

Mit første teleskop

Workshop, Hven 2009

Michael Quaade



Astronomisk Selskab

I denne workshop vil vi se nærmere på, hvad man som begynder bør vide og kunne for at få mest muligt udbytte af sit teleskop. De emner vi vil diskutere er bl.a.:

- Krav og forventninger til et lille teleskop
- Typer af teleskoper og opstillinger
- Metoder til at finde objekter
- Elektronisk styring af teleskopet
- Okularer, synsfelt og forstørrelse
- Ekstraudstyr

1 Krav og forventninger

Mit første teleskop var den allerførste model Meade ETX som jeg anskaffede i 1996. Det opfylder det vigtigste krav til et begynderteleskop, nemlig at det er *så nemt at have med at gøre som overhovedet muligt*. At teleskopet er nemt at håndtere spiller en meget større rolle end alle andre krav til optisk



Figur 1: Den første model af Meade ETX teleskopet uden automatisk styring på bordstativ

kvalitet, pris osv. Hele teleskopet måler knap 40cm og vejer 4kg, så det er nemt at transportere. Det allervigtigste er, at det kan stilles op og være klar til brug på omkring 50 sekunder. Det kan stilles på f.eks. låget til en skraldespand.

De øvrige krav, man kan stille til teleskopet er næsten alle i modstrid med hinanden og med kravet om let betjening. For at kunne opnå en god gengivelse af lyssvage objekter skal teleskopet være så stort som muligt. Et stort teleskop er naturligvis tungere og mere uhåndterligt end et lille, så her må man vælge et passende kompromis. Det er også vigtigt at teleskopmonteringen er så solid og stabil som muligt, men så bliver den også tungere og mere besværlig at have med at gøre.

Under alle omstændigheder kan man aldrig forvente at objekterne ser lige så farvestrålende ud som man er vant til at se i blade og i fjernsynet. De celler i øjnene, der er følsomme nok til at se svagt lys kan til gengæld ikke se farver, så de fleste lyssvage objekter ser grå og farveløse ud. Alligevel er det fascinerende at man med sine egne øjne kan opfange lyset fra tåger og galakser tusindvis og millionvis af lysår ude i rummet. Så spiller det en mindre rolle at det mange gange næsten ikke er til at få øje på noget som helst. Erfaringen spiller også en væsentlig rolle. Når man vænner sig til at observere bliver man efterhånden i stand til at skelne flere og flere detaljer i de objekter man ser.

2 Opstilling

Jorden roterer som bekendt om sin akse én gang i døgnet. Det er det, der får himmellegemerne til at stå op i øst, bevæge sig henover himlen og gå ned i vest.

Teleskopopstillingen har to formål. Dels skal den holde teleskopet stabilt, så objekterne står roligt i synsfeltet og dels skal teleskopet kunne drejes langsomt for at følge objekterne hen over himlen.

Traditionelt har teleskoper til astronomisk brug været opstillet på en *ækvatoreal* montering. Den har to akser, én er parallel med Jordens akse og en, der er vinkelret på. Den, der er parallel med jordaksen kaldes *polaksen* og den anden *deklinationsaksen*. Her kan man forholdsvis nemt – eventuelt med en motor – dreje teleskopet mod vest om polaksen lige så hurtigt som Jorden drejer mod øst om sin akse. På den måde opnår man at et objekt bliver i synsfeltet.



Figur 2: Tysk montering

En almindelig type ækvatorealopstilling kaldes en *tysk montering*. Her er deklinationsaksen anbragt på tværs for enden af polaksen. Teleskopet sidder på den ene ende af deklinationasaksen og for at holde balancen er der et lod på den anden ende af deklinationsaksen.

Der er ikke motor i den viste tyske montering, men ved at dreje hjulet midt i billedet kan man holde

objekterne i feltet.

Et teleskop på en tysk montering skal justeres så det er i balance. Afbalanceringen omkring deklinationsaksen foretages ved at forskyde teleskopet frem eller tilbage i de ringe, der holder det fast på monteringen. Det kan være nødvendigt at løsne ringene en smule for at kunne flytte teleskopet. Afbalanceringen omkring polaksen foretages ved at tilpasse loddets afstand til omdrejningspunktet.

ETX teleskopet er sat op på en *gaffelmontering*. Det er den mest kompakte type montering, men det kan være en ulempe at der ikke er meget plads bag teleskopet. Her er polaksen anbragt hvor gaffelarmene mødes i forlængelse af teleskopet. Deklinationsaksen går fra den ene gaffelarm til den anden.

Justering af ækvatoreal opstilling

Et ækvatorealt monteret teleskop er opstillet korrekt, når polaksen er parallel med Jordens akse. De fleste teleskoper er udsyret med skalaer på pol- og deklinationsakserne. Deklinationsskalaen kan bruges til at justere polaksens vinkel i forhold til horisonten. Skalaen selv skal være justeret korrekt, så den viser 90 grader når teleskopet er rettet langs polaksen.

