

Sådan fornyede vi det største teleskop i Danmark

Af Michael L. Nielsen, Brorfelde Observatorium

Denne artikel vil fortælle, hvordan det største professionelle teleskop i Danmark, Schmidt-teleskopet ved Brorfelde Observatorium, er blevet fornyet. Teleskopet er dermed klar til at spille en markant rolle i den fremtidige formidling af astronomi til gæster og skoler. I processen har teleskopet blandt andet fået et nyt kamera, køle- og styresystem, takket være donationer fra Lundbeckfonden, Fonden Dr. N.P. Wieth-Knudsens Observatorium og LAG.

Brorfelde Observatorium ligger på en bakketop 10 km syd for Holbæk. Observatoriet spillede en væsentlig rolle i dansk og international astronomi frem til 1996, hvor observatoriet flyttede til København. I 2016 – 20 år efter – genåbnede Holbæk Kommune observatoriet som opdagelsescenter for den brede befolkning med fokus på astronomi, geologi, teknik og natur.

Brorfelde Observatoriums stolthed, Schmidt-teleskopet fra 1965, led af mange års manglede vedligehold og blev yderligere i 2012 ramt af et lynnedslag, som bragte det ud af funktion. Ved hjælp af donationer af offentlige og private midler har Danmarks største teleskop fået et nyt kamera, køle- og styresystem. Schmidt-teleskopet er derfor igen fuldt funktionsdygtigt og vil spille en markant rolle i observatoriets fremtidige formidling af astronomi til skoler og gæster.

Denne artikel vil give et indblik i processen bag den omfattende fornyelse af Schmidt-teleskopet.



Figur 1: Leder af Brorfelde Observatorium, Julie Bouchet, ved Schmidt-teleskopet.

Trin 1: Nyt styresystem

Frem til 2016 kunne teleskop og kuppel ikke længere bevæges. En EU-bevilling kunne lige klare økonomien, men det krævedes, at resultatets kvalitet kunne garanteres indenfor en knap tidsfrist. Niels Bohr Institutet ved Københavns Universitet havde imidlertid meget gode erfaringer med det professionelle tjekkiske firma ProjectSoft, som tidligere har moderniseret en lang række teleskoper, bl.a. det danske 1,5-m teleskop ved

ESO i Chile. Kvaliteten er i top, tingene leveres til den aftalte tid, og prisen er yderst konkurrencedygtig – lige, hvad vi kunne ønske os. ProjectSoft fik derfor tildelt opgaven og leverede i april 2016 et helt nyt styresystem, inkl. autoguiden med tilhørende CCD-kamera og automatisk kontrol af kuplens position. Løsningen er baseret på gennemprøvede standard-komponenter i industri-kvalitet og har derfor forventeligt en lang levetid. Teleskopet stod således klar til næste kapitel i processen, fornyelsen af CCD-kameraet med en moderne model med stort felt. Men først skulle spejlet have ny belægning.



Figur 2: Knud Seifert til venstre og Karl Augustesen til højre. Foto: FOTO-GEN - Steen Larsen.

Trin 2: Spejlet tages ud

Processen blev indledt med udtagning af det 77 cm store hovedspejl i slutningen af september 2016. Til dette arbejde var vi så heldige at kunne trække på et par af observatoriets gamle medarbejdere: Finmekaniker Knud Seifert byggede selv det meste af det oprindelige teleskop, og teknisk assistent Karl Augustesen anvendte og passede det gennem mange år. Under hele processen fik vi samtidig teknisk assistance fra astronom og tidligere institutleder for Brorfelde Observatorium, Johannes Andersen.

Udtagning af spejlet kræver nøje dokumentation af processen og hver en kontravægt, skrue og bolt. Det var samtidig også helt afgørende, at vi havde det oprindelige udstyr til rådighed for udtagning af spejlet. Herunder ses et billede af teleskopets fatning, der hviler på en særlig transportvogn.

