

# **ASTRONOMISK TIDSSKRIFT**

Årgang 4, 1971, Nr.1, s.30-34

## Om konstruktionen af en 15 cm refraktor og en 3 m kuppel

JØRGEN POUL ERICHSEN

Statsbiblioteket, Århus

For snart fire år siden — efter at have fået de fornødne økonomiske og pladsmæssige muligheder — besluttede jeg at realisere en gammel ønskedrøm: et observatorium med et efter amatørforhold virkelig godt instrumentarium.

Det er med kikkertet som med huse — det er først det tredje, man bygger, som bliver helt tilfredsstillende! Min første kikkert fremstillede jeg som dreng. Det var en såkaldt »brilleglas-kikkert« opstillet på en trefod af kosteskafter. Nu står det udbytte, man har ved at dyrke en hobby som astronomi, jo i nøje forhold til ens viden og erfaringer. Den oplevelse, jeg havde for tyve år siden, da jeg for første gang netop kunne ane Saturns ring i brilleglaskikkerten, var næppe mindre end den tilfredsstillende, jeg føler idag, når jeg kan observere detaljer på planetens overflade i min 15 cm refraktor. Man bør altid begynde med en ganske primitiv kikkert!

Senere fik jeg bygget en 15 cm Newton-reflektor. Det første spejl sleb jeg selv; men da jeg ved et uheld tabte det på gulvet, forærede en venlig amatør mig et andet spejl. Spejlet var ikke helt perfekt, og opstillingen led af den samme skavank som de fleste amatørkikkertet — den var for spinkel. Jeg fik også bygget et primitivt observatorium med en noget ejendommelig og ikke særlig effektiv kuppelkonstruktion. Men gennem disse erfaringer lærte jeg, hvordan et virkelig tilfredsstillende observatorium bør indrettes.

Imens studerede jeg al den litteratur, jeg kunne finde om kikkertet og amatørobservatorier. Ved skrivebordet konstruerede jeg mindst ti forskellige instrumenter. Cassegrain- og Gregory-systemet fristede ved sin relative billighed. Også den såkaldte »Schief-spiegler« har jeg haft un-

der overvejelse. En overgang tænkte jeg på at bygge et Maksutow-teleskop. Men ved at diskutere sagen med andre amatører og ved at studere de forskellige optiske firmaers kataloger kom jeg efterhånden til det resultat, at en refraktor med 15 cm åbning måtte være det ideelle, når man både lægger vægt på stor opløsnings-evne og på at kunne observere stjerner ned til omkring 14<sup>m</sup>. Hertil kommer, at en refraktor i modsætning til en reflektor er observationsklar i samme øjeblik, man fjerner dækslet fra objektivet.

I det følgende beskriver jeg først kikkerten og dernæst observatoriet. For begges vedkommende mener jeg at turde sige, at konstruktionen indeholder så meget nyt, at en beskrivelse kan have andre amatørers interesse.

Grundlaget for konstruktionen af min kikkert er den 150/3000 mm Schär-refraktor, som Wolfgang Sorgenfrei, München, har beskrevet i *Refraktor-Selbstbau, Drei Bauanleitungen für Sternfreunde*, udgivet af Günther D. Roth (Bibliographisches Institut, Mannheim). Den eneste, der mig bekendt har arbejdet med dette coudé-lignende system her i Danmark, er dyrlæge Darnell, Islev, hvis gode erfaringer bl.a. er omtalt i Günther D. Roths *Taschenbuch für Planetenbeobachter* (s. 17). Det hedder her bl.a.: »Für Feinschmecker unter den Mond- und Planetenbeobachtern ist der Coudé-Refraktor gedacht«.

