

Jørgen Christensen-Dalsgaard på sit kontor.
Foto: Rasmus Rørbæk, Aarhus Universitet



KAPITEL 9

Professor Jørgen Christensen-Dalsgaard

For de fleste er stjerner nok noget, der er så langt fra vores hverdag, at vi mest forbinder dem med science fiction-film. Men mange stjerner i vores galakse, Mælkevejen, er faktisk ikke særligt langt væk, og man kan foretage meget præcise målinger af deres sammensætning og opførsel, som man kan bruge til at teste teoretiske modeller bygget på vores nuværende antagelser. Derfor kan man, ved at studere stjernerne, rykke på vores forståelse af hele Mælkevejen, andre dele af universet og grundlæggende fysiske mekanismer under ekstreme forhold. Jørgen Christensen-Dalsgaard forsker i helio- og asteroseismologi – dvs. studier af solens og stjernernes indre. Det overordnede formål er at forstå stjernernes og planetsystemernes opbygning og udvikling og at undersøge vilkårene for muligt liv på planeternes overflade.

Det er et sjovt øjeblik – at træde ind i forskerens kontor og enten få be- eller afkræftet den forestilling, jeg havde inden mødet. Jørgen Christensen-Dalsgaards kontor er helt som mit indre billede af, hvordan en berømt og ikke længere helt ung astrofysiker indretter sig: spækket med bøger af både nyere og umiskendeligt ældre dato, bunker af artikler, tidsskrifter, spredte papirer, spændende dimser – og selvfølgelig computere. Kontorets indehaver lever også op til den forestilling, man kunne have om en af verdens førende professorer i astrofysik (eller mere præcist, helio- og asteroseismologi): nydelig, ternet skjorte og i lommen et arsenal af kuglepenne – inklusive den røde (den vender vi tilbage til). Høflig, venlig, velformuleret og begejstret. Og, viser det sig, med en påfaldende evne til at forklare nærmest fuldstændig ufattelige begreber og emner med sproglige billeder, som gør det muligt – i hvert fald delvist – at visualisere, hvorfor den forskning, der udføres i disse år i astrofysikken, er så fantastisk. Det er intet under, at Jørgen Christensen-Dalsgaard har været flittigt brugt som populær formidler af dette svære emne.

Stjernerne som laboratorium

Målet for Jørgen Christensen-Dalsgaards arbejde er at øge vores forståelse af stjerner og bruge denne forståelse i andre felter. Stjerner er vigtige referencepunkter, når man laver astrofysik: Man kan bruge dem til at bestemme alder og afstande i Mælkevejen, eller til at måle stjerners kemiske sammensætning. Mange felter inden for astrofysikken bygger på kendskabet til, hvordan stjernerne udvikler sig. Stjerner er nemlig et astrofysisk system, der er simpelt nok til, at man kan forstå i detaljer, hvad der foregår inden i dem. Jørgen Christensen-Dalsgaards personlige interesse er at forstå stjernernes fysik: hvordan stjerner udvikler sig, hvordan de er opbygget, og hvordan det påvirker deres fysiske egenskaber:

»Stjerner tiltaler min måde at arbejde på, fordi observationerne er gode nok til virkelig at kunne be- eller afkræfte ens teorier. Det forskningsfelt, jeg kom ind i, allerede mens jeg lavede min ph.d., er det, man kan kalde seismologi på stjerner. De første mange år studerede vi solen, fordi den er så tæt på, at man kan få meget nøjagtige data om den. Men i de senere år har vi også studeret andre stjerner. Man kan lave rimeligt realistiske modeller af stjerner, og man kan knytte den fysik, der ligger til grund for modellerne – blandt andet sammenhængen mellem tryk, temperaturer og massefylde, og hvordan energien bliver produceret – til de observationer, vi laver. Man kan sige, at vi kan bruge stjernerne som laboratorium til at teste fysikken under meget ekstreme forhold. Det er meget spændende, og det er det, der har været ledetråden i min forskning.«

At dele viden med hele verden

En stor del af Jørgen Christensen-Dalsgaards forsk-

ning er international, og det er vigtigt for ham. Hans filosofi og arbejdsmetode er samarbejde og vidensdeling, og han har et meget stort netværk af internationale samarbejdspartnere. Han fortæller, at en høj grad af samarbejde har været karakteristisk for feltet siden de første målinger af solskælv i midten af 1970'erne. Der er selvfølgelig konkurrence, men samtidig også en god kemi imellem forskerne og gode diskussioner til konferencerne. Det hænder dog, at konkurrencen bliver meget skarp:

