

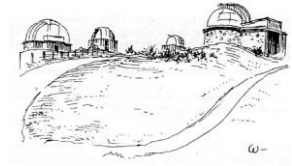
Brorfelde Astronomiske Vennekreds

Observator Gyldenernes Vej 13

Brorfelde, 4340 Tølløse

www.brorfelde.eu

web@brorfelde.eu



Astronomi

et lynkursus

Af Brian Ventrudo

Oversat og bearbejdet

Af Tom Rosenquist Jensen

Indhold

Lynkursus i astronomi	3
Månen.....	3
Planeterne	4
Meteoror, meteorsværme og kometer	5
Kometer, gæster fra det ydre solsystem	6
Sådan fungerer stjerner.....	7
Mørk stjerneåge	9
Diffuse stjerneåger	10
Åbne stjerneåbe	11
Kugleåbe.....	12
Røde giganter, planetariske åger og hvide dværge	13
Galakser	14

Lynkursus i astronomi

Lad os begynde med slutningen for øje: Her er et hurtigt overblik over, hvad du kan se fra din baghave eller favorit observationspost enten med det blotte øje, en god kikkert eller et lille teleskop.

Månen

Bortset fra Solen, er Månen det klareste og nemmest genkendelige objekt på himlen. Med en diameter på omkring $\frac{1}{4}$ af Jordens og på en afstand af ca. 350.000 km, spænder Månen over $\frac{1}{2}$ grad ... omtrent halvdelen af bredden på din lillefinger holdt ud i en arms længde.

Selv med det blotte øje afsløres mørke lavasøer, eller have på Månens overflade. De mørke områder er de yngste af Månens dele. De blev oversvømmet med lava efter en periode i det tidlige solsystem, hvor Månen blev bombarderet med asteroider, der dannede tusindvis af kratere. Dog er Månens overflade stadig ekstrem gammel. Månen har ikke nogen atmosfære eller flydende vand, der kan erodere overfladen, så det meste af overfladen er uændret i de sidste 2-3 milliarder år.

En kikkert afslører måske et dusin store kratere. Nær det sydlige område af Månen (syd er nede for observatører på den nordlige halvkugle), har krateret Tycho en



serie af radier, som skyder ud i alle retninger, der giver Månen udseende af en skrællet appelsin med Tycho som "stilken". Radierne er materiale, der er slynget ud, da Tycho blev dannet ved nedslaget af en stor asteroide for omkring 110 millioner år siden.

En tiltagende Måne ved lille forstørrelse

Selv et lille teleskop afslører tusinder af interessante objekter, det omfatter kratere af alle former og størrelser, bjergkæder, som

rejser sig flere tusind meter over måneoverfladen, og revner samt linjer og høje, der giver et tip om geologisk aktivitet.

Mange øvede amatør-astronomer har observeret Månen i detaljer i 40 år eller mere og bliver aldrig træt af den rå skønhed. Nogle hjælper også aktivt med at iagttage overfladen på jagt

efter mystiske lysglimt og tågede skyer af gas kaldet forbigående månefænomener, hvis natur stadig forbliver et mysterium.

Månen gennemgår faser hver 27 dage eller deromkring. Mens den går fra nymåne til fuldmåne, er den synlig på aften- eller nattehimlen; når den aftager tilbage til ny, er den mest synlig i dagtimerne.

Begyndere tror ofte, det er bedst at observere Månen, når det er fuldmåne. Men det er som regel det allerværste tidspunkt. Du vil få de bedste iagttagelser langs den grænse, der skiller nat fra dag på Månen. Langs den linje vil kratere og bjerge ses tydeligere i de lange skygger fra solopgang eller solnedgang på Månen.

Planeterne

Planeterne hører til mange stjernekyggers favoritter. De to planeter nærmest Solen, Merkur og Venus, er klare og bevæger sig hurtigt på himlen. Du vil sædvanligvis se dem omkring solopgang eller solnedgang. For en iagttagelse med et teleskop afslører Mars, Jupiter og Saturn forbløffende mange detaljer på deres skive. Og Uranus og Neptun kan ses som hvide skiver uden detaljer; det er en bedrift for en begynder at få øje på disse fjerne giganter. Pluto blev for nylig nedgraderet fra planetstatus til dværgplanet. Pluto er så svag, at den kun kan ses i de allerstørste teleskoper.