Schärs princip fremgår af fig. 1. Ob er objektivet, P<sub>1</sub> og P<sub>2</sub> er to planspejle og Ok er okularet. Fordelen er naturligvis den, at man kan arbejde med et meget stort åbningsforhold — og derved sikre sig, at den kromatiske aberration selv for det forholdsvis billige Fraunhofer-objektiv bliver næsten elimineret — uden at tubus samtidig bliver uhåndterlig. En Schär-refraktor med 3 meters brændvidde kan uden vanskelighed opstilles under en 3 meters kuppel.

Mod denne konstruktion har man indvendt, at de to planspejle for det første vil kunne indføre billedfejler, og at de for det andet vil bevirke et alvorligt lystab. Nogle vil sikkert også frygte, at der kan opstå justeringsvanskeligheder. Lad det med det samme være sagt, at alle tre ind-

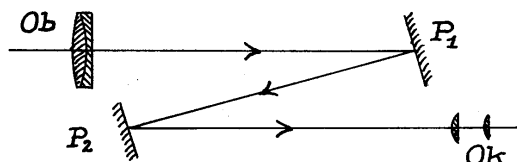


Fig. 1. Strålegangen i Schär-refraktoren.

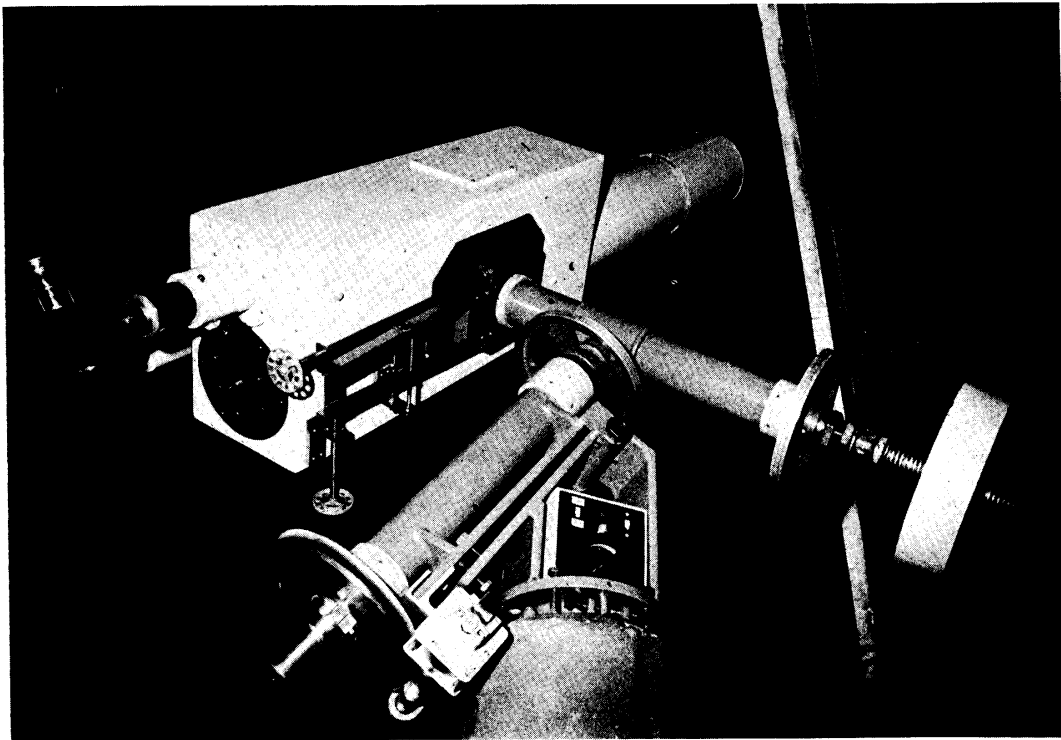


Fig. 2. 15 cm Schär-refraktoren i Resebro ved Silkeborg.

vendinger er ganske ubegrundede. Planspejlene skal naturligvis være slebne med den samme nøjagtighed, som kræves af objektivet. Moderne aluminiumsbelægning (helst beskyttet af et tyndt kvartslag) i forbindelse med coatede linser nedsætter lystabet til det i praksis umærkelige, og justeringen er særdeles nem.