Når teleskopet peger vandret mod nord er deklinationen netop 90 grader minus stedets breddegrad. Indstil teleskopet så:

1. Deklinationsaksen er vandret i øst–vest retningen.
2. Teleskopet peger mod nord – brug et kompas.
3. Sæt teleskopets deklination så skalaen viser 90 grader minus breddegraden.
4. Læg et waterpas på teleskopet og justér benene til det er vandret.



Figur 3: Teleskopet står vandret ved en deklination på 90 grader minus breddegraden – 34 grader på Hven

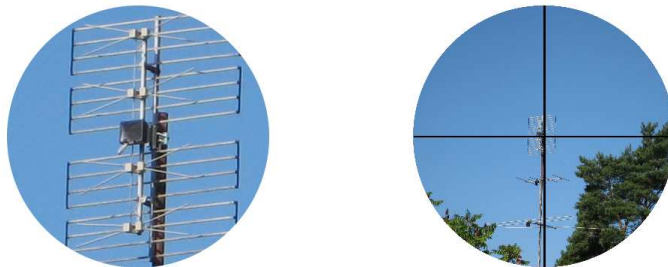
Herefter er teleskopet ækvatorealt opstillet og man kan holde et objekt i synsfeltet ved at dreje en lille smule ad gangen mod vest om polaksen. Mange teleskoper, bl.a. Meade ETX, er forsynet med en batteridrevet motor, der kan tage sig af denne rotation. Ved andre monteringer kan et motordrev leveres som ekstraudstyr. Til visuelt brug – når man ikke fotograferer gennem teleskopet – er det tilstrækkeligt med en mindre nøjagtig justering af ækvatorealopstillingen. Ved fotografering er det en anden sag. Her skal man optage billeder over lang tid – adskillige minutter – så billederne bliver tværet ud, hvis ikke man har være meget omhyggelig med opstillingen.

3 Metoder til at finde objekter

Formålet med at anskaffe et teleskop er naturligvis at kunne finde nogle objekter og se dem i okularet. Til det formål bruges en søgekikkert. Det er en lille kikkert med et trådkors, som er spændt fast på teleskopet. Søgeren har en forholdsvis lille forstørrelse og til gengæld et større synsfelt. Idéen er, at når trådkorset peger på et objekt kan man regne med at det er i teleskopets synsfelt. Nogle moderne typer søgere projicerer en rød lysprik på en glasplade, som man ser igennem på objekterne. Lysprikken fungerer lige som trådkorset i en søgekikkert.

Nogle teleskoper er forsynet med en elektronisk styring, så de efter indjustering selv kan finde objekterne. Mere herom senere.

Søgeren skal altid være indstillet korrekt – så den peger i samme retning som teleskopet. Det gælder også ved et elektronisk styret teleskop.



Figur 4: Antenne set i teleskopet til venstre og i søgeteleskopet til højre

Søgekikkerten justeres på denne måde:

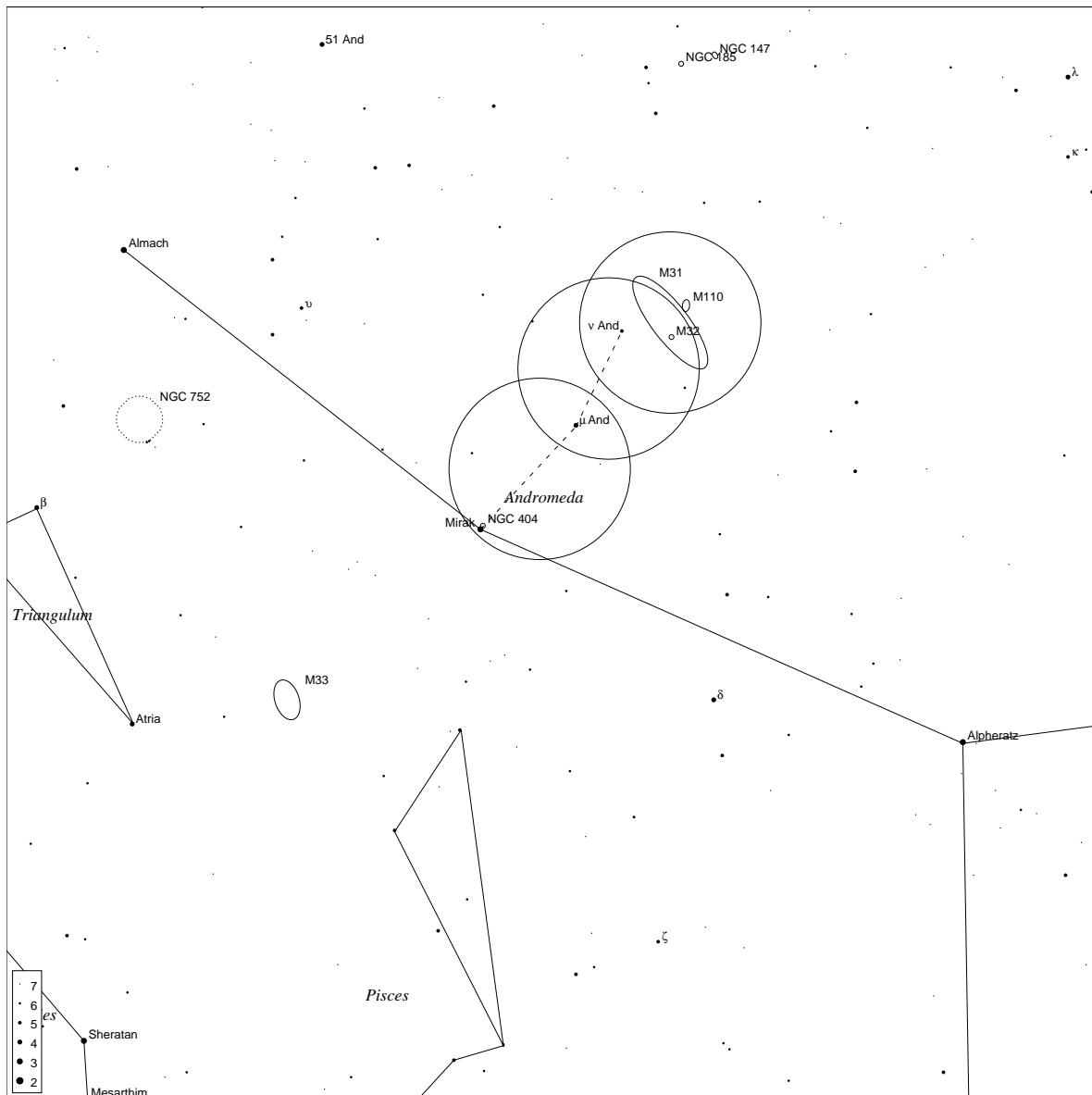
1. Indstil teleskopet mod en fjern, karakteristisk genstand, f.eks. en antenne eller en skorsten. Undgå at bruge en trætop eller andet, der bevæger sig i vinden. Sørg for at teleskopet er spændt fast.
2. Justér søgekikkerten med de små skruer indtil trådkorset – eller lysprikken – peger på det punkt, som er midt i teleskopets synsfelt. Se undervejs efter at teleskopet ikke har flyttet sig.

Herefter er søgekikkerten justeret og kan bruges til at finde objekterne. Læg mærke til, om søgekikkerten viser billedet på hovedet eller spejlvendt. Det er nemmest at starte med et klart og tydeligt objekt, f.eks. Månen eller en klar planet som Jupiter eller Venus. Man starter med at sigte langs teleskoprøret mod objektet. Det skulle gerne bringe det indenfor søgerens synsfelt. Herefter indstilles teleskopet, så søgerens trådkors eller lysprik peger på det objekt, man vil se. Brug eventuelt teleskopets finbevægelsesknapper. Objektet vil så være synligt i teleskopet.

Det er noget mere besværligt at finde lyssvage objekter, som kun med besvær eller slet ikke kan ses i søgeren. Her kan man bruge søgeren til at finde nogle klarer stjerner, der ligger omkring det interessante objekt på en genkendelig måde. På de følgende fire sider er beskrivelser af, hvordan man finder nogle eksempler på stjernehober og andre lyssvage objekter. Cirklerne på stjernekortene har en diameter på fem grader, hvilket passer meget godt med synsfeltet i et typisk søgekikkert.

Vejledningerne kan også bruges til at finde objekterne med en håndkikkert.

Stjernekortene er fremstillet med Xephem programmet, se evt. <http://www.xephem.com>.



Andromedagalaksen, Messier 31

Den kan på en god aften skimtes med det blotte øje. Hvis det er tilfældet kan du sigte direkte efter den, men ellers kan du gå frem på denne måde:

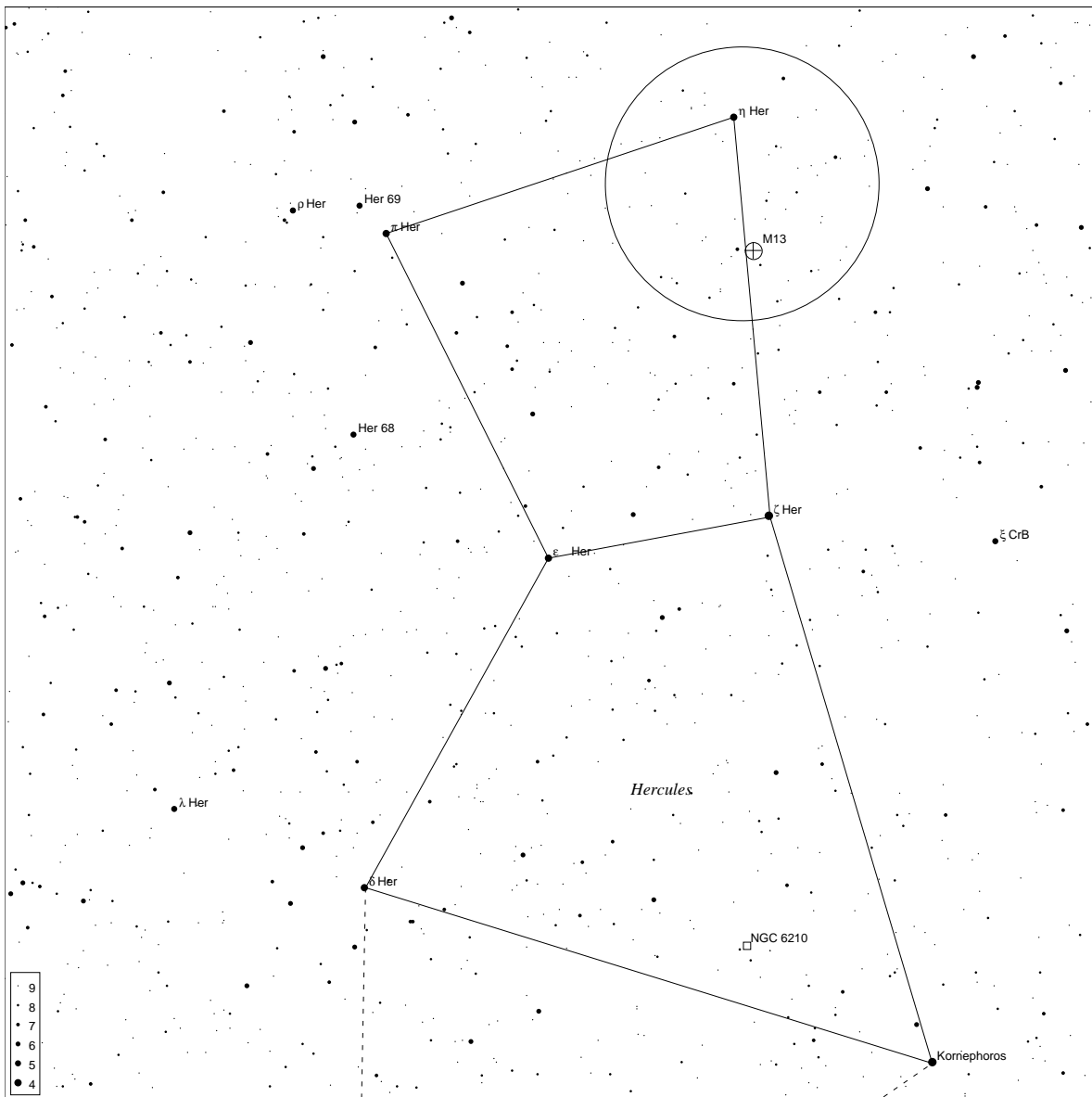
Start med at finde *Mirak*, den midterste stjerne af de tre, der udgør den tydelige del af stjernebilledet Andromeda. Den er af 2. størrelsesklasse og nem at få øje på.

Flyt kikkerten, så *Mirak* er nederst i synsfeltet – eller øverst, hvis din søger vender billedet. Så kan du sikkert få den lidt svagere stjerne μ And ind i den modsatte side af synsfeltet.

Når du har fanget μ And skal du flytte synsfeltet hen forbi den, så de nu er den, der nederst. Så skulle der gerne dukke endnu en nogenlunde klar stjerne op, ν And foroven i synsfeltet.

På dette tidspunkt er der ikke langt igen før du kan se galaksen. Flyt kikkerten, så ν And er nederst til venstre i synsfeltet. Galaksen kan nu ses som en tåget klat. Centrér den med trådkorset og du kan se den i teleskopet.

Måske kan du også få øje på dens to ledsagergalakser M32 og M110 eller Triangelgalaksen, M33, der er lige så langt på den modsatte side af *Mirak*. Især sidstnævnte er nu ikke så nem at få øje på.



