

KVANT

April 1
2025

Tidsskrift for Fysik og Astronomi 36. årgang



TEMANUMMER OM KVINDER I FYSIKKENS HISTORIE

- PIEDAD DE LA CIERVA • JULIE MARIE VINTER HANSEN • KIRSTINE MEYER
- INGE LEHMANN • HILDE LEVI • LISE MEITNER • HANNA ADLER •
- WEBB FINDER EN NY KLASSE AF OBJEKTER: "LITTLE RED DOTS"
- MASKINER LÆRER AT FORSKE

Løssalgpris: 60 kr.

KVANT

Tidsskrift for Fysik og Astronomi

c/o DTU Space, Centrifugevej 356
DK-2800 Kgs. Lyngby

Hjemmeside : www.kvant.dk

E-mail : kvant@kvant.dk

Facebook  : [KVANT.fysiktidsskrift](https://www.facebook.com/KVANT.fysiktidsskrift)

ISSN (trykt) : 0905-8893

ISSN (web) : 2245-4942

Udgives af

Astronomisk Selskab (AS)

Dansk Fysisk Selskab (DFS)

Selskabet for Naturlærens Udbredelse
(SNU)

Redaktion

Jens Olaf Pepke Pedersen (ansv. red.),
DTU Space

Michael Cramer Andersen,

Christianshavns Gymnasium

Christine Pepke Gunnarsson (nyheds-
redaktør), DTU Electro

Ole Mørk Lauridsen, SNU

Steen Lærke, AS

Maren Mallings, DFS

John Rosendal Nielsen

Lars Occhionero, AS

Dorte Olesen, SNU

Finn Berg Rasmussen,

Niels Bohr Institutet, KU

Svend Erik Rugh

Abonnementspris : 190 kr./år.

Kvant udkommer 4 gange årligt og er med-
lemsblad for de udgivende selskaber.

Abonnement tegnes på www.kvant.dk.

Øvrige henvendelser vedr. abonnement til
Christine Pepke Gunnarsson:

christine@kvant.dk (tlf. 27 51 01 76).

Annoncepriser

1/1 side: 3600 kr., 1/2 side: 2300 kr.

1/4 side: 1600 kr.

Priserne er excl. moms og for reproklart
materiale i farver. Henvendelser om annon-
cer til redaktøren på: kvant@kvant.dk

Tryk

Vestergaards Bogtrykkeri A/S.

Oplag: 3.000.



Produktionsplan

Nr. 2-2025 udkommer ca. 15. juni

Nr. 3-2025 udkommer ca. 15. september

Deadline for mindre bidrag og annoncer
er ca. en måned før, længere artikler skal
modtages to måneder før.

Indhold:

Temanummer om kvinder i fysikkens historie

Maren Mallings 3

Hanna Adler og Kirstine Meyer: De første kvindelige fysikere i Danmark

Anja Skaar Jacobsen 7

Lise Meitner – Hvorfor vi ikke må glemme hende

Anthea J. Coster 16

Nyt fra Selskabet for Naturlærens Udbredelse

Cecilie Pedersen 20

Inge Lehmann – seismologiens pioner

Lif Lund Jacobsen 21

Julie Marie Vinter Hansen – første kvindelige embedsmand på Køben-
havns Universitet

Bente Rosenbeck 25

Hilde Levi – kvinden med isotoperne i Danmark

Liselotte Højgaard 29

Piedad de la Cierva og kvinder i spansk videnskab i Sølvalderen

Carmen Gómez-Fayrén de las Heras 35

Webb finder en ny klasse af objekter: "Little Red Dots"

Kasper Elm Heintz og Laura Fuglsang 40

Minigolf – breddeopgave 114 med kommentar

Jens Højgaard Jensen 43

Maskiner lærer at forske – Kunstig intelligens som værktøj til at forstå
universet

Andreas Nygaard 45

Nyt fra Dansk Fysisk Selskab

Maren Mallings 47

Fra forsker til folk

Dorte Olesen Bagsiden



Dette nummer af Kvant har som tema kvinder i fysikkens historie. De
mange artikler udspringer af en konference afholdt i november 2024 af
Kvinder i Fysik i samarbejde med Niels Bohr Arkivet. På forsidebilledet
ses i øverste række fra venstre Piedad de la Cierva, Julie Marie Vinter
Hansen, Kirstine Meyer og Inge Lehmann. Nederst ses fra venstre Hilde
Levi, Lise Meitner, Hanna Adler og Piedad de la Cierva sammen med
Hilde Levi.

Læs mere om konferencen og de mange kvindelige fysikere på de næste
sider.

Kvant udsendes gratis, i ét eksemplar, til alle gymnasier, seminarier og HTX-
kurser i Danmark, på Færøerne og i Grønland med velvillig økonomisk støtte
fra Niels Bohr Institutet (KU), Institut for Fysik og Astronomi (AU), Institut for
Fysik, Kemi og Farmaci (SDU), DTU Fysik og DTU Electro samt Institut for
Naturvidenskab og Miljø (RUC).

Kvant omdeles med PostNord. Såfremt bladet udebliver, opfordres du til at
kontakte PostNords kundeservice på telefon 70 70 70 30 samt orientere Kvant
på e-mail kvant@kvant.dk, så vi kan sende et erstatningseksemplar.

Temanummer om kvinder i fysikkens historie

Maren Malling, Forperson for Kvinder i Fysik

Formålet med dette temanummer af Kvant er at hædre kvindelige fysikere gennem tiden og sætte fokus på deres betydningsfulde bidrag til fysikken, både i Danmark og internationalt. Jeg håber, at dette temanummer vil inspirere nuværende og kommende studerende, forskere og fysikinteresserede generelt samt bidrage til en bredere forståelse af kvinders rolle i videnskabshistorien.