Som det ses af fig. 2, er tubus bygget som en firkantet kasse. Materialet er  $\frac{1}{2}$ -tommers vandfast krydsfiner. Inde i tubus findes et system af blændere, der samtidig virker som afstivning. Den firkantede konstruktion har den fordel, at finbevægelse, søger og alle eventuelle hjælpeinstrumenter kan monteres blot ved hjælp af almindelige træskruer. Planspejlene justeres ved hjælp af tre stilleskruer — ganske som spejlet i et Newton-teleskop.

Såvel objektivet som planspejlene er fremstillet af det højt ansete tyske firma Dieter Lichtenknecker. Optikkens data er: FH-objektiv, fri åbning 150 mm, brændvidde 3 000 mm, 110 mm rundt planspejl og 80 mm rundt planspejl. Efter polarsekvensen er det under gunstigste atmosfæriske forhold muligt at observere stjer-

ner ned til  $14^m.25$ . Opløsningsevnen er for dobbeltstjerner  $0''.8$ .

En kikkert af denne type er ikke kritisk med hensyn til okularer. Jeg har hidtil — med fuld tilfredshed — anvendt et sæt Mittenzwey-okularer fra en ældre Merz-refraktor. En anden fordel ved den store brændvidde er, at man kan undgå de ubekvemme okularer med kort brændvidde.

Et lille hjælpeinstrument, som muliggør en bekvem observationsstilling, vil jeg kort omtale. Det ses på fig. 2, at kikkerten er monteret med et zenitprisme. Det er af fabrikat Spektros (Etingen, Schweiz), og er i modsætning til almindelige zenitprismer udstyret med et prisme, hvor hypotenusen er slebet som en tagryg («Dachkantprisma»). Mens et normalt zenitprisme spejlvender billedet — hvad der f.eks. ved måneobservationer er særdeles upraktisk, da man bestandigt må forestille sig sit månekort spejlvendt — så vender Spektros-prismet tillige billedet op-ned. Den astronomiske kikkerts billede bliver med andre ord retvendt — og man kan ved måneobservationer blot holde kortet

»på hovedet«. Det er ved visuel iagttagelse ikke muligt at spore det mindste lystab, når prismet indsættes. Den optiske kvalitet er fremragende. Prisen er 90 Sfr.

Hvad angår kikkertens parallaktiske montering er denne en stærkt modificeret udgave af den i Anton Stauss' *Fernrohrmontierungen und ihre Schutzbauten für Sternfreunde* (München, 1959) beskrevne »Siegfried-Montierung«. Akserne er fremstillet af 45 mm akselstål, og de er begge monteret i kuglelejer. Der er i nogen udstrækning anvendt halvfabrikata, hvorved udgifterne har kunnet reduceres væsentlig. Den anordning, som tjener til at justere opstillingen efter verdensaksen, er helt af egen konstruktion, hvorfor den skal beskrives lidt nærmere (se fig. 3).

I soklen (S), der er støbt i beton, er der indmuret en 4 tommers stålflange med gevind (A).