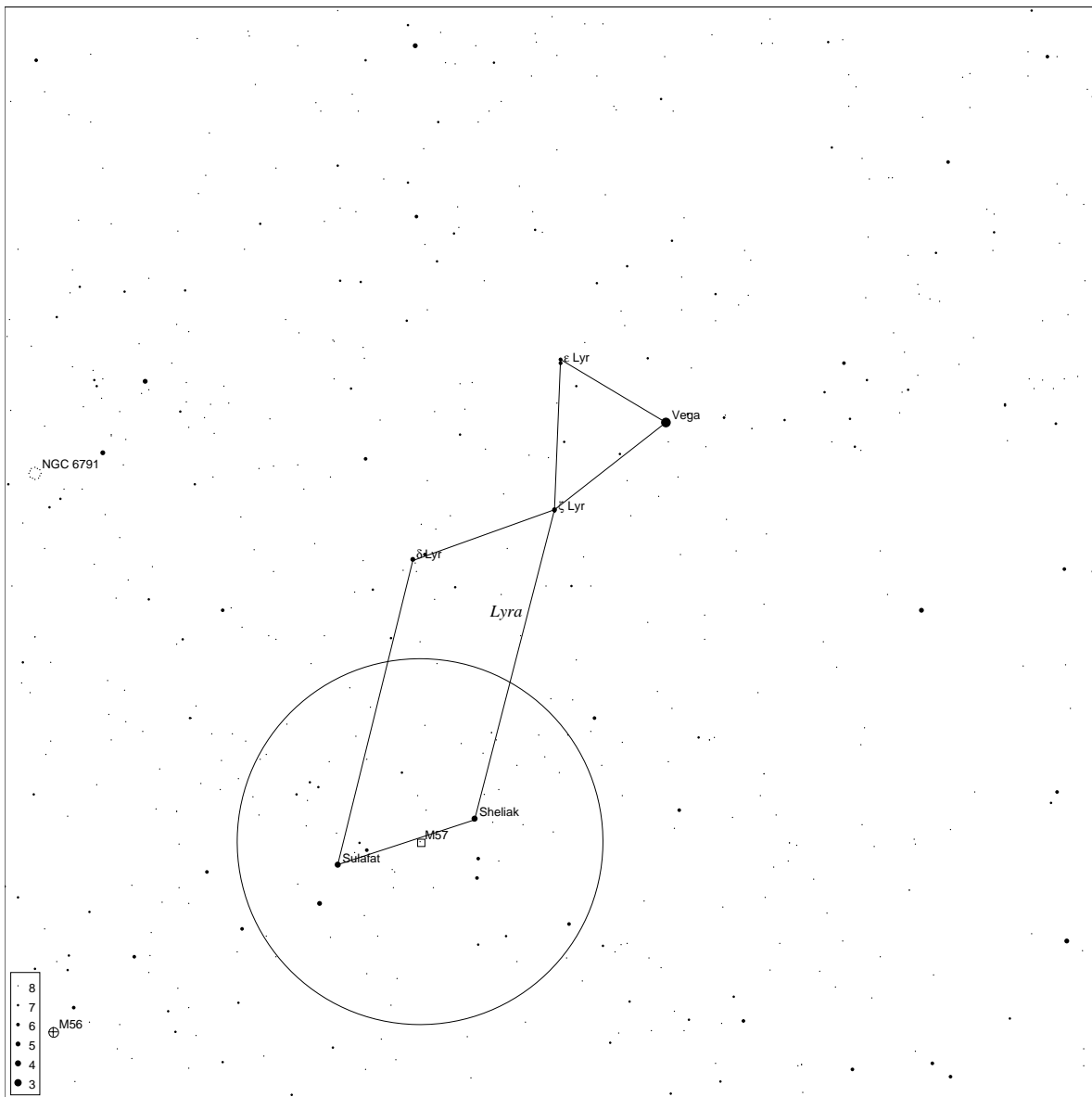
Kuglehoben i Hercules, Messier 13

Den skulle lige akkurat kunne skimtes med det blotte øje på en meget mørk nat. I en håndkikkert eller et søgteleskop er den nem at få øje på.

Stjernebilledet *Hercules* kan minde om en mindre udgave af *Orion*, der er fremme om vinteren. Stjernerne er en del svagere og der er kun to stjerner i bæltet

Hoben står næsten på forbindelseslinien mellem stjernerne η Her og ζ Her foroven til højre i stjernebilledet. Den står omkring to tredjedele af vejen nede fra ζ Her op til η Her. Synsfeltet i søgeren kan sagtens rumme både η Her og hoben godt et par grader længere nede.

Hoben danner en meget karakteristisk stumpvinklet trekant med en stjerne over hoben til venstre og en anden lige under hoben. Det er meget tydeligt i søgeren eller en håndkikkert og kan også ses i teleskopet hvis synsfeltet er stort nok.