Fordi solsystemet blev dannet fra en roterende skive af materiale, ligger planeterne næsten i same plan i rummet. Så set fra Jorden ligger alle planeter i et smalt bånd kaldet ekliptika, som går gennem de tolv zodiakale stjernebilleder. Hvis du for eksempel kigger efter Jupiter, så led efter den i en af disse stjernebilleder. Kig ikke efter Jupiter i Orion, Kentauren eller andre stjernebilleder uden for ekliptika. Planeterne kommer aldrig der.

Planeterne afslører sig ved at bevæge sig i forhold til stjernerne fra dag til dag og uge til uge. Den tilsyneladende bevægelse skyldes planeternes bevægelse om Solen, og Jordens bevægelse i forhold til planeterne.

Med det blotte øje, kan du se Merkur, Venus, Mars, Jupiter og Saturn. Hvis du ved, hvor du skal kigge hen, kan du se Uranus også. With the unaided eye, you can see Merkur, Venus, Mars, Jupiter, and Saturn. En kikkert er ikke tilstrækkelig til at afsløre mange detaljer, dog vil en kikkert afsløre Jupiters 4 største måner, der bevæger sig rundt om planeten fra nat til nat. For at se overfladedetaljer eller faserne på Merkur og Venus, behøver du et teleskop.



Saturn som den kan ses i et lille teleskop

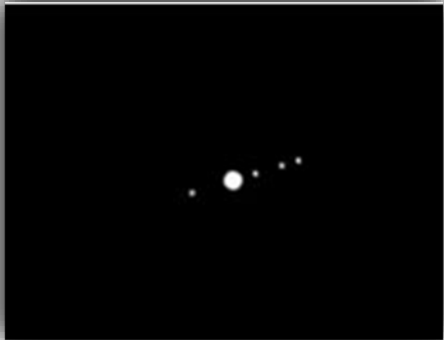
For en iagttager med et lille teleskop afslører Mars, Jupiter og Saturn ganske mange overfladedetaljer. På Mars kan du se de hvide polkalotter, mørkere og lysere områder,

og til tider en anelse af skyer. Jupiter og Saturn afslører bånd af isskyer og til tider pletter, som er lokale storme større end på

Jorden. Saturn har et forbløffende system af

ringe, som endda kan ses i et lille teleskop. Disse ringer er næppe mere end 10 meter tykke og er dannet af små ispartikler. Uranus og Neptun kan ses som hvide skiver uden detaljer; det er en bedrift for en begynder overhovedet at få øje på de fjerne giganter. Pluto er for svag til at se i selv de største amatørteleskoper.

Sædvanligvis er mindst en klar planet synlig på nattehimlen, og sommetider endog to eller tre.



Jupiter og dens 4 største måner set i kikkert.

Meteoror, meteorsværme og kometer

Vores solsystem er overstrøet med trillioner af små stumper af is og sten. Nogle er meteoror andre kometer. At iagttage meteoror og kometer er spændende. Ofte behøver man end ikke et teleskop eller en kikkert for at se disse rester fra solsystemets dannelse.

Når Jorden rammer ind i en meteor, passerer denne gennem atmosfæren, hvor den gløder og brænder op på få sekunder, hvilket afsløres ved et pludselig synligt spor på himlen. Sådanne stumper af sten og is kaldes i daglig tale for et stjernesud. Se op på nattehimlen og få øje på 3 til 4 meteoritter hver time. De dukker op tilfældige steder på himlen.

De fleste meteoror brænder op, før de rammer jorden. De mindste meteoror er på størrelse med sandkorn. De mere lysstærke rangerer fra en størrelse som en ært til en golfbold, og meget klart lysende meteoror kan være på størrelse med en tennisbold. Meget sjældent kan meteoror være på størrelse med en basketball eller lidt større, og specielt hvis de består af jern og nikkel, kan de passere igennem atmosfæren og ramme jorden. Så har vi en *meteorit*.