»Det gode samarbejdsklima finder man ikke inden for alle felter. Min gruppe arbejder også meget med studiet af planeterne omkring andre stjerner, det man kalder exoplaneter. Fordi det var et felt, hvor det var utroligt vigtigt at finde »de første« – den første exoplanet, der ligner jorden, den første, hvor der kan være liv, og så videre – så blev det meget konkurrencebetonet, og specielt de første år var der virkelig knive i ærmerne. Heldigvis kom vi ind i arbejdet med stjerneskælv, allerede mens jeg var ph.d.-studerende, og vi har i høj grad været med til at definere både måden at arbejde på og det med at gå over til at se på andre stjerner [29].«

Der er noget galt i vores forståelse af stjerner

Ud fra astronomernes viden om, hvordan solen opfører sig, lavede Jørgen Christensen-Dalsgaard allerede tidligt i sin karriere teoretiske modeller, som i princippet kunne danne grundlag for forudsigelser af, hvordan andre stjerner ville opføre sig. Da solskælvne blev opdaget, regnede Jørgen Christensen-Dalsgaards gruppe på, hvad man derudfra kunne forvente at se i andre stjerner. Men han er meget beskedent omkring sin egen indsats:

»Det er meget svære observationer af meget svage effekter, som jeg ikke kan tage nogen ære for. De, der har defineret feltet, er dem, der observerer disse fænomener. Det sjove var, at målingerne passede ret godt med dét, vi havde forudsagt inden for den ret grove model, vi havde. Det

var sjovt at være med til at inspirere folk til at foretage de observationer. Jeg laver jo teoretiske modeller, og blandt andet laver jeg modeller af, hvordan forholdene er i solen. Det har været utroligt spændende at se, at de modeller faktisk passer forbløffende godt med de observationer, vi havde, uden at der var alt for mange parametre at dreje på for at få modellerne til at passe [30].«

Siden midten af 1990'erne, hvor Jørgen Christensen-Dalsgaard lavede sine oprindelige modeller af solens indre, er der kommet nye modeller af solens atmosfære, som gør, at centerets observationer ikke længere passer lige så godt. Det skyldes, at de målinger, man laver af den kemiske sammensætning af stof i solen, har ændret sig, fordi man går ud fra, at det, man ser i atmosfæren, passer nogenlunde med, hvad der er de dybere lag (Faktaboks 2). Det giver problemer med modellerne, og i den anledning har han netop haft besøg af sin tidligere ph.d.-vejleder Douglas Gough, så de sammen kunne lave nye beregninger.

»De processer, der bestemmer sammensætningen af stjernens indre og ydre lag, er vi nødt til at have med i vores modeller. Sammen med et par kolleger var jeg faktisk blandt de første til at vise, at man kan se evidens for de processer, hvor de tungere grundstoffer synker indad. Det var noget, man egentlig godt vidste, men man troede, at det var så svag en effekt, at der ikke var grund til at spille tid på den. Men gør man ikke det, passer modellerne ikke med virkeligheden.«

Fra Aarhus til Cambridge og hjem igen

Jørgen Christensen-Dalsgaard har været interesseret i naturvidenskab så længe han kan huske.

»Jeg tror, jeg var syv år gammel, da jeg skrev en bog om planeter! Jeg blev til en vis grad inspireret af min far, som var realskolebestyrer og var bredt interesseret i fysik og naturvidenskab. Jeg lavede kemiforsøg i kælderen og overlevede med nød og næppe. Jeg kan ikke huske, præcist hvornår jeg valgte, at det skulle være astronomi snar-

rere end en anden form for naturvidenskab, men da jeg startede på universitetet, var det med henblik på at læse astronomi. Det var mest fysikken og matematikken bag, der interesserede mig, så

jeg startede med at læse matematik og fysik på første del. Anden del var astronomi, så der kom jeg rigtigt i gang og begyndte at bruge computere – de gamle med hulstrimlerne.«

Kepler, TESS og SONG

FAKTABOKS I

NASA's Kepler-mission (https://www.nasa.gov/mision_pages/kepler/) og dens arvtager TESS-missionen (<https://tess.gsfc.nasa.gov/>) har til formål at identificere nye exoplaneter (planeter, der kredser omkring andre stjerner), baseret på det fald i stjerners lysintensitet, der opstår, når en exoplanet passerer forbi stjernen, set fra teleskopet. Jørgen Christensen-Dalsgaard har især bidraget med teoretiske modeller af stjerner baseret på kombinationen af avanceret fysik og matematik med meget præcise data om fluktuationer i stjerners overflader. Analyser fra Christensen-Dalsgaards centers er baseret på observationer fra Kepler-satellitten og andre internationale netværk, herunder det dansklede teleskopnetværk Stellar Observations Network Group (SONG). Netværket er under opbygning, med foreløbig ét fuldt fungerende

teleskop på Tenerife, hvor nedenstående billede er taget, og et teleskop, der er ved at blive stillet op i Queensland, Australien.