Processen er omstændelig og tager omkring en arbejdsdag, idet hele teleskopet skal tøjres forsvarligt og næsten skilles helt ad. Fatningen og dens utallige smådele og spejlet vejer tilsammen 640 kg, og den vægt

bliver i billedet fordelt på et oppumpet bildæk med påmonteret aluminiumsplade. Ved at sænke dækkets tryk kunne fatning og spejl således føres ud under teleskopets tubus – den cylinder-formede del af teleskopet, der blev stillet i zenit.

Trin 3: Spejlet får ny belægning i Hamborg

Efter de mange år var det nødvendigt at forny laget af aluminium på spejlets overflade. Det nærmeste sted, der kunne foretage denne operation var ved Hamborg Observatorium i Tyskland.

Først fjernes den gamle belægning via en speciel base, og rengøres forsigtigt i et renrums miljø. Dernæst indsættes spejlet i et vakuumkammer. Luften pumpes ud af kammeret til der opnås et tryk på omkring 7×10^{-8} bar. En række aluminiumsspiraler opvarmes elektrisk til 2500° Celsius indeni kammeret, og et nyt lag aluminium dampes på overfladen. Det endelige lag aluminium er blot 50-100 nanometer tykt – omkring en tusindedel tykkelsen af et menneskehår.

Hele processen tog omkring 14 dage. I mellemtiden blev selve kuplen total-rengjort af et specialfirma, der har erfaring med rengøring af laboratorier. Det skete for at undgå for mange støvpartikler når spejlet kom tilbage. Herunder ses det tilbageleverede spejl. Knud Seifert har en særlig dragt, handsker og maske på for at undgå partikler og fedt på spejlet.



Figur 3: Knud Seifert indsætter centerfatningen efter, at spejlet er blevet re-aluminiseret. Foto: Michael Lindholm Nielsen

Trin 4: Fra fotografiske plader til CCD-kamera

Det særlige ved denne type teleskop er, at hovedspejl og fokus er sfæriske med fælles krumningscentrum, og fokus sidder midt i teleskopet. Derfor sidder der en asfærisk korrektionslinse i toppen af teleskopet. Selve teleskopets brændvidde er på blot 150 cm, og optikken bevirker, at fokalfladen er konkav. Hvis man ikke korrigere for dette, vil en stor del af feltet være ude af fokus. I det gamle fotografiske kamera kunne man krumme glaspladen i en særlig pladeholder, men det kan man ikke med et moderne CCD (Charged Coupled Device)-kamera, der kræver et plant fokus.

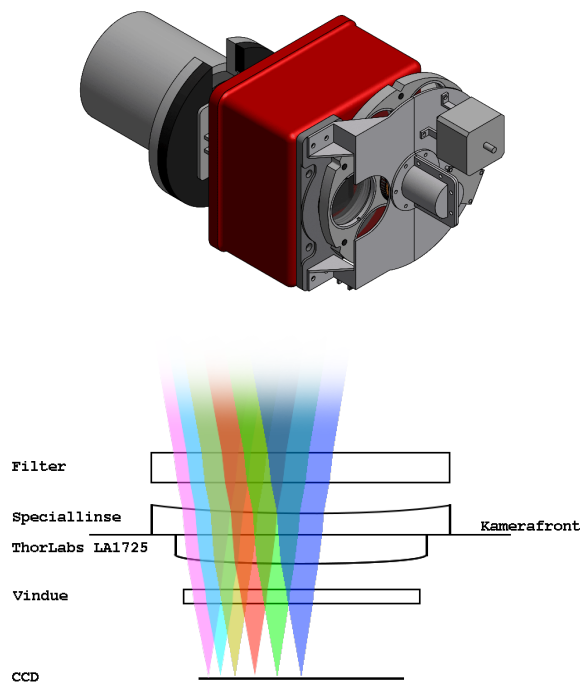
Under processen fik vi derfor assistance fra astronom Michael I. Andersen, der til dagligt designer optik til satellitmissioner for ESA og NASA. Til dette projekt behøvedes derimod en såkaldt field-flattener linse, der

sørger for, at lyset kommer i fokus på hele CCD'en.