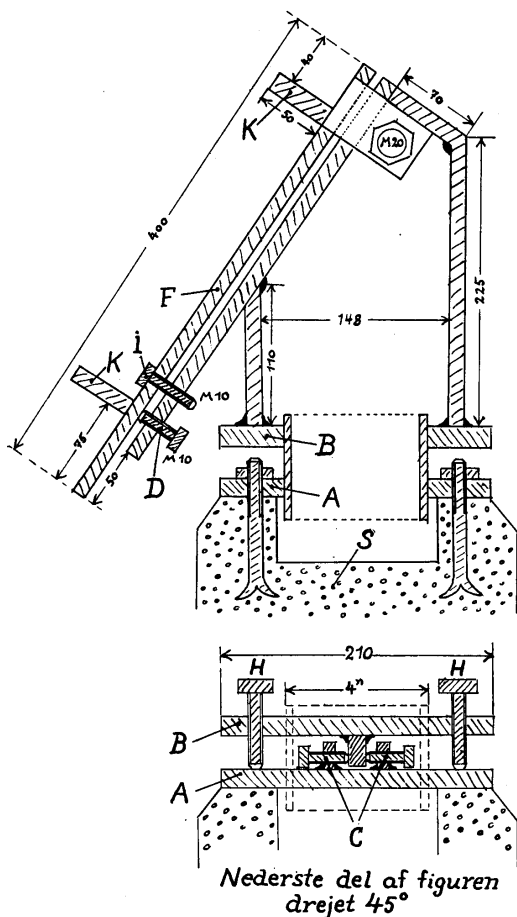


Fig. 3. Schär-refraktorens parallaktiske montering.

Denne er via et gevindrør forbundet med en tilsvarende flange (B), hvorpå søjlehovedet er fastsvejet. Ved hjælp af stilleskruerne (C) (på-svejet nær flangernes rand) kan hele søjlehovedet drejes nogle få grader i forhold til flangen (A). Herved muliggøres justering i azimut. Justering i polhøjden sker ved hjælp af skruerne (D), der inden for nogle få grader er i stand til at vippe pladen (F) (en kvarttomme stålplade). Når justeringen er tilendebragt, fastspændes det hele ved hjælp af skruerne (H) og (I). Timeaksen – og dermed hele akse-systemet – er fastsvejet til bukkene (K). (Beskrivelsen vil sikkert kunne forstås, når man sammenligner tegningen med fotografiet fig. 2).

Den parallaktiske opstilling – og naturligvis optikken – var det eneste, som måtte fremstilles på et værksted. Alt det øvrige – kuplen inklusive – kunne fremstilles med hobbyværktøj.

Drivværket, som ses afmonteret på fig. 4, er købt hos firmaet Eckhard Alt, Limburgerhof. (A) er en synkronmotor, (B) et reduktionsgear, (C) er snekken, der roterer med en omdrejning pr. 5 min., og (D) er snekkehjulet. Dette sidste er forsynet med 288 tænder (modul 0.75). Det har en diameter på 217.5 mm og en udboring på 45 mm. Transmissionen fra snekkehjul til timeakse sker ved hjælp af en simpel glidekobling. En passende tilspænding tillader aksens at glide frit, når kikkerten skal indstilles på en anden position. Derved overflødiggøres komplicerede spænde-anordninger. Gangen er absolut tilfredsstillende. Prisen i 1967 var 347 DM. Det kunne ikke betale sig at lade det fremstille på et her-værende værksted eller forsøge at bygge det af forhåndenværende materialer.

Et instrument som det her beskrevne er ikke transportabelt. Det kræver at stå fast opstillet, vel beskyttet mod vejr og vind. Amatøren advares undertiden imod at tro, at han selv kan bygge et »rigtigt« observatorium med drejekuppel. Naturligvis er et firkantet træskur med forskydeligt tag den billigste løsning. Men drejekuplen er efter min erfaring ulige mere bekvem, og den er bestemt ikke noget uopnåeligt ideal.

I Anton Stauss' før omtalte bog findes en indgående beskrivelse af en drejekuppel, ledsaget af et sæt fortræffelige arbejdstegninger. Det er i princippet Stauss' kuppel, jeg har bygget; men den er ændret på væsentlige punkter, hvorved prisen er reduceret en del.