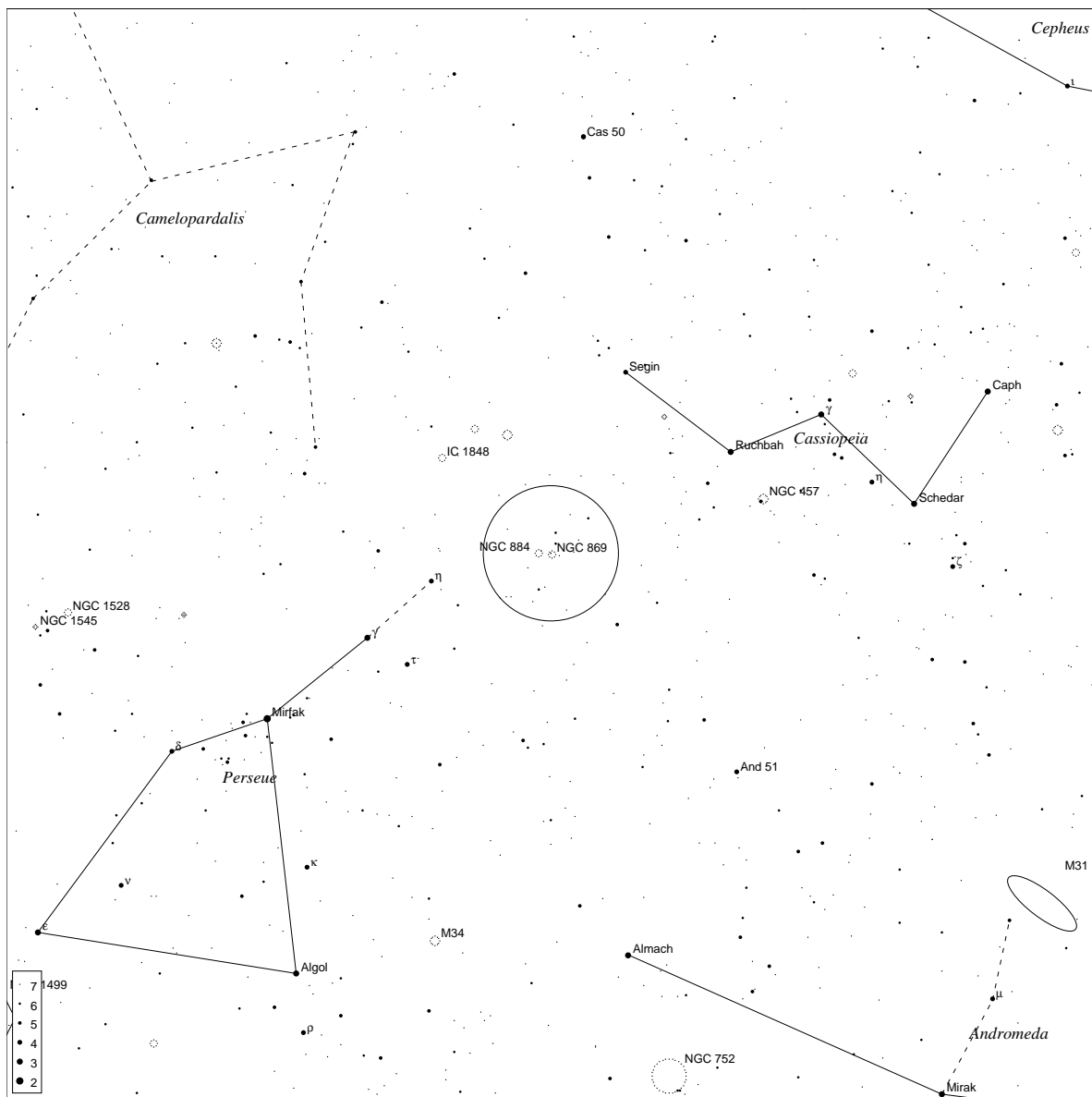
Ringtågen i Lyren, Messier 57

Den kan ikke ses med det blotte øje og den er for lille til at søgekikkerten kan afsløre at der ikke er tale om en stjerne.

Den findes en lille smule til højre for midten af forbindelselinien mellem stjernerne *Sulafat* og *Sheliak* i den nedeste del af stjernebilledet *Lyren*. Prøv at indstille teleskopet så de to stjerner er på hver side af midten af søgerens synsfelt. Tågen ses som en ganske lille røgring.

Ringtågen er en emissionståge, der udsender det meste af sit lys i ganske bestemte bølgelængder. Hvis man observerer fra lysforurenede steder kan kontrasten forøges ved hjælp af et filter, der kun tillader disse bølgelængder at slippe igennem.

Både ϵ Lyr og ζ Lyr er dobbelte dobbeltstjerner, hvor begge komponenter i sig selv kan skelnes som dobbelte.



Dobbelthoben i Perseus, NGC 869 og NGC 884

På en god nat kan hobene ses med det blotte øje som et diffust lysende område midt mellem stjernebillederne *Perseus* og *Cassiopeia*. I et teleskop med tilstrækkeligt stort synsfelt er hobene et af de smukkeste syn på nattehimmelen.

Hobene ses tydeligt i søgeren eller i en håndkikkert. Det kan dig være lidt akavet at komme til at se i søgeren på et ækvatorealt opstillet ETX teleskop med lige søger, da hobene er forholdsvis tæt på himmelpolen.