Det oprindelige felt var på omkring 5 grader, så man kunne observere en stor del af himlen. Det udnyttede man blandt andet til at søge efter asteroider i 1980'erne. Formålet med det fornyede teleskop er imidlertid, at det skal bruges i vores formidlings- og skoletjeneste. Derfor valgte vi et 16-Megapixel SBIG STXL-16200 kamera, så vi kan tage højopløselige billeder af eksempelvis galakser. Samtidig opnås et felt på omkring 1 grad af himlen – hvilket omtrent svarer til spidsen af din pegefingers bredde i strakt arm.

Hjertet i kameraet er CCD'en, der er følsom overfor både visuelt og nær-infrarødt lys. Selve CCD'en består af et halvledermateriale, der i sig selv afgiver varme, når kameraet er tændt, og kan dermed bidrage til støj i de resulterende billeder. Derfor sørger et nyt kølesystem for at køle CCD'en ned til -30° Celsius, hvilket afhjælper problemet med termisk støj.

Herunder ses en teknisk tegning over det nye kamera, samt et strålediagram, der viser lysets passage igennem den dobbelte field-flattener linsen.



Figur 4: Øverst en 3D tegning af kamera (rød boks). Foran kameraet ses linse, og filterhjul designet af ingeniørvirksomheden ProjectSoft. Nederst et strålediagram af Michael I. Andersen. I diagrammet kommer lyset ind fra højre side, passerer igennem et filter, samt to linser, der tilsammen udgør field-flattener linsen, lyset forsætter igennem et vindue og fokuseres på CCD'en.

Hvordan får vi så farver på billedet?

Det nye kamera er monokromt, hvilket vil sige, at det som udgangspunkt ikke registrerer lysets farve. Valget er bevidst, idet vi også ønsker at kunne bruge kameraet til at foretage egentlige eksperimentelle målinger, i forbindelse med skolebesøg. For at kunne gøre det, så kræver det nøje kendskab til antallet af fotoner (lyspartikler), samt lysets bølgelængde.



Figur 5: Øverst fra venstre mod højre M81 og M82 taget i B (blå), V (grøn) og h-alfa (rød). Nederst ses det resulterende billede. Farven rød afslører en stor mængde af brint i begge galakser.

Denne information kan man få med et monokromt kamera, sammen med et påmonteret filterhjul og filtre, der sorterer fotonerne, efter deres bølgelængde. I det nye system har vi følgende fire bredbåndsfiltre installeret – B, V, R, I, der dækker hele det visuelle og nærinfrarøde område. Derudover får vi også et enkelt smalbåndsfiltre, der dækker 3 nanometer omkring h-alfa linjen.

For at kunne rekonstruere billedet i rigtige eller kunstige farver, er det derfor nødvendigt at tage en række billeder vha. flere forskellige filtre, og via billedbehandlingssoftware, kombinere de enkelte billeder til ét farvebillede. Man skal derfor påregne en del tid til efterbehandling af det færdige billede. Et eksempel herpå er vist i nedenstående figur. Herunder ser man et

af de første billeder taget med det fornyede Schmidt-teleskop.



Michael L. Nielsen er astrofysiker ved Brorfelde Observatorium. Han er uddannet cand. scient. i astronomi ved Aarhus Universitet med speciale i karakterisering af exoplaneter. Han har efterfølgende arbejdet med formidling, blandt andet for Den Europæiske Rumfartsorganisation – ESA.

Detaljer om det oprindelige Schmidt-teleskops opbygning findes i P. Bechmann: "Brorfelde Observatoriets Schmidt teleskop", Nordisk Astronomisk Tidsskrift, 1967, side 85-95.