



Mogens Lüdbyøring

Mogens Hegelund Rudkjøbing

6. september 1915 – 28. februar 2007

Af Poul Erik Nissen

Mogens Rudkjøbing blev født i Roskilde, men voksede op i Esbjerg, hvor faderen, der senere blev politimester i Odder, var ansat. Efter studentereksamen i 1933 studerede Rudkjøbing fysik, matematik, kemi og astronomi ved Københavns Universitet og tog skoleembedseksamen med hovedfag i teoretisk fysik og astrofysik i 1939. Han var især interesseret i astrofysikken, som gennem Bengt Strömgrens banebrydende arbejder over stjernernes struktur og grundstofsammensætning var stærkt repræsenteret i København, og trods manglende ansættelsesmuligheder arbejdede Rudkjøbing videre med teorien for stjernernes atmosfærer og deltog i astronomiske observationer. Det førte til en guldmedalje for besvarelsen af den astronomiske prisopgave i 1940 og adskillige publikationer i internationale astrofysiske tidsskrifter samt til en stilling som videnskabelig assistent ved Københavns Universitets astronomiske observatorium i 1944. Dr.phil.-graden blev erhvervet i 1948 på en afhandling om varme stjerners atmosfærer. Senere i 1948 var Rudkjøbing på studieophold ved Yerkes- og McDonald-observatorierne i USA, hvor den kendte astronom Otto Struve var direktør, og hvor Bengt Strömgren arbejdede. I 1950 blev Rudkjøbing ansat som amanuensis i København og i 1957 som professor i astronomi ved Aarhus Universitet – en stilling, som han varetog til pensioneringen i 1985, kun afbrudt af et studieophold ved Institute for Advanced Studies, Princeton, 1959-60. I 1961 blev han indvalgt i Videnskabernes Selskab.

Som nyudnævnt professor ved det i 1954 oprettede naturvidenskabelige fakultet i Århus fik Rudkjøbing til opgave at etablere undervisningen i astronomi og astrofysik, herunder et indledende kursus, som var obligatorisk for alle studerende med bifag i fysik. I den forbindelse skrev han et sæt noter af ganske høj sværhedsgrad, og eksamen i astronomi blev derfor frygtet af de fleste studerende. Hertil bidrog, at de skriftlige opgaver ofte var svære, idet de med Rudkjøbings ord skulle vise, »om eksaminanden var i stand til at få en god ide«. Meget kunne man dog rette op på ved den mundtlige eksamen, hvor Rudkjøbing optrådte som en særdeles venlig eksaminator. De få studerende, der valgte hovedfag og speciale i astronomi, gav han en kompetent indføring i såvel klassisk astronomi som moderne astrofysik. Denne undervisning var basis for, at han i løbet af 1960'erne kunne ansætte en håndfuld yngre medarbejdere, der fortrinsvis arbejdede med undersøgelser af stjerneatmosfærer samt stjernernes struktur og udvikling.

Ud over at varetage professoratet i astronomi fungerede Rudkjøbing også

som bestyrer for Ole Rømer-observatoriet, der er beliggende i den sydlige del af Århus. Observatoriet blev etableret allerede i 1911 af Århus kommune med det for en kommune bemærkelsesværdige formål »at fremme videnskabelig forskning inden for astronomiens område og virke i folkeoplysningens tjeneste«. I 1956 blev observatoriet overdraget til universitetet, der samtidig påtog sig aflønningen af observator, cand.mag. Axel V. Nielsen, som på det tidspunkt var den eneste ansatte, efter at den tidligere bestyrer, mag.scient. Ruben Andersen, var død i 1955. Observatoriet var udstyret med et 35 cm spejlteleskop af ældre dato, som Axel V. Nielsen benyttede til fotografiske observationer af variable stjerner og forevisninger af stjernehimlen for offentligheden.