Meteoror fra sværmen Perseiderne

Til tider på bestemte datoer af året, passerer Jorden gennem en kometbane, hvor der befinder sig små skyer af iskrystaller og andet efterladt af kometen på vej rundt om Solen. Når det hænder kan vi være heldige at se dusinvis eller endog hundreder af meteoror i timen. Den måske fineste

meteorsværm indtræffer hvert år den 12. august, når Jorden krydser banen for kometen Swift-Tuttle. Denne sværm kaldes Perseiderne, eftersom meteorbanerne kan spores tilbage til et punkt i stjernebilledet Perseus.

Der er dusinvis af iøjnefaldende meteorsværme i løbet af året. Nogle af de mest interessante er

listet her tillige med datoer for, hvornår sværmene er synlige. Navnet på hver enkel sværm refererer til det stjernebillede, som meteorbanerne fører tilbage til. Det er dog ikke nødvendigt at se på stjernebilledet i de enkelte tilfælde. Meteorornerne kan dukke op hvor som helst på himlen.

- Lyriderne, 21. - 22. april
- Perseiderne, 11. - 12. august
- Orioniderne, 21. - 22. oktober
- Leoniderne, 16. - 17. november
- Geminiderne, 13. - 14. december

At iagttage en meteorsværm er en af livets fascinerende oplevelser. Du behøver ikke kikkert eller teleskop. Du kan bare læne dig tilbage og se op på himlen. Afhængig af sværmen og tidspunktet på natten, kan du være heldig at se en meteor hvert 5. eller 10. minut. Eller måske endda i minuttet. Du vil få øje på flere på en mørk himmel på afstand af en lysforuren by og husk at se i modsat retning af Månen, hvis den er oppe. Der vil typisk være flest meteoror i tidsrummet mellem midnat og daggy.

Kometer, gæster fra det ydre solsystem

Kometer er små, mørke isklumper, som er de sandsynlige rester opstået ved dannelsen af solsystemet. De fleste kometer ligger i stor afstand fra Solen, nedfrosne og mørke i et bælte med trillioner af kometer langt ude på den anden side af Neptuns bane. Sommetider

kommer en komet, der er sendt ind mod det indre solsystem af en beskeden tyngdekraftpåvirkning fra en anden komet eller en sky af støv, der passerer. Når kometen nærmer sig Solen, varmes den op og danner en halo af gasmateriale kaldet en coma, og i nogle tilfælde dannes en hale, som skubbes væk fra Solen af solvinden, der er en strøm af ladede partikler som bryder ud fra Solen. Den centrale del af kometen kaldes kernen. Den er sædvanligvis blot få kilometer i diameter. Den består af en blanding af is, ammoniak, vand, kuldioxid og metan blandet sammen med sten, støv og kulbaserede rester fra dannelsen af solsystemet. Kometer beskrives ofte mere eller mindre korrekt som snavsede snebolde.



*Støvhale fra komet McNaught i 2007
(credit: ESO)*

Set fra Jorden er kometer meget mindre hyppige end meteoror. Der kan være et halvt dusin kometer synlige hvert år. De er sædvanligvis så svagt lysende, at de kræver et teleskop for at blive set klart. Cirka hvert 10. år bliver en komet lysstærk nok til at være synlig for det blotte øje. Komet Hale-Bopp i 1997, og

komet McNaught i 2007 er eksempler på dette.

Sådan fungerer stjerner

Stjerner er de mest talrige objekter synlige på himlen. På en klar mørk nat, kan du se 3000 stjerner med det blotte øje. Med en kikkert eller et teleskop afsløres titusinder flere. Alle stjerner du kan se tilhører vores egen galakse, Mælkevejen, som rummer omkring 200 milliarder stjerner.



Stjerner langs Mælkevejens plan

Tag et kig på stjernerne ved næste klare nat. Bortset fra forskellene i lysstyrke, vil du også se forskelle i farver. Nogle stjerner, som Rigel i stjernebilledet Orion, er blå. Andre, som Altair i Ørnen, er hvide. Arcturus, en klar stjerne på den nordlige forårshimmel, er gul-orange.