Kuplens fundament er en circular ring med en indvendig diameter på 3 meter. Den er samlet af to lag 1 tommers fyrrebrædder, der i for-

vejen er tilskåret på båndsav. Allerede på det indledende stadium blev hjulene monteret. Der er brugt 6 såkaldte portruller (diameter 75 mm), der kan fås med kuglelejer og uden de beslag, der anvendes til porte. De er betydelig billigere end de af Stauss foreslåede hjul — og de er fuldt så gode. Skinnen, som hjulene løber i, er et kantstillet  $50 \times 5$  mm båndjern. Det er sammensat af 3 adskilte stykker (for at muliggøre justering), som tvinges i nøjagtig cirkelform af en række justeringsskruer. Først når køresystemet fungerer absolut perfekt, kan man klodse ringen op (den nå nemlig bygges på sin blivende plads, hvis man da ikke har adgang til en kraftig kran), og nu rejses et system af spanter, som er tilskåret og sammenføjet på samme måde som ringen. I stedet for Stauss' bombastiske brædde- og tagpapbeklædning, har jeg beklædt kuplen med oliehardt masonit. Jeg kan forsikre, at det kræver den største akkuratse at tilsave 22 ulige store sfæriske trekanter i masonit! Forudsætningen for, at man kan anvende dette lette og billige materiale, er, at to problemer kan løses: 1) samlingerne mellem pladerne skal være absolut tætte — 2) der skal findes en maling, som binder urokkeligt på masonit, og som er så vejrbestandig, at den kan holde i årevis. Løsningen på det første problem er noget så enkelt som asfaltkit. Det andet problem blev først løst efter en række eksperimenter. Her fandt jeg frem til, at autolak — der jo som bekendt kan holde til lidt af hvert — er et aldeles fortræffeligt materiale. (Der er brugt Sadolyn 12). Farven bør være aluminium for at undgå for store temperatursvingninger i observatoriet. Efter to år ser malingen ud, som da den blev påstrøget, og alle samlinger er fortsat helt tætte.

Det vanskeligste ved kuplen er lukkemekanismen over spalten. Stauss bruger en lem, som skydes bagover. Jeg har i stedet brugt det traditionelle system med to lemme, der forskydes efter en tangent til kuplen. Men undtagelse af skinner, hjul og wiresystemet er konstruktionen helt igennem fremstillet i træ og oliehardt masonit. Den åbner og lukker aldeles upåklagelig og er fuldkommen vandtæt.

Som det fremgår af fig. 5 er bygningen meget høj. Det skyldes simpelthen ønsket om at bevare havens mange træer! Også murværket er fremstillet i et materiale, der mig bekendt ikke tidligere har været anvendt til dette formål: silosten, d.v.s. hule, svagt buede cementblokke (af samme konstruktion som de bekendte sokkelsten), der i landbruget anvendes til bygning af siloer. Blokkene danner, når de sættes sammen,

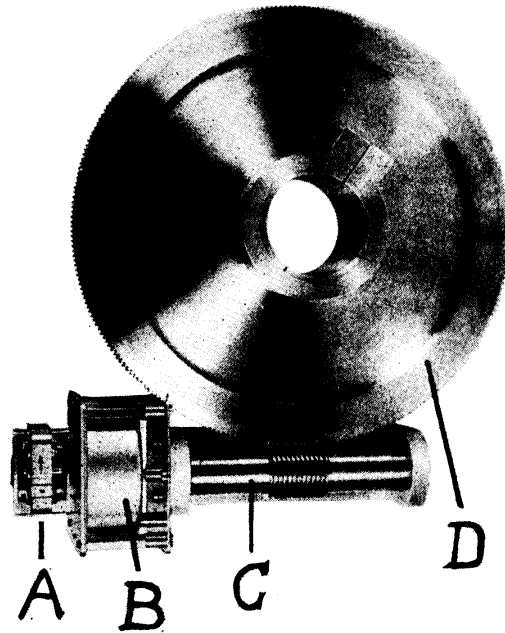


Fig. 4. Eckhard Alts drivværk.



Fig. 5. Observatoriet i Resenbro.

en ring med en indvendig diameter på 3 meter (større kan også fås). Efter samlingen fyldes hullerne med beton. Behandlet med en passende facademaling er muren helt vandtæt.