Mælkevejen går gennem Perseus og Cassiopeia, så området, hvor hobene ligger er meget rigt på stjerner. Der er adskillige åbne hobe, f.eks. NGC 457 og NGC 752 med på kortet.

4 Elektronisk styring

Nogle teleskoper er udstyret med elektronisk styring. De indeholder databaser med et stort antal objekter og kan finde dem, når de først er justeret ind. Et sådant teleskop betjenes med en håndbetjeningsenhed, der minder om en lommeregner eller en mobiltelefon.

Justeringsproceduren er forskellig fra den ene type til den anden og endda også mellem forskellige versioner af samme teleskop. Pladsen tillader ikke en detaljeret gennemgang af flere typer, men jeg har medbragt en quick-guide til et Meade ETX teleskop med version 30Eb af styringssoftwaren.

Grundprincippet er det samme uanset typen. De interne databaser skal "fikseres" i forhold til stjernehimlen, så teleskopet kan omsætte positioner på himlen til en passende rotation af akserne. Desuden skal teleskopet kende tiden for at kunne beregne positionen af planeter, kometer og andre objekter, der bevæger sig i forhold til stjernerne.

En vigtig sidegevinst ved elektronisk styring er, at teleskopet kan opstilles *alt-azimutalt*. Her er den ækvatoreale opstillings pol- og deklinationsakse erstattet af en lodret azimutakse og en vandret altitudeakse. *Azimut* er kompasretningen langs horisonten og *altitude* er vinkelhøjden over horisonten.

Et alt-azimutalt opstillet teleskop skal bevæges om begge akser med varierende hastighed for at følge objekterne, men det er ikke noget problem når der alligevel er indbygget computer i teleskopet for at kunne rette det mod objekterne.

En teleskopmontering med en lodret og en vandret akse er i sin grundform langt mere stabil end den skråt opstillede ækvatorealmontering. Det gælder især den tyske montering med afbalanceringsloddet, der ofte kommer i vejen.

5 Teleskoptyper

Der findes tre hovedtyper af astronomiske teleskoper til amatørbrug:

Linseteleskop (refraktor).

Her sidder der en objektivlinse i den øverste ende af teleskopet, der danner et billede i den anden ende, hvor okularet er anbragt.

Spejlteleskop (reflektor).

Her er objektivet et hulspejl, der sidder i den nederste ende af teleskopet. Lyset passerer ned gennem teleskoprøret, tilbagekastes af spejlet og danner et billede i nærheden af teleskopets øverste ende. Dette giver umiddelbart et problem, da billedet dannes inde i teleskopet foran spejlet, så man ikke kan se det uden at skygge for lyset fra objektet. Derfor anbringes yderligere et lille skråtstillet spejl inde i teleskopet, der kaster lyset ud til okularet, der sidder på siden af kikkertrøret. Det lille spejl skygger for en del af lyset, men det betyder ikke ret meget, da objektivspejlet er meget større.

Schmidt-Cassegrain og Maksutov teleskop.

Optikken i disse typer er en kombination af to spejle og en korrektionslinse. Nederst i teleskopet sidder et spejl på samme måde som i et spejlteleskop. I den øverste ende af teleskoprøret er der anbragt en specielt slebet korrektionslinse, som lyset passerer inden det rammer spejlet. Midt på korrektionslinsen er der et lille spejl, der sender lyset tilbage gennem et hul i hovedspejlet. Okularet er anbragt bag hovedspejlet i teleskopet nederste ende. Denne komplicerede konstruktion giver en kikkert, der er meget kompakt, da kikkertrørets længde kun er omkring en femtedel af brændvidden.

6 Okularer

På næsten alle teleskoper til astronomisk brug kan man udskifte okularerne. De væsentligste egenskaber ved teleskopets brug i praksis er synsfeltet og forstørrelsen.

I modsætning til, hvad man umiddelbart skulle tro, er en stor forstørrelse ikke en ubetinget fordel. Der er altid en grænse for, hvor skarp gengivelsen i et teleskop er. Hvor grænsen i hvert enkelt tilfælde er, afhænger af både teleskopets størrelse og optiske kvalitet og af vejret. Lufturo i atmosfæren kan på en dårlig nat udtvære gengivelsen i selv det bedste teleskop. Hvis man vælger for stor forstørrelse, kommer himmellegemerne til at virke uldne og uskarpe. Ved en mindre forstørrelse bemærker man ikke i samme grad uskarpheden og man oplever en bedre gengivelse af objekterne.

Synsfelt og forstørrelse afgøres af samspillet mellem objektivet og okularet. Ved at vælge et passende okular kan man optimere teleskopet til observation af et givet objekt. Udstrakte objekter som nære stjernehober og tåger kræver et stort synsfelt mens små objekter som planeter kræver lidt mere – men endelig ikke for meget – forstørrelse.