Selv om Rudkjøbing først og fremmest arbejdede teoretisk, var han i høj grad opmærksom på vigtigheden af astronomiske observationer og kastede sig med stor energi ud i en opgradering af Ole Rømer-observatoriet. I 1962 blev et 50 cm spejlteleskop, der var bygget af værkstedsleder P. Bechmann ved Københavns Universitets astronomiske observatorium, installeret i den ene kuppel, og i 1966 fulgte en 40 cm reflektor i den anden kuppel. I samarbejde med en svensk astronom, Henrik Kristenson, der i en årrække var ansat som lektor, samt forskningstekniker Poul Erik Rathcke fik Rudkjøbing konstrueret to fotoelektriske fotometre. Som nærmere omtalt nedenfor blev disse fotometre benyttet i et omfattende observationsprogram, hvor styrken og polarisationen af de såkaldte diffuse interstellare bånd blev målt ved at observere intensiteter af stjerner gennem smalle interferens- og polarisationsfiltre. På grund af de relativt få klare nætter i Århus skred programmet dog kun langsomt frem, og Rudkjøbing søgte derfor efter bedre muligheder for observationer. Takket være et godt samarbejde med franske astronomer lykkedes det i en 10-års periode fra 1963 at få betydelige mængder tid ved *Observatoire de Haute Provence*, fortrinsvis med et 80 cm teleskop, men også med et stort 193 cm teleskop. De århusianske fotometre blev i den forbindelse kørt i bil frem og tilbage. Senere, efter Danmarks medlemskab af ESO, blev observationerne fortsat på den sydlige himmel af lektor Peter Gammelgaard med et 100 cm teleskop på La Silla-observatoriet i Chile. Rudkjøbing foretog ikke selv observationer i Chile, men var i perioden 1972-77 medlem af ESO's *Observing Programmes Committee*, som bedømmer ansøgninger om observationstid fra astronomer. Samlet set betød hans engagement i disse aktiviteter, at observationsastronomien fik en fremtrædende plads i de yngre medarbejders forskning, især ved udnyttelse af ESO's instrumenter.

Rudkjøbings forskning i 1940'erne vedrørte især de fysiske forhold i stjernernes atmosfærer. Rupert Wildt havde i 1939 vist, at det største bidrag til absorption og emission af lys i Solens atmosfære kommer fra negative brintioner, og Bengt Strömgren havde i 1940 beregnet den første realistiske model for solatmosfærens opbygning samt bestemt forekomsten af grund-

stoffer i forhold til forekomsten af brint. Rudkjøbing gik videre med disse modeller, idet han i et vigtigt arbejde fra 1942, *Über Konvektion in Sternatmosphären (Zeitschrift für Astrophysik*, vol. 21, p. 254-267), inkluderede absorptionen fra negative brintioner i beregningen af konvektionszonens udstrækning både for Solen og for andre stjernetyper. Senere, i 1946, var han den første (*Ann. d'Astrophysique*, vol. 9, p. 7-12) til at beregne konvektionszonens indvirkning på temperaturfordelingen i det lag af en stjerneatmosfære, der er i strålingsligevægt, og som ligger over konvektionszonen. Af andre interessante arbejder fra denne periode kan nævnes kvantemekaniske beregninger af den kontinuerte absorptionskoefficient i natrium-spektrret samt bestemmelse af forekomsten af natrium og magnesium i Solens atmosfære ud fra styrken af Na- og Mg-linjer i solspektrret.

I doktorafhandlingen, *On the atmospheres of B-stars*, udviklede Rudkjøbing en efter datidens målestok nøjagtig metode til beregning af temperaturfordelingen og det kontinuerte spektrum for varme stjerners atmosfærer. Metoden blev anvendt på stjernen tau Scorpii, og ud fra det observerede spektrum for denne blå stjerne blev dens effektive temperatur bestemt til at være 35.000 grader Kelvin, hvilket var højere end tidligere bestemte værdier. Endvidere gennemførte Rudkjøbing kvantemekaniske beregninger af udbredelsen af spektrallinjer på grund af frie elektrons perturbations af atomernes energiniveauer. Disse ofte citerede beregninger, der er publiceret i *Ann. d'Astrophysique*, vol. 12, p. 229-242, blev benyttet til at bestemme forekomsten af silicium relativt til brint ud fra styrken af spektrallinjer hidrørende fra Si-ioner. Som et vigtigt resultat kunne Rudkjøbing konkludere, at forekomsten af silicium i Solen og den meget varmere tau Scorpii-stjerne er ca. den samme.