Det færdige SONG vil være et robotiseret netværk af otte teleskoper fordelt på kloden, hvormed man kan observere givne stjerner med stor præcision og kontinueret over en længere periode, da der altid vil være nat på minimum ét observatorium til et givet tidspunkt. Kepler har leveret data til forskning fra 2009 til 2018. Det har betydet et gennembrud i forhold til, hvilke stjerner man kunne måle på. Før det kunne man nå nogle få stjerner med jordbaserede observationer, men nu er der pludselig tusindvis af stjerner, hvorfra der er data, som er gode nok til, at man kan bruge dem til disse undersøgelser.

Foto: Mads Fredslund Andersen



Credit: Mads Fredslund Andersen

Studierne startede han i Aarhus, men Jørgen Christensen-Dalsgaard fandt astronomien hér meget observationel og ville i stedet gerne lave noget, der var mere teoretisk, særligt med inddragelse af gasbevægelser i modellerne af stjerner. I 1972, hvor han var på efterårsferie i Cambridge med sin familie for at besøge en god ven, der læste der, tog han sig sammen til at gå ind på det relevante institut, Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics.

»Jeg fik en aftale med institutlederen. Ret naivt, ikke? Den der bondedreng fra Aarhus ville da godt lige høre noget om, hvordan det var at læse i Cambridge. Det havde han ikke ret mange ord at bruge på, og jeg røg ret hurtigt ud igen. Han henviste til den formelle vej – at søge om optagelse og alt det der. Det var lidt trist, men om aftenen var vi til middag på det college, som vores ven var knyttet til, og der kom jeg tilfældigvis til at sidde ved siden af en, der var i gang med en ph.d. i astronomi. Ham snakkede jeg lidt med og fortalte om min uheldige oplevelse, og han sagde: »Jamen, du skal da bare ud og snakke med Dr. Gough.« Det var dagen, inden vi skulle hjem, og da vi skulle til færgen næste dag, kørte vi forbi instituttet, hvor jeg fandt Douglas' dør og bankede på.«

Douglas Gough var en ung lektor og relativt nyansat dengang. Han tog godt imod Jørgen Christensen-Dalsgaard, og de fik en lang og hyggelig snak – hvis formål naturligvis var at finde ud af, hvad den unge mand kunne og vidste. På det grundlag hjalp han ham igennem alle de administrative forhindringer, der skulle til for at blive optaget. Så han kom til Cambridge, hvor han var et år og lavede det arbejde, der blev til hans speciale. Derefter tog han tilbage til Aarhus og skrev specialet, og tog så tilbage og lavede sin ph.d. i Cambridge.

»Det er en fantastisk historie, som gør, at jeg prøver at være meget imødekommende over for unge studerende, for Douglas var afgørende for, at det gik, som det gik. Han er – stadigvæk – utrolig dynamisk og inspirerende. Bestemt ikke en over-

beskyttende vejleder, men utrolig god at snakke med, og hjælpsom, når der virkelig er noget, man skal have hjælp til. Selvom han havde frygtelig travlt, så det var med at fange ham, når han viste sig.«

Man skal ikke regne noget ud før man ved hvad svaret er

»Noget af det, Douglas lærte mig, var at være meget omhyggelig med mit engelske, når jeg skrev. Det er derfor, jeg altid løber rundt med en rød pen i brystlommen, så jeg er klar til at rette Men først og fremmest lærte han mig at forholde mig til dét at lave forskning. For eksempel

Hvordan studerer man stjerners atmosfære?