Objektivet – hovedspejlet eller linsen – er den centrale del i et teleskop. Det har en fast brændvidde, der typisk er fra $\frac{1}{2}$ op til et par meter. Okularer fås med brændvidder fra nogle få op til omkring 50 millimeter. Man kan også få zoomokularer med variabel brændvidde.

Forstørrelsen beregnes på denne måde:

$$mag = \frac{f_{objektiv}}{f_{okular}} \quad (1)$$

Hvor mag er forstørrelsen, $f_{objektiv}$ er objektivets brændvidde og f_{okular} er okularets brændvidde. Som eksempel giver et okular med en brændvidde på 40mm en forstørrelse på 50 gange i et teleskop med en brændvidde på 2m (2000mm). I det samme teleskop giver et 25mm okular en forstørrelse på 80 gange.

Okularets vigtigste egenskaber er brændvidde f_{okular} og tilsyneladende synsfelt, $F_{tilsyneladende}$. Typiske okularer har et tilsyneladende synsfelt på omkring 50 grader, men man kan få forskellige typer af vidvinkelokularer med et tilsyneladende felt på 65 til 80 grader. De sidste år er der endda kommet typer på markedet med helt op til 100 graders tilsyneladende synsfelt. Når jeg gør meget ud af at skrive *tilsyneladende felt* er det for at understrege at det virkelige felt på himlen er meget mindre, som regel under en grad. Det beregnes på denne måde:

$$F_{virkeligt} = \frac{F_{tilsyneladende}}{mag} \quad (2)$$

hvor $F_{virkeligt}$ er det virkelige felt, man ser på himlen. På den måde vil et okular med et $F_{tilsyneladende}$ på 50 grader give et $F_{virkeligt}$ på $\frac{1}{2}$ grad ved en forstørrelse på 100 gange.

Grænsen for, hvor stort synsfelt man kan opnå sættes af okularets diameter. Den almindeligste standardstørrelse for okularer er 31mm eller $1\frac{1}{4}$ tomme. Mange begynderteleskoper kan kun tage okularer på denne størrelse. Lidt større teleskoper kan tage okularer på 51mm (2 tommer). De har ofte større $f_{objektiv}$ og dermed større forstørrelse, så det er mere nødvendigt med den store diameter på okularen.

Som regel følger der et okular på omkring 25mm med et teleskop. Efter nogen tids brug opdager man, om det, man savner mest er et kortere okular, der giver større forstørrelse eller et længere, der giver større synsfelt.

7 Ekstraudstyr

Der er forskelligt ekstraudstyr, man hurtigt opdager at man har brug for:

Et linseteleskop er nemmere at se i, hvis man forsyner det med en vinklet okularfatning, så man kan se på tværs af teleskopet i stedet for at skulle ned og se op i det.

Et kompas til at finde nordretningen er næsten uundværligt.

Et lille waterpas eller en libelle til at stille teleskopet vandret er også en god ting. Man kan få en kombineret libelle og waterpas til at sætte i okularfatningen på et teleskop med vinklet okularfatning, f.eks. ETX.

En barlowlinse er en lille optisk enhed, der sættes mellem teleskopets okularfatning og okularet. Den fordobler objektivets brændvidde $f_{objektiv}$. På den måde vil alle okularer give den dobbelte forstørrelse og det halve synsfelt. En kombination af en barlowlinse og forholdsvis få velvalgte okularer kan gøre det ud for en dobbelt så stor samling af okularer.

Filtre er også meget anvendelige. Specielt er et solfilter godt, fordi man så også kan observere om dagen. Et mylar solfilter dæmper sollyset nogenlunde lige meget – omkring en faktor 100 000 – ved alle bølgelængder.



Figur 5: ETX teleskop med mylar solfilter

Et H_{α} solfilter tillader kun lys med en bølgelængde på 656nm at passere. Det er bølgelængden for H_{α} spektrallinien for grundstoffet brint, der udgør det meste af Solen. Et sådant filter gør det muligt at se detaljer på soloverfladen og protuberanser, der stikker ud fra solranden.

Hvis man observerer fra lysforurenede omgivelser kan særlige lysforureningsdæmpende filtre være nyttige. De er indrettet så de dæmper de bølgelængder af lys, som er hyppige fra jordiske kilder men lader de bølgelængder, som kommer fra himmellegemerne passere. Det afhænger meget af objekttyperne om sådanne filtre kan være til nogen nytte, men især emissionståger kan drage nytte af dem.

De fleste tager deres første teleskop ud i haven eller endnu længere væk for at foretage observationerne. Her er der så brug for ben til teleskopet og transportkasser af forskellig slags.

Senere – når man er sikker på at interessen for astronomiske observationer varer ved – kan man bygge en fast pæl eller et stativ i haven til teleskopet eller måske endda en egentlig observatoriebygning.