Rudkjøbing har med disse tidlige arbejder givet et markant bidrag til studiet af stjernernes atmosfærer, idet han kombinerede indsigt i strålingsteori, atomfysik og kvantemekanik med omfattende numeriske modelberegninger og analyse af stjernespektre. I forbindelse med hans ansættelse som professor i Århus kunne bedømmelsesudvalget, hvori Bengt Strömgren og Jens Lindhard deltog, da også konkludere, »at Mogens Rudkjøbing i kraft af sin omfattende produktion, der indeholder en meget betydelig sum af originale og værdifulde forskningsresultater, er de andre ansøgere afgjort overlegen«.

Efter ansættelsen i Århus fortsatte Rudkjøbing arbejdet med stjernernes atmosfærer, idet han især bidrog med undersøgelser af stjerner med overfladetemperaturer på omkring 10.000 grader. Disse stjerner har en højtliggende konvektionszone, som påvirker strukturen af atmosfæren og dermed det udstrålede spektrum. Hovedparten af hans forskningsarbejde kom imidlertid til at dreje sig om de fysiske forhold i det interstellare rum, herunder især de diffuse linjer og bånd i stjernespektre, som blev opdaget allerede i 1922, men som det endnu ikke er lykkedes at identificere som tilhørende

bestemte atomer eller molekyler. Disse absorptionsbånd er betydeligt bredere end sædvanlige stellare linjer og deltager for dobbeltstjerner ikke i de periodiske Dopplerforskydninger, der forårsages af komponenternes bevægelse. Endvidere er styrken af de diffuse bånd korreleret med den rødfarvning af stjernernes lys, som skyldes støv i Mælkevejssystemets plan. Disse to iagttagelser viser, at de diffuse bånd ikke skyldes absorption i stjerners atmosfærer, men stammer fra atomer, molekyler eller støvkorn i det interstellare rum.

I en artikel fra 1969 (*Astrophysics and Space Science*, vol. 3, p.102-108) foreslog Rudkjøbing, at fire af de stærkeste diffuse bånd skyldes den negative brintion, H^- , som består af et brintatom samt en elektron med en bindingsenergi på 0,75 elektronvolt. Rudkjøbings ide var nu, at de diffuse bånd skyldes denne elektrons overgang fra den bundne tilstand til svage resonanser i kontinuummet – de såkaldte pre-ionisations eller auto-ionisations tilstande, som man kender fra nogle atomer, fx calcium. Levetiden af elektronen i auto-ionisationstilstanden er meget kort før den definitive ionisation, og den til overgangen svarende absorptionslinje bliver derfor meget bred. Denne teori søgte Rudkjøbing at underbygge, dels ved hjælp af kvantemekaniske beregninger af auto-ionisations tilstandene for H^- , dels ved beregninger over hyppigheden af forekomsten af H^- -ionen i det interstellare rum. Hertil kom det ovenfor nævnte observationsprogram, der havde til formål at bestemme styrken af de diffuse bånd som funktion af position og afstand for stjerner i Mælkevejssystemet.

Rudkjøbings teori for de diffuse bånd vakte dog betydelig modstand, idet man kritiserede de antagelser, der lå til grund for de kvantemekaniske beregninger og bestemmelsen af H^- -forekomsten i det interstellare rum. Endvidere gennemførte Herbst et al. i 1974 (*Astrophys. Journal Letters*, vol. 191, p. 143-144) en eksperimentel bestemmelse af tværsnittet for H^- -ionens absorption af fotoner og fandt ikke antydning af resonanser ved de bølgelængder, der svarer til de interstellare diffuse bånd. Dermed synes den negative brintion at være udelukket som en mulig forklaring. De fleste hælder i dag til, at båndene skyldes energiovergange i molekyler, men selv om man har detekteret over 100 forskellige molekyler i interstellare skyer, er det endnu ikke lykkedes med sikkerhed at identificere et eneste af de diffuse bånd og heller ikke at forklare deres store bredde. For nylig har man i øvrigt ud fra observationer af spektrallinjer i radioområdet påvist tilstedeværelsen af negative molekulære ioner i det interstellare rum såsom C_4H^- , C_6H^- og C_8H^- , og disse ioner er foreslået som kandidater til forklaring af de diffuse bånd. Det er derfor muligt, at H^- alligevel er involveret i dannelsen af de diffuse bånd, om end på en anden måde end Rudkjøbing forestillede sig.