Asteroseismologien – studiet af, hvordan solens og stjernernes struktur ændrer sig dynamisk (de »skælver«) er helt central i Jørgen Christensen-Dalsgaards forskning. »Stjerneskaelv« kan detekteres ud fra stjernernes lysstyrke eller bevægelsen af deres overflade. Disse observationer kan man så sammenholde med detaljerede teoretiske modeller af stjernernes udvikling. Andre observationer kan bruges til at karakterisere planeternes atmosfære. På grundlag af sådanne observationer er det også muligt at simulere betingelserne for liv på planeterne i laboratoriet. Den kemiske sammensætning af stjerner måler man med spektroskopi. Billedet her viser et sådant spektrum, optaget på SONG-observatoriet på Tenerife. Man ser på lyset fra stjernen, og i det lys, der kommer igennem stjernens atmosfære, er der absorptionslinjer fra de atomer, der er i atmosfæren. Man antager, at sammensætningen af de indre lag af solen og lignende stjerner svarer nogenlunde til de ydre, noget der i høj grad skyldes konvektion i de ydre lag. Gassen er turbulent, og den varme gas stiger til vejrs, og den kolde gas synker ned. Det vil sige, at det lag bliver blandet meget grundigt, så det har samme sammensætning som atmosfæren. Baseret på sådanne data kan man lave modeller af forholdene i stjernens atmosfære. Ad den vej kan man se på, hvordan stjernerne bliver dannet, og det har vist sig,

hvordan man kan kombinere simple overvejelser med detaljerede beregninger. Han havde et motto, som lød: »Man skal ikke regne noget ud, før man ved, hvad svaret er.« Med det mente han, at man skal prøve at skønne over, hvad man forventer skal komme ud af beregningen. Først derefter skal man prøve at regne det ud. Så får man muligvis noget, der ligner, men hvis ikke man gør, så skal man overveje, hvad er der galt – var det de simple overvejelser, vi lavede i starten, der var forkerte, eller var der et problem i beregningen?»

Derudover lærte Douglas Gough den unge Jørgen at inddrage mere matematik og flere numeriske bereg-

ninger, end der var tradition for i Danmark. Inspireret af den tilgang lavede Jørgen Christensen-Dalsgaard under sin ph.d. et nyt program til modelberegninger af stjerner, som han stadigvæk arbejder med, og som han mener aldrig bliver færdigt, enten fordi han finder fejl, eller fordi der hele tiden kommer nye observationer. Traditionen med at tilbringe hver sommer i USA, nærmere bestemt Boulder, Colorado, var også noget, Jørgen Christensen-Dalsgaard tog med sig fra sin vejleder. Det samme er glæden ved og villigheden til at diskutere og lytte, også til dem, som ikke er gamle og etablerede. Gough havde et netværk af tidligere kolleger, som nu arbejder på andre universiteter rundt omkring i verden, og som Jørgen Christensen-Dalsgaard blev en del af. Allerede på sit første år i Cambridge blev han sendt alene til en konference i Liège for at præsentere sine forskningsresultater.

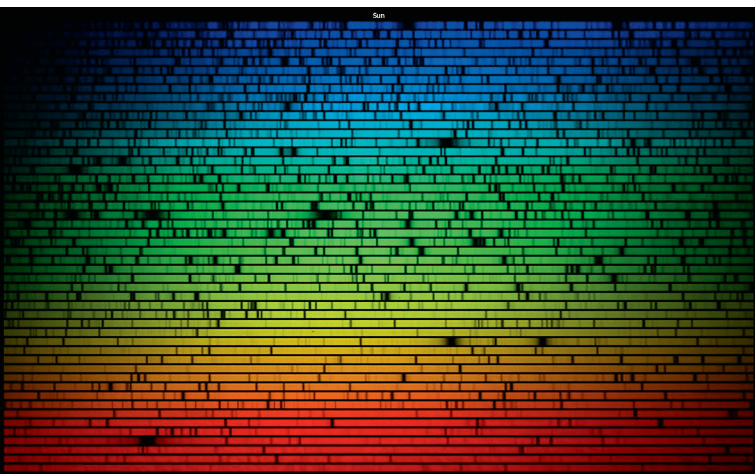
FAKTABOKS 2

at bortset, fra at brint delvis er lavet om til helium – det er fra den proces, energien kommer – så findes de andre grundstoffer nogenlunde i samme forhold, som da solen og stjernerne blev dannet. Detaljer i sammensætningen af forskellige stjerner giver information om udviklingen af vores egen galakse, Mælkevejen, et emne, som også bliver studeret i Jørgen Christensen-Dalsgaards center.