Endnu andre, som Betelguese i Orion eller Antares i Skorpionen er dybere orange-røde.

Den rød-orange etelgeuse (øverst i midten) i kontrast til de blåhvide stjerner i stjernebilledet Orion

Farveforskellene er reale. Ligesom varme kul i ilden vil gløde rødt, og varmere kul vil gløde hvide, så vil stjernernes farve også afhænge af deres temperatur. Røde stjerner er de køligste. De har en temperatur på 4000 – 5000 Kelvin på overfladen. Gul-hvide stjerner som vores Sol er varmere omkring 6000 – 10000 K. Og blå stjerner er de varmeste af alle, med overfladetemperatur på 15000 – 30000 K.

Blå stjerner er massive.. 5x til 20x eller flere gange af vores Sols masse. Massive stjerner brænder med højest temperatur og udsender det meste af deres lys i den blå og ultraviolette del af spektret. Hvide og gule stjerner er unge til noget ældre med mellemvægt. De fleste af de røde stjerner du kan se på nattehimmelen var engang blå eller hvide stjerner, som nu nærmer sig afslutningen på deres levetid. De fleste af stjernerne i galaksen er svagt røde stjerner, meget mindre massive end vores Sol, og for svage til at se uden et stort teleskop til rådighed.

Stjerner har en livscyklus. De fødes af koldt støv og gas i Mælkevejen, når de bliver varme nok i deres kerne til at omdanne brint til helium, begynder de at lyse. Det er en proces, der kaldes kernefusion, hvor der frigøres enorme mængder energi. De største stjerner brænder i en del millioner år, før de løber tør for brændstof. Stjerner af middelstørrelse som vores Sol brænder i omkring 10 milliarder år. Detaljerne er komplekse, hver stjerne forandres drastisk, når den løber tør for brændstof, og lyset slukkes. Noget af materialet returneres til galaksen, hvor det bliver genbrugt i nye stjerner.

Mange stjerner – astronomer antager de fleste stjerner – fødes samtidigt og er bundet af tyngdekraften til en eller flere ledsagende stjerner. Nogle stjerner, specielt hvis de ikke er for langt væk, kan opløses i to eller flere stjerner med et lille teleskop. Mange af disse er "dobbelstjerner" eller "triplestjerner". Mange af disse dobbelt- eller triplestjerne systemer fremstår ganske smukke i et lille teleskop, især når der er markant farvekontrast mellem stjernerne. Andre stjerner, især når de bliver ældre, går gennem en periode, hvor de skifter lysstyrke over dage, måneder eller år. Det er de såkaldte variable stjerner, mange af dem kan ses i et lille teleskop eller i en kikkert.





Dobbeltstjernen Albireo i stjernebilledet Svanen, som den ser ud teleskop

Nogle stjerner ser lyse ud, fordi de er klare. Andre ser klare ud, fordi de er tæt på os. Deneb, den klareste stjerne i Svanen, er en af de klareste stjerner, vi kender... omkring 60000x klarere end vores Sol. Deneb er 1500 lysår væk (et lysår er den afstand, som lyset tilbagelægger på et år, omkring 9.5 billioner km). Stjernen Sirius, ser ud til at være endnu klarere end Deneb (faktisk er Sirius den klareste stjerne på himlen set fra Jorden). Men den er kun 25x klarere end vores Sol og kun 0.0004x så klar som Deneb. Sirius synes kun mere klar end Deneb, fordi den er 175 gange tættere på... blot 8.6 lysår væk.

Stjerner er organiseret i stjernebilleder, grupper af stjerner, der først blev udtænkt af oldtidens astronomer. Nogle stjernebilleder er store og lette at erkende, såsom Orion, Pegasus og Skorpionen. Nogle er svage og små såsom Trianglen, Lossen og Haren. Moderne astronomer anerkender nu 88 stjernebilleder i alt, og hvert objekt på nattehimlen ligger inden for et stjernebillede.