Konferencen “The Women of NBI – Then and Now”

Den 12.-13. november 2024 afholdt *Kvinder i Fysik* i samarbejde med Niels Bohr Arkivet en konference med titlen *The Women of NBI – Then and Now*. Konferencen satte fokus på kvinders betydningsfulde bidrag til Niels Bohr Institutets tidlige historie og deres fortsatte rolle og indflydelse i dag.

Konferencen strakte sig over to indholdsrige dage med et varieret program, hvor deltagerne blev præsenteret for historien om de banebrydende kvinder fra NBI's tidlige år samt en række oplæg fra nutidige kvindelige fysikere, der delte deres forskning og karriereveje.

Højdepunktet på konferencen var en inspirerende keynote-præsentation af Anthea J. Coster, Assistant Director og Principal Research Scientist ved MIT Haystack Observatory. Hendes foredrag handlede om Lise Meitners liv og hendes banebrydende arbejde inden for kernefysik, særligt opdagelsen af fission. Præsentationen blev afholdt som et offentligt foredrag i det imponerende Lundbeckfond Auditorium på Københavns Biocenter, og tiltrak et stort publikum.

Programmet bød desuden på en perlerække af inspirerende indlæg fra førende forskere og fagfolk og fremhævede kvinders betydning for Niels Bohr Institutet, både historisk og i nutiden. Tak til alle oplægsholderne: Liselotte Højgaard, Christian Joas, Namiko Mitarai, Lene Oddershede, Sarah Pearson, Bente Rosenbeck, Anja Skaar Jacobsen, Rob Sunderland, Irene Tamborra og Elisabeth Ulrikkeholm. Desuden en stor tak til vores paneldeltagere Anja C. Andersen, Anthea Coster, Lif Lund Jacobsen og Joachim Mathiesen, som bidrog til at skabe en livlig debat om fremtiden for kvinderne på NBI.

Se det fulde program på næste side og fotos fra konferencen på side 5.

Indholdet i dette temanummer er inspireret af og bygger delvist på de præsentationer, der blev givet ved konferencen.

Kvinder i fysik gennem tiden

Det kan være en udfordring at skabe et retvisende billede af kvinders rolle i fysikkens historie, da de har været i markant undertal, og traditionelle historiebøger ofte fokuserer på de fremtrædende mænd i faget. Dog er der en række vigtige milepæle, som fortjener

opmærksomhed, hvilket fremgår af den tidslinje, der præsenteres på side 6.

2025 – et jubilæumsår

I år markeres 150-året for kvinders adgang til Københavns Universitet – og dermed til højere uddannelse i Danmark. Jubilæet markeres med en række aktiviteter, som kan findes på <https://kvinder150.ku.dk>.

Som det fremgår af tidslinjen, dimitterede de første kvindelige fysikere, Kirstine Meyer og Hanna Adler, allerede i 1892. Dog skulle der gå 127 år fra kvinders adgang til universitetet i 1875, før Dorth Dahl-Jensen i 2002 blev den første kvinde udnævnt som professor i fysik i Danmark.

Kvinder i fysik i dag

I dag ser vi heldigvis flere kvinder, der studerer og arbejder inden for fysik i Danmark. I 2024 var 70% af de nye bachelorstuderende på fysikuddannelsen ved Københavns Universitet dog stadig mænd.

Inden for forskningen er kønsfordelingen stadig skæv. Eksempelvis har andelen af kvindelige ph.d.-studerende ved Danmarks Tekniske Universitet ligget stabilt på 36% i perioden 2014-2023. Derudover falder andelen af kvinder markant fra kandidat- og ph.d.-niveau til de højere karrieretrin, hvilket resulterer i en meget lav andel af kvindelige professorer i fysik. I dag er der kun 16 kvindelige fysikprofessorer i Danmark, heriblandt¹:

- Niels Bohr Institutet: Anja C. Andersen, Charlotte Fløe Kristjansen, Christine Hvidberg, Dorth Dahl-Jensen, Irene Tamborra, Marianne Vestergaard.
- Institut for Fysik og Astronomi, Aarhus Universitet: Liv Hornekær.
- DTU Fysik: Cathrine Frandsen, Jane Hvolbæk Nielsen, Susan Stipp, Kristina Jørkov Thomsen.
- DTU Space: Louise Sandberg Sørensen.
- DTU Energi: Luise Theil Kuhn.
- DTU Sundhedsteknologi: Anja Boisen.
- DTU Bioengineering: Winnie E. Svendsen.
- RUC: Kristine Niss.

Hvis denne tendens skal vendes, kræves ambitiøse initiativer, der ikke blot sikrer bedre repræsentation, men også understøtter en kultur, hvor alle talenter kan trives og udvikle sig. En vigtig del af dette arbejde er at fremhæve kvindelige rollemodeller i faget og at understøtte en kultur, hvor fysik ikke opfattes som værende knyttet til bestemte kønsmæssige stereotyper.

¹Universiteterne i Danmark offentliggør ikke kønsopdelte statistikker over ansatte. Det kan derfor være, at nogen er blevet overset.

Kvindens betydning i et bredere videnskabeligt perspektiv

Kvindens bidrag til fysikken har også haft stor betydning i relaterede discipliner såsom astronomi, ingeniørvidenskab og klima- og miljøforskning. Mange af de fremskridt, vi ser i dag, bygger på fundamentale opdagelser og metoder udviklet af kvindelige forskere, hvilket understreger vigtigheden af at anerkende og udbrede deres bidrag på tværs af videnskabelige felter.

KIF – Netværk for Kvinder i Fysik