»Jeg havde fået besked fra Douglas om, at jeg skulle snakke med Wojtek Dziembowski, som var en af dem, han havde været postdoc med engang. Jeg anede jo ikke, hvordan han så ud, så jeg gik rundt og ledte efter ham og holdt også mit første foredrag. Det var at blive smidt ud på det dybe vand meget tidligt, men det gik nu meget godt. Og jeg fandt Wojtek Dziembowski, og han var utrolig imødekommende. Det var rørende, han var fra Polen, det var 1974, og han havde ikke mange penge at gøre godt med, men han inviterede mig på spaghetti på torvet i Liège. Vi havde en rigtig god snak, og han inviterede mig til Warszawa året efter, og jeg har holdt kontakt med ham lige siden.«

Henry Hill og den forkerte model der passede perfekt

En anden person med afgørende betydning for Jørgen Christensen-Dalsgaards karriere var forskeren Henry Hill fra Tucson, Arizona, som talte ved en konference i 1975 i Cambridge, mens Jørgen stadig arbejdede på sin ph.d. Han ville måle solens diameter og studere solens *fladtrykning* – hypotesen om, at solen er smallere på den ene led end på den anden, fordi den roterer hur-



Billedet viser et spektrum optaget på SONG-observatoriet, som giver information om en stjernes kemiske sammensætning.
Foto: Jens Jessen-Hansen.

tigt. Det, han fandt, var, at solens diameter tilsyneladende svingede lidt, men på en meget regelmæssig måde, der så ud til at involvere hele solen. Efter at have set disse resultater gik Jørgen tilbage og brugte sine modeller til at beregne svingninger og plottede, hvor de skulle være, på en transparent, som han lagde oven på Hills data – og det passede perfekt! Heldigvis var hans vejleder fornuftig nok til at sige: »Lad os nu lige vente og se.« Det viste sig nemlig, at Hills målinger var helt i skoven, og det var Jørgen Christensen-Dalsgaards modeller i øvrigt også – og at sammenfaldet var rent tilfældigt. Men det inspirerede Jørgen og Douglas Gough til at overveje, om de kunne bruge solens svingninger til at studere dens indre.

»Miraklet var, at det kan man godt, det var bare nogle andre målinger, der skulle til, og de fandtes ikke på det tidspunkt. Men det satte os i gang med at tænke i de baner, og det drejede min ph.d. i retning af at studere, hvordan strukturen af solens indre påvirker de frekvenser, vi kan måle af solen. Så vi var allerede i gang [31], da de rigtige data kom nogle år senere, og på den måde var Henry utrolig vigtig – både for feltet og for mig personligt. Det var også ham, der inviterede mig til USA første gang, i 1979, hvor han havde en konference i Tucson. Jeg var der i tre uger og diskuterende de her ting. På det tidspunkt troede Henry stadig fuldt og fast på, at hans data var rigtige, mens vi andre var begyndt at blive en lille smule uldne.«

Jørgen Christensen-Dalsgaard mødte sin kone Birte i 1972 – som han formulerer det, var det et ganske vigtigt efterår, hvor han mødte både Douglas og sin kone. Forholdet holdt, selvom han tog til Cambridge, mens hun blev i Aarhus og læste atomfysik indtil 1975, hvorefter hun kom til Cambridge og arbejdede på sit speciale i en atomfysikgruppe der. De tog efterfølgende tilbage til Aarhus, hvor Jørgen Christensen-Dalsgaard var adjunkt i et års tid, så Birte kunne afslutte specialet. Så fulgte to år i Liège efter hans ønske, og derefter tre år i Boulder efter Birtes ønske – da der var en rigtig god atomfysik-gruppe dér og, heldigvis for Jørgen Christensen-Dalsgaard, også fremragende astrofysik-

grupper, som passede godt til hans arbejde. De fik deres første datter i Cambridge og deres anden datter i Liège. Efter de tre år i Boulder tog de tilbage til Danmark, hvor Jørgen Christensen-Dalsgaard var to år på NORDITA, som dengang lå på Niels Bohr Institutet (nu i Stockholm). Så kom der en stilling i Lund og en i Aarhus, og han søgte dem begge. Tilbuddet fra Aarhus kom først, og så landede han der.

Man kan måle svingninger i solens overflade på få millimeter

Da jeg beder Jørgen Christensen-Dalsgaard beskrive, hvilken forskning i hans felt som han virkelig beundrer, så er det ikke hans egen disciplin, modellerne, han trækker frem. Det er derimod de forskere, der laver observationerne, udvikler de instrumenter, der skal bruges, og analyserer disse data.