En *asterisme* (mønster af stjerner) er en genkendelig gruppe af stjerner indenfor et stjernebillede, eller som kan bestå af flere stjerner fra mere end et stjernebillede. Karlsvognen er et eksempel. Den dannes af et delsæt af stjerner fra stjernebilledet Store Bjørn. Den store firkant i Pegasus er også en asterisme. Det er sommertrekanten ligeledes. Den dannes af tre klare stjerner Vega, Altair og Deneb fra stjernebillederne Lyren, Ørnen og Svanen. Der er mange flere asterismer. På en mørk nat, når du kigger langs Mælkevejens bue, vil du se små områder af diffust lys og andre områder, hvor der ser ud til at være få stjerner. Der er tale om henholdsvis diffuse og mørke stjernetaåger. Disse områder består af gas og støv; det er steder, hvor nye stjerner dannes.

Mørk stjernetaåge

Mange af disse områder er såkaldte mørke stjernetaåger, hvor kold gas og interstellar støv blokerer for udsynet til de bagvedliggende stjerner. Disse stjernetaåger ligger tværs over Mælkevejens spiralarme i irregulære områder og bånd uden veldefinerede afgrænsninger.

Mørke stjernetaåger er en del af kolde, gigantiske molekylære skyer, hvor støv og gas fra gamle stjerner og gas fra de tidligste tider af universet langsomt samler sig takket være tyngdekraften. De kolde støvkorn er mindre end 1/1000 mm i diameter, men de har en interessant kemi, bestående af nedfrosset kvælstof, kul, kulilte, ammoniak, formaldehyd og flere komplekse organiske molekyler (endog ethylalkohol).



Mørk stjerne­tåge i forgrunden langs Mælkevejen

Fordi mørke stjerne­­tåger er fødestue for stjerner og planeter, finder astronomerne dem særlig interessante. Computermodeller viser, at skønt der er tale om tåger med kun få partikler pr. cm^3 , vil passerende stjerner skubbe og trække i partiklerne og få dem til at danne tættere områder, som begynder at trække sig sammen og blive varmere. Hundreder af små kugler i den mørke stjerne­­tåge vil efterhånden blive varme nok til at starte en nuklear fusion, hvor brint i midten af kuglen vil begynde at omdannes til helium, idet de frigiver enorme mængder af energi. Når det sker, vil tætte kugler

af gas og støv forvandles til klynger af nye stjerner, som vil oplyse den resterende mængde af støv og gas og forvandles til, hvad astronomerne kalder diffuse stjerne­­tåger.

Diffuse stjerne­­tåger

bliver det overskydende materiale tændt af det intense blå og ultraviolette lys fra de nydannede stjerner. Den glødende gas af brint, der omkranser stjernerne kaldes for en emissionståge.

Disse stjerne­­tåger gløder med en rød til lyserød farve. Det er, fordi de nye stjerner påvirker brintgas atomerne, der resterer i skyen, og atomerne går i hviletilstand igen ved at udsende rødt lys ved 656 nm. Emissionståger har også spor af ioniseret ilt, som også udsender lys ved en karakteristisk bøl­­gelængde tæt på 500 nm (blågrøn). På en måde opfører emissionstågen sig meget lig det, du ser ved neonlys og lysreklamer. Lamperne benytter elektricitet til at få gasserne til at gløde, mens en emissionståge får sin energi fra lyset fra de nye stjerner, der befinder sig i tågen. Disse stjerne­­tåger indeholder også en del støv, som reflekterer det blå lys fra de nye stjerner. Det reflekterende støv kaldes en reflektionståge, i mange tilfælde forekommer begge typer af stjerne­­tåger i det samme område af stjernedannelsen. Både emissionståger og reflektionståger kaldes undertiden diffuse stjerne­­tåger.