Af Rudkjøbings andre arbejder bør især nævnes en undersøgelse i 1959 af den relativistiske apsidebevægelse for dobbeltstjernesystemet DI Herculis (*Ann. d'Astrophysique.*, vol. 22, p. 111-117). Det er måske den af hans artikler,

der har fået størst betydning, og den er blevet flittigt citeret helt op til vor tid. DI Herculis består af to tunge stjerner, der bevæger sig omkring systemets tyngdepunkt med en omløbstid på godt 10 døgn i excentriske baner, der er orienteret således, at komponenterne set fra Jorden periodisk formørker hinanden. Svarende til Merkurs relativistiske periheldrejning forekommer der også en drejning af apsidelinjen for DI Herculis, men effekten er her ca. 200 gange hurtigere end Merkurs periheldrejning, fordi komponenterne er tungere og tættere på hinanden end Solen og Merkur. I artiklen fra 1959 viser Rudkjøbing, at den relativistiske effekt på apsidelinjens bevægelse i DI Herculis systemet er ca. dobbelt så stor som den klassiske effekt hidrørende fra komponenternes fladtrykning, og han udvikler en elegant metode til at bestemme apsidebevægelsen ved hjælp af fotoelektriske målinger af tidspunkterne for formørkelserne. Metoden blev benyttet af en russisk gruppe, som i 1980 (*Astrophys. and Space Science*, vol. 71, p.147-170) kunne vise, at den observerede apsidebevægelse er en faktor 4 mindre end den bevægelse, der beregnes ud fra relativitetsteorien. Dette har rejst tvivl om gyldigheden af Einsteins relativitetsteori for gravitationsfelter, der som i DI Herculis er meget større end Solens felt omkring Merkur, og andre gravitationsteorier blev i den anledning fremsat i 1980'erne. En mulig alternativ forklaring på den afvigende apsidebevægelse for DI Herculis er imidlertid, at systemet omfatter en tredje mindre stjerne i en bane, der står omtrent vinkelret på banepplanen for de to største komponenter. Man har ikke iagttaget en sådan tredje komponent, men i 2007 er der fundet små variationer i tidspunkterne for formørkelserne med en periode på ca. 7,5 år (Khodykin, *Information Bull. on Variable Stars*, No. 5788), som kunne tyde på, at komponenten er til stede.

Artiklen om DI Herculis er et godt eksempel på den originalitet, der kendetegner mange af Rudkjøbings arbejder. Han havde stor indsigt i atomfysik, kvantemekanik og relativitetsteori, og forstod at anvende denne viden i studiet af stjerneatmosfærer og i forbindelse med undersøgelser af interessante problemer såsom de interstellare diffuse bånd og dobbeltstjernen DI Herculis. Endvidere havde han stor forståelse for betydningen af astronomiske observationer, og hans initiativ til fotoelektriske observationer ved Ole Rømer-observatoriet og *Observatoire de Haute Provence* var afgørende for, at astronomer i Århus senere blev så intenst engageret i ESO. Han spillede også en helt central rolle i forbindelse med undervisningen i astronomi samt etableringen af en astrofysisk orienteret forskningsgruppe ved Aarhus Universitet. Som professor gav han studenter og yngre medarbejdere stor frihed i valg af forskningsopgaver, men han var samtidig særdeles venlig og meget hjælpsom, hvis man spurgte ham til råds.

Æret være Mogens Rudkjøbings minde.