»Hvis man begynder at tænke over, hvad det egentlig er, vi måler, så er det jo fuldstændigt utroligt, at det kan lade sig gøre. Tag for eksempel de bevægelser, vi ser på soloverfladen. Det er meget regelmæssige svingninger med mange overlejrede svingninger. Det er lidt ligesom et orkester, der spiller sammen, med en hel masse forskellige toner samtidig. Men de svageste af dem, de svarer til en overfladebevægelse af solen på nogle få millimeter i sekundet. Og det kan man måle! For andre stjerner kan vi ikke gøre det lige så nøjagtigt, men vi er stadigvæk nede på målinger på måske ti centimeter i sekundet på selv meget fjerne stjerner. Det finder jeg utroligt imponerende.«

At denne type arbejde nu kan udføres, har krævet mange forskere, meget teknikudvikling igennem mange år og rigtig store investeringer. Ifølge Jørgen Christensen-Dalsgaard har vi i Danmark ikke selv bygget meget af den tekniske infrastruktur inden for feltet, men vi har leveret nødvendig ekspertise og dermed fået adgang til data. Selv har han været med til at udvikle eller definere videnskaben bag ved satellitterne – og selvfølgelig til at gøre brug af data.

»Jeg tror, jeg er rimeligt god til at inspirere andre. Til at støtte dem, diskutere med dem, drille dem og have det sjovt sammen med dem. Det tror jeg er vigtigt. Da jeg kom til Aarhus, fik jeg en rigtig dygtig postdoc ved navn Mike Thompson, som også var en af Douglas' tidligere studerende, og som jeg havde et tæt samarbejde med i mange år efterfølgende. Vi var med i et andet Grundforskningscenter fra 1994 til 2004, og det førte til et samarbejde, der er fortsat. En af forskerne på centeret var Hans Kjeldsen, som nu er professor her i Aarhus. Han arbejdede mere med selve observationerne, hvor jeg jo arbejder mere med teorien, men vi havde et stærkt samarbejde omkring teori versus observation.«

Inspireret af samarbejdet med Jørgen Christensen-Dalsgaard udviklede Hans Kjeldsen teknikker til at observere svingninger i andre stjerner og lavede nogle af de første jordbaserede observationer af svingningerne. Det betød, at gruppen ud over at være gode til teorien også blev ledende i denne type observationer [32], og dette tætte samarbejde har været en stor styrke for gruppen.

Kepler og TESS

At Jørgen Christensen-Dalsgaard gennem hele sin karriere har været med helt i toppen af den internationale elite i helio- og asteroideologi, skyldes ikke bevidst karriereplanlægning.

»Jeg vil ikke sige, at jeg har haft de store forkromede planer med ret meget af det, jeg har lavet – det har snarere groet derhen, hvor det var logisk. Men selvfølgelig har vi været opmærksomme på, om der var internationale projekter, vi burde involvere os i, og det har vi også gjort. Det har især handlet om mulige satellitobservationer af svingningerne, fordi det er så svage signaler og så svært at observere dem fra jorden. Inden Kepler-satellitten var der en serie af projekter med det formål at prøve at gøre det fra satellitter, som stort set alle sammen er, om jeg så må sige, faldet til jorden. Det gjorde, at da Kepler-missionen

blev udviklet i midten af 90'erne, var der masser af erfaring, og vi var sådan set klar til at deltage.«

Kepler-rumteleskopet var på det tidspunkt ved at blive konstrueret af NASA, hvis oprindelige plan var, at der skulle indgå studier af stjernesvingninger og stjerneskælv i Kepler-missionen. Kepler er bygget til at finde exoplaneter. Det gør den, fortæller Jørgen Christensen-Dalsgaard, ved at den registrerer tilfælde, hvor en planet går ind foran en stjerne, for så skygger planeten lidt for stjernen i et lille stykke tid, og det giver et lille dyk i det lys, man får fra stjernen. Hvis man kan måle det, så kan man se, at planeten er der. Så det, der er brug for, er at måle det lys, der kommer fra stjernen, utroligt præcist. Det er det samme, der er brug for, når man skal se stjerneskælv – man skal kunne måle variationer i lyset i størrelsesordenen nogle få milliontedele, og det kan Kepler. Så idéen var i en vis grad bygget ind i designet af satellitten, men budgettet skred, og der var ikke penge til at lave arbejdet på stjerneskælvene i USA.

»Så var der heldigvis nogle af dem, der deltog i Kepler-missionen, der vidste, at der var de her fyre i Aarhus, som kunne den slags. Så vi blev simpelthen inviteret til at deltage for at lave den del af projektet. Vi skulle så beslutte, om vi skulle sidde og rode med alle disse data selv, eller om vi skulle involvere en bredere kreds af forskere. Vi valgte den sidste løsning og lavede et datacenter, hvor folk kunne tilgå og arbejde med disse data. Det har kørt fantastisk godt, siden Kepler blev sendt op i 2009.«

Dette arbejde gjorde, at Aarhusgruppen nu er med i NASA's næste satellitprojekt. Denne satellit hedder Transiting Exoplanet Survey Satellite – TESS – og blev sendt op april 2018 (Faktaboks 1). I Danmark havde – og har – man satellitten Ørsted,¹ men udviklingen af dens efterfølger – Rømer – som var i gang fra slutningen af 90'erne til starten af 00'erne, blev stop-

1. Ørsted var Danmarks første satellit. Den blev opsendt i februar 1999 og har målt Jordens magnetfelt med stor præcision

pet på grund af pengemangel. Det faldt sammen med, at et andet europæisk satellit-projekt kuldsejlede, så det var et alvorligt lavpunkt. Derfor har Kepler været en meget væsentlig base for SAC, både for analysen af skælvene og for exoplanetstudierne. Da Jørgen Christensen-Dalsgaard og hans kolleger søgte en bevilling til centeret, var et af argumenterne, at de skulle starte et forskningsfelt i exoplaneter i Aarhus. Det lykkedes til fulde: i dag tæller centeret også forskere, som arbejder med muligheder for liv på exoplaneter. Og der er ansat en lektor i exoplanetstudier.

»Det er sådan noget, jeg bliver så glad for. Når jeg går på pension og centeret slutter, kan jeg sidde her som emeritus og have en rigtig spændende gruppe at være en del af! Det er jo klart, at jeg har arbejdet meget – til tider også alt for meget. Det mener jeg er næsten uundgåeligt. Og det er også uundgåeligt, at der er modgang. Selvfølgelig har jeg haft ansøgninger, der er blevet forkastet, vi har set satellitprojekter fejle og så videre. Men gennemgående har vi været heldige med at få tingene til at køre og få finansiering på de rigtige tidspunkter. For eksempel var dét, at vi var en del af et Grundforskningscenter i 1990'erne, meget vigtigt for at få tingene etableret her.«

Det første center blev ledet af Igor Novikov fra Niels Bohr Institutet i København. Det hed Theoretical Astrophysics Center, og omtrent en tredjedel lå i Aarhus og to tredjedele i København. I København isolede centeret sig en del fra de andre forskere, havde eksempelvis deres egen gang med egne kontorer. De lavede nogle rigtigt fine ting, men det havde, mener Christensen-Dalsgaard, ikke rigtig nogen varig effekt.

»Vi boede derimod her blandt alle de andre astronomer og havde ikke et skilt, hvor der stod, hvor vi kom fra. Branding gør vi ikke meget ud af, hverken af centeret eller centerlederen. Jeg føler virkelig, at vi er integreret i miljøet her. Det er klart, at vi også har vores egen gruppe, vi har daglige kaffemøder og så videre, men hele instituttet arbejder godt sammen, og vi leverer tilbage

for eksempel i form af undervisning. Det bidrager til at få vores postdocs integreret og gør, at vi generelt får rigtig god opbakning fra instituttet.«

Man kan genkende det, når man ser det

Jørgen Christensen-Dalsgaard synes ikke, man præcis kan definere hvad fremragende forskning er.

»Det ved jeg faktisk ikke præcis. Det er meget svært at definere. På den ene side kan man jo genkende det, når man ser det, men samtidig er der en del tilfældigheder. Det er klart, at der kræves nogle basale kvaliteter, noget kreativitet, evnen til at koble ting sammen, og man skal være lidt bredskuldret. Man kan slet ikke definere det i antallet af Nature-artikler eller i antallet af citationer, selvom det selvfølgelig har noget med det at gøre. Først og fremmest skal det nok være en grundlæggende fornemmelse af: »Wow, det her er sgu da spændende. Her sker der noget.«

Jørgen Christensen-Dalsgaard ser sine kommunikative evner som en af sine styrker. Og han har det ikke helt fra fremmede: hans far var som sagt skoleleder, hans mor, farfar og farmor var alle skolelærere. Han mener, at kommunikationsevner er vigtige, når man skal »sælge« sine projekter, for eksempel i fondsansøgninger. Men derudover siger evnen til at kommunikere forskningen også noget om, hvor dybt man forstår den.

»At kunne kommunikere er ikke en nødvendig forudsætning for at lave fantastisk forskning. Men jeg mener nu, at det har noget at gøre med, om man faktisk forstår sin forskning i lidt bredere sammenhæng. Jeg vil påstå, at hvis ikke man kan forklare det, man laver, over for sine børnebørn, så forstår man det ikke helt. Man skal gerne kunne forklare det, man laver på forskellige niveauer, på en måde, så det i det mindste altid giver mening.«

Glæden ved at lave forskning

Rollen som leder af et Grundforskningscenter ser Jør-

gen Christensen-Dalsgaard mere som at være den, der inspirerer centeret, end den, der styrer det. Han har ret bevidst fulgt sin filosofi og ladet forskerne gøre, hvad de har lyst til. Der er en overordnet retning, men der er ingen arbejdsplan, når man bliver ansat i centeret. Et eksempel er en ung chilener, som nu er fastansat lektor.

»Han er et godt eksempel på, at mit manglende lederskab kan være en god ting. Han er gået ind i et helt nyt felt her, nemlig Mælkevejens historie. Det er baseret på målinger af stjernesvingninger, så han startede sådan cirka samme sted som mig, men har bevæget sig i en anden retning. Det er lidt skræmmende, men hvis man havde spurgt mig, da jeg gik i gymnasiet, hvor jeg skulle være om 50 år, så ville jeg have sagt lige her. Temmelig præcist. Jeg tror ikke, at jeg kunne have forestillet mig noget bedre. Jo, jeg havde en overgang en drøm om at flytte permanent til Boulder. Men jeg har haft gode arbejdsforhold her, selvom det selvfølgelig er svært at få det hele til at gå op. Jeg er på sin vis bedre stillet nu, fordi jeg i meget høj grad har andre til at tage sig af undervisningen og administrationen. Jeg er næsten blevet postdoc igen. En god overgang til at blive emeritus!«

SAC har stor social sammenhængskraft. Hver dag klokken ti kommer ph.d.-studerende og postdocs og siger, at der er kaffe. Så mødes man en halv times tid og snakker om videnskab eller noget helt andet. Senere mødes man til frokost. Det uformelle samvær giver mulighed for at få diskuteret, hvad der sker, og om der er noget, der skal snakkes grundigere om. Derudover har de en månedlig fødselsdagsmorgenmad, hvor de gratulerer dem, der har haft fødselsdag den sidste måned, og synger fødselsdagssange. Det sidste synes de udenlandske postdocs og ph.d.-studerende er meget morsomt.

»Meget læring i forskning sker indirekte, snarere end ved konkrete læringsmål. Det jeg gerne vil give mine studerende og postdocs med, er glæden ved at lave forskning. Og en grundholdning

om, at alt skal laves ordentligt helt ned i detaljen. Man skal huske at sætte kommaerne og bindestregerne de rigtige steder – det er der, min røde pen kommer ind i billedet. Så er der en hel masse tekniske ting, som hører med, men dem skal de nok få lært. Jeg har det svært med emner, som er rigtig spændende, men som man ikke rigtigt kan knytte an til observationer: Man kan for eksempel lave modeller af fjerne galakser, men kan ikke teste dem, fordi observationerne mangler. Jeg håber, de studerende forlader os med en forståelse af, at det er i samspillet imellem observationer og teori, at det virkelig spændende sker.«

Endnu engang har vi snakket meget længe. Jørgen Christensen-Dalsgaard er helt utroligt godt selskab. Jeg slukker for mikrofonen og beklager at have taget så meget af hans arbejdstid, men det virker oprigtigt, som om han har nydt at prøve at forklare mig helio- og astroseismologiens mysterier.

Professor Jørgen Christensen-Dalsgaard

Født 1950 i Danmark

Uddannelse: Ph.d. fra University of Cambridge 1978, Postdoc ved Université de Liège, Belgien (1978-80) og Advanced Study Program og High Altitude Observatory, Boulder (1980-1983)

Professor i helio- og astroseismologi, Aarhus Universitet

Leder af Center for Stellar Astrofysik (SAC) fra 2012. Tidligere medlem af European Space Agencys Science Program Committee og Affiliate Scientist, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado; involveret i flere af NASA's missioner.

Modtager af en lang række store nationale og internationale priser og forskningsbevillinger, herunder Carlsbergfondets Forskningspris 2013. Flittigt brugt som formidler af astrofysik-forskning i TV, radio og andre nyhedsmedier. Ridder af Dannebrog