*Trifid tågen i stjernebilledet Skytten.
Det røde lys stammer fra brintgas atomer,
der bliver antændt af lyset fra stjernerne
i tågen; det blå lys fra stjernerne er reflekteret
fra de fine støvpartikler i tågen.*

Selv en tilfældig søgen med et lille teleskop langs Mælkevejens plan afslører mange diffuse stjernetåger, som ligner tågede områder af sølvhvidt lys. Sværdet i stjernebilledet Orion består af en af de klareste og mest berømte eksempler af en sådan tåge. Den kaldes ofte for

Oriontågen. Et teleskop giver et forbløffende smukt billede af Oriontågen; det er dog ikke muligt at afsløre alle detaljer. Du kan iagttage mange flere tåger med et lille teleskop. Husk blot, at du ikke vil se farve, når du iagttager en sådan tåge visuelt, der er ikke lys nok til at stimulere de farvefølsomme celler i det menneskelige øje. Men på en mørk himmel er disse objekter alligevel et kig værd. Diffuse tåger holder ikke længe, i det mindste ikke i astronomisk perspektiv. Efter få millioner år vil de varme unge stjerner brænde resterende gas og støv væk, efterladende en lille klynge af stjerner forbundet af tyngdekraften.

Åbne stjernehobe

Efter at de varme stjerner i centret af en emissionståge har blæst resterende gas og støv væk, forbliver en gruppe på få dusin til få hundrede unge stjerner sammen i en klynge. Disse

grupper kaldes for åbne stjernehobe, og de findes ofte langs Mælkevejen. De er smukke, især på en mørk himmel, hvor de ligner glitrende juveler mod universet sorte fløjls mørke.



En åben stjernehob

Åbne stjernehobe findes mest nær galaksers spiralarme og i irregulære galakser, hvor der er rigelig med gas og støv til ny stjernedannelse. Af den grund kaldes de sommetider *galaktiske stjernehobe*. Den største koncentration af åbne stjernehobe på himlen ligger langs et bånd af Mælkevejen i stjernebillederne Svanen, Skjoldet, Skorpionen, Skytten, Korset, Kentauren, Cassiopeia

og Perseus. Der er omkring 1000 kendte åbne stjernehobe på himlen, og formentlig 10000 flere skjult bag Mælkevejens skive. Berømte stjernehobe inkluderer Plejaderne (M45) og Hyaderne i Tyren, Bikuben (M44) i Krebsen samt dobbelthoben i stjernebilledet Perseus.

Siden alle stjerner i åbne stjernehoppe befinder sig i omtrent samme afstand fra os, er deres relative lysstyrke proportional med deres sande lysstyrke, som igen afhænger af deres masse og kemiske sammensætning. Stjernerne er også dannet på omtrent samme tid. Så åbne stjernehoppe er som laboratorier, der hjælper astronomer til at lære mere om stjerners udvikling.

Over mange titusinder af millioner år når en åben stjernehop bevæger sig rundt om galaksen, møder den andre stjerner og støvskyer, som forstyrrer hoppen og slynger dens medlemmer ind i galaksens spiralarme. Der fortsætter de med at dreje rundt om galaksens centrum i løse samlinger af stjerner. Nogle af stjernerne i Storebjørn er medlemmer af en samling af stjerner, der engang var en åben stjernehop, hvis medlemmer nu er spredt langs vores galakses plan.

Kuglehoppe



Kuglehoppe adskiller sig fra åbne stjernehoppe i størrelse og natur. Hvor åbne stjernehoppe indeholder få dusin til få hundrede nye stjerner, er kuglehoppe befolket af hundrede af tusinde af de ældste stjerner i universet.

Kuglehoppe blev dannet for 12-13 milliarder år siden, ikke længe efter universets opståen. De tog sandsynligvis udgangspunkt i skyer af gas, der var for små til at danne en galakse, men for store til at danne en åben stjernehop. På en måde er kuglehoppe næsten som "mikrogalakser", der blev tilovers fra dannelsen af større galakser.

Vores Mælkevej har omkring 180 kuglehoppe. Tidligt i 1900-tallet fandt den berømte astronom Harlow Shapley ud af, at de fleste kuglehoppe i Mælkevejen findes i en halo omkring kernen i vores galakse. Han benyttede afstand og position af kuglehoppe til at bestemme størrelsen af Mælkevejen og Solens placering i dens udkant.

Fordi de er så gamle, adskiller stjernerne i kuglehoppe sig markant fra yngre stjerner i åbne stjernehoppe. Yngre stjerner indeholder spor af tungere elementer såsom kalcium, silicium, jern og kul kaldet "metaller" af astronomer. Men stjerner i kuglehoppe anses for at være "metalfattige" og indeholder næsten udelukkende brint og helium.

