et kort besøg. Kun i heldige øjeblikke kan man observere fænomener som fødsel og død, bryllup og skolegang, og man ser ikke børn vokse eller voksne blive gamle. Men ved at gå grundigere til værks og tælle, måle og veje en mængde folk og spørge om deres alder, kostvaner, og hvem deres forældre var, kan man få et bedre billede af gennemsnitsdanskerens og dermed befolkningens udvikling.

Men forsøgsområdet er kritisk. Lad os forestille os, at man valgte Kastrup Lufthavn til undersøgelsen. Det ville give forbløffende resultater: Statistikken ville vise, at barnestadiet kun varer omkring 1 % af danskernes levetid, at befolkningen konstant vandrer rundt og kun sjældent sover (i stole!), samt at de mest lever af parfume, spiritus og modevarer, som de sælger

til hinanden. Men hvis man nu også spurgte folk, hvorfor de netop befandt sig dér, hvorfra de kom, og hvor de var på vej hen, ville billedet af danskerne blive mere realistisk.

Også i kosmiske Gallupundersøgelser er det kritisk for pålideligheden at have et stort og ensartet statistisk materiale. I Mælkevejen betyder dette, at man skal sørge for at få alle stjernernes "Hansen'er og Jensen'er" med – ikke blot de mere sjældne, der på forhånd ser spændende ud. Og i stedet for spørgeskemaer studerer man antallet af stjerner af forskellige typer og deres indhold af tunge grundstoffer. For stjerner som Solen kan man også bestemme aldre.

Men astronomerne kan ikke udvælge deres forsøgsområde selv – vi bor, hvor vi nu bor, og må udføre vores undersøgelse i Solens omegn. Inden man bruger resultaterne til at bygge en model for hele Mælkevejens udvikling, må man derfor sikre

sig, at Solens omegn faktisk er typisk for vores del af Mælkevejen, samt at de undersøgte stjerner hører hjemme her og er repræsentative for stedet.

Indfødte eller turister?

Et nøglespørgsmål er, hvor stjernerne kommer fra. Typisk fræser de rundt om Mælkevejens centrum med hastigheder på ca. 800.000 km i timen eller 220 km i sekundet, og hastighedsforskellen mellem stjerner i overhalingsbanen og i krybsporet kan let være 100.000 km i timen. Og det er netop ved at måle hastighederne, man kan skelne mellem de stjerner, der lever hele deres liv i Solens omegn – "de indfødte" – og de stjerner, der blot er på gennemrejse – "transitpassagererne".

Præcise hastighedsmålinger for stjerner er dog meget arbejdskrævende. Der er skrap konkurrence om observationstid på teleskoperne og altid for få hænder. Man har derfor hidtil