Selve observationsrummet befinder sig i 1. sals højde. Adgangen sker via en indvendig vindeltrappe, fremstillet i dørklader, som er støbt ind i muren. Den betonsokkel, kikkerten er monteret på, er opbygget af cementrør, der er fyldt med beton og sten. Diameteren er foroven 25 cm og ved jordoverfladen 100 cm. Den er funderet i 1.5 meters dybde.

Jeg formoder, at flere læsere har stillet sig selv to spørgsmål i forbindelse med ovenstående beskrivelse: 1) hvad har hele herligheden kostet? — 2) hvad kan et sådant amatørobservatorium anvendes til?

Det første spørgsmål vil jeg nødigt besvare konkret for ikke at bibringe eventuelt interesse-rede selvbyggere falske forhåbninger. Katalogprisen for en 15 cm refraktor, som i 1967 kunne købes gennem et herværende firma (men hvis optik næppe kan måle sig med Lichtenknecker) var ca. 33.000 kr. En amerikansk fremstillet kuppel i aluminium blev tilbudt mig for 1.050 US \$ (hvori ikke var medregnet montering og fragt fra USA). Alt i alt kom mit observatorium kun til at koste ca 1/4 af denne sum. Men det skal stærkt understreges, at det er en forudsætning, at man kan lave det allermeste selv — og at man kan afse flere hundrede arbejdstimer! Endelig skal fremhæves den risiko, der er forbundet med selvbyggerarbejde af denne art — især når det er baseret på delvis nye og uprøvede metoder. Et firma ofrer kostbare eksperimenter før den egentlige produktion sættes i gang. Selvbyggeren må sætte hele sin lid til det ene eksemplar, han bygger. Derfor er omhyggelig planlægning og nøjagtige beregninger det halve af arbejdet. Og uden et vist kendskab til matematik, fysik, teknik og diverse håndværk går det ikke!

Det andet spørgsmål vil jeg besvare med nogle betragtninger over amatørastronomi i almindelighed.

For hundrede år siden blev betydningsfulde opdagelser og værdifulde observationsrækker udført af amatører. Og endnu idag hænder det, at en amatør som den første observerer en ny komet eller nova. Ved vedvarende observation af måneokkultationer og variable stjerner kan amatører vel også mere systematisk yde forskningen et beskedent bidrag. Men disse observationer får mere og mere karakter af den opgave, som en astronom engang skal have tilbudt en tjenstvillig lægmand: at kontrollere om Solen står op og går ned på de rigtige tidspunkter!

Hvis man har råd til at anskaffe kostbare hjælpeinstrumenter, vil man sikkert med en 15 cm refraktor kunne udføre seriøst arbejde. Men man må se i øjnene, at det foruden penge også koster tid — og nattesøvn. En observation i ny og næ gavner intet. Man må være til disposition når som helst vejret er gunstigt.

For den ægte amatør — i ordets betydning af »en som nærer kærlighed til noget« — kommer forskerens ærgerrighed i anden række. Det, som hans syslen med astronomien giver ham, er snarere af æstetisk art. Sikkert har Jacob Paludan ret, når han i sit essay *Glæde over Stjernehimlen* siger: »Mellem ekspert og æstet er der plads til en bestemt figur: amatører. Han opretter en balance, han realiserer dette værdifulde: både at kende og at føle. Lysten til kundskab har ikke revet ham over i professionalisme, afskyen for præcision har ikke berøvet ham kendsgerningerne. Han har i frisk tilstand den dragelse mod emnet, som har været livsbestemmende for de fleste fagmænd, men ikke deres senere blaserthed og forklaring; og modsat de kun nydende har han forskerens stivhed i sit åndelige skelet, men han forsker uden erhvervsrisiko, uden ærgerrighed — kun for sig selv.«