Ulig åbne stjernehoppe er kuglehoppe stærkt forbundet af tyngdekraft og er derfor stabile over tid. Efterhånden vil de fleste stjerner i kuglehoppe dø ud og ikke længere være synlige. Men så vidt vi ved vil stjernerne i kuglehoppe forblive forbundet i al evighed, selv når de ikke længere er synlige.



Kuglehoben M5 set i et lille teleskop

Du kan se dusinvis af disse kugleformede, tæt forbundne klynger af stjerner med kikkert eller i et lille teleskop. På den nordlige halvkugle, er de mest klare og smukkeste kuglehobe Den Store Kuglehob, M13 i stjernebilledet Herkules, M3 og M5 i henholdsvis Jagthundene og Slangen. Når du først lærer at observere kuglehobe, kan du få den tanke, at de alle er ens, blot diffuse, grynedede

totter i teleskopets okular. Men ved nærmere eftersyn, vil du se, at de hver især afviger i form og struktur, lige så markant som et menneskeligt ansigt.

Røde giganter, planetariske tåger og hvide dværge



Som beskrevet i tidligere afsnit, fødes stjerner i emissionståger såsom den store Orienttåge, udvikler i åbne stjernehop såsom Plejaderne, hvorefter de spredes ind i en galakse, hvor de gløder i fra 10 millioner af år til milliarder af år med energi skabt af atomer, der fusionerer i stjernernes varme kerne. I lighed med levende væsner, finder stjerner også en afslutning. Efterhånden er næsten alle brintatomer i kernen fusioneret til heliumatomer. Når brinten i kernen slipper op, stopper fusionsprocessen og kernen skrumper og varmes op til over 100 millioner grader. Hvis kernen bliver varm nok begynder helium at

fusionere til tungere atomer såsom kul og ilt. Den nye proces genererer mere energi og hindrer kernen i at trække sig sammen. Den varme kerne skubber til stjernens ydre lag. Stjernen svulmer op i størrelse med en faktor på 100 gange eller mere og bliver en kold og lysende rød gigant. Stjernerne Arcturus, Aldebaran, og Gacrux i stjernebillederne Bjørnevogteren, Tyren og Sydkorset er eksempler på røde giganter, du kan se med det blotte øje. Efterhånden som helium forsvinder, skrumper kernen igen. Men i små og middelstore stjerner bliver kernen ikke varm nok til at videreudvikle kul og ilt, så fusionen stopper. Kun en tynd ring af helium rundt om kernen forsætter med at blive omsat i en kort periode. Den varme skal driver stjernens ydre lag ud i det interstellare rum, hvor de forsvinder for altid. Vi ser den glødende skal af gas opvarmet og ioniseret af den brændende varme kerne i stjernen som en planetarisk tåge.



Håndvægtstågen i stjernebilledet Ræven er en lys planetarisk tåge, der kan ses i et lille teleskop. Den svagt lysende stjerne, der danner tågen, er synlig nær centrum på det smalleste sted af tågen.

Navnet *planetarisk tåge* stammer fra William Herschel, den 18tals astronom, som mente, at de skivelignende tåger lignede planeter ikke mindst planeten Uranus's blågrønne skive. Herschel forstod, at disse objekter ikke var planeter, men havde ingen ide om, hvad de var på den tid. En planetarisk tåge slynger brint gas og registrerbare

mængder af tungere atomer såsom kul, kvælstof og ilt ud i rummet. Nogle af disse atomer kan finde sammen i tætte skyer, som danner nye stjerner og planeter. På den vis genbruger galaksen sig selv. Faktisk kan atomer fra de lettere grundstoffer i din krop meget vel stamme fra en planetarisk tåge, der eksisterede for milliarder af år siden. I centret af den planetariske tåge, gløder stjernen med en temperatur på 50-100.000 grader. Den vil ende som en mørk, varm jordlignende klump af kul og ilt kaldet en hvid dværg. Disse stjerner er meget svage og svære at få øje på, selv med et lille teleskop. De fleste middelstore stjerner i galaksen vil udvikle sig til en planetarisk tåge. Så hvorfor kan vi ikke se flere på himlen? Fordi de ikke eksisterer længe. Computermødelier af stjerner viser, at en planetarisk tåge ikke holder mere end omkring 50000 år, kun en brøkdel af en stjernes livscyklus på 1-10 milliarder år.

Galakser

Alle stjerner, tåger og stjernehober du kan se om natten er dele af en enkel galakse: vores Mælkevej. Men Mælkevejen er blot en ud af hundreder af milliarder galakser i universet.



*Frontalbillede af galakse Messier 101
(krediteret: Terry Hancock)*

Hubble rumteleskopet og store jordbaserede teleskoper har kortlagt og katalogiseret galakser ud til en afstand på 12-13 milliarder lysår. Lyset fra disse galakser startede rejsen blot få milliarder år efter dannelsen af universet. Små teleskoper viser ikke de fjerneste galakser, men hundrede af nærliggende galakser er inden for rækkevidde med et 3" eller 4" teleskop. Omkring et dusin kan ses med kikkert. Selv om galakser tenderer til at være mørke set med beskeden optik, kan et trænet øje stadig opdage et overraskende mængde detaljer, hvis himlen er mørk og fri for lysforurening.

Galakser findes i et antal af former og størrelser. Vores Mælkevej er en anelse større end den gennemsnitlige *spiralgalakse*, spredt ud på et fladt plan af stjerner, med spiralarme snoet som et møllehjul udgående fra en koncentreret kerne i centrum. Spiralarmene indeholder gas og støv fra hvilket nye stjerner dannes, hvilket betyder diffuse tåger, mørke tåger, og åbne stjernehober koncentreret i spiralarme. Billedet af spiralgalaksen 101 i Storebjørn viser en rødlig/lyserød emissionståge og klare blå stjerner langs spiralarmene. Mælkevejen ville ligne denne, hvis man kunne iagttage fra samme vinkel som denne.

Set fra kanten, afslører en spiralgalakse støvveje i spiralarmene og i kernens "bule", som rummer gamle gulrøde stjerner fra de tidlige tider i galaksens dannelse. Billedet af galaksen NGC 891 herunder viser, hvordan Mælkevejen kan tænkes at fremstå set fra siden. Faktisk ser Mælkevejen nogenlunde således ud i vidvinkel fotografier, siden vi ser vores galakse på kanten fra et punkt nær den yderste kant, omkring 25000 lysår fra centrum.



Spiralgalaksen NGC 891 i stjernebilledet Andromeda

For at danne en spiralform kræves der øjensynlig en minimum masse. De fleste spiralgalakser indeholder mindst 50-100 milliarder stjerner og er omkring 100000 lysår på tværs. To nærliggende galakser, Andromeda og Triangulum galakserne, er også spiralgalakser og kan ses med små teleskoper eller i kikkert.

Elliptiske galakser har en meget store variation i masse og størrelse, og har en meget mere kompleks struktur end spiralgalakser. En dværg elliptisk galakse kan have få millioner stjerner, ikke meget

større end en kuglehob. En gigantisk elliptisk galakse som M87 kan rumme en trillion stjerner. Elliptiske galakser kan være dannet ved at opsluge mindre elliptiske og spiralformede galakser efter adskillige gentagne møder over milliarder af år. Fordi de mangler gas og støv som en spiralgalakse, er der ikke tale om megen stjernedannelse.



De magellanske skyer, to nærliggende irregulære galakser er kun synlige fra den sydlige halvkugle

Irregulære galakser er hverken spiralformede eller elliptiske, de har en udefinerlig form. De er sædvanligvis små galakser, såsom de Magellanske Skyer, som er synlige fra den sydlige halvkugle. De har ikke tyngdekraft nok

til at indtage en regulær form. Eller der kan være tale om en stor galakse som M82 i Store Bjørn, som er blevet forstyrret, så deres tyngdekraft ikke er effektiv.

Brian Ventrudo

oversat og bearbejdet af

Tom Rosenquist Jensen

19.07.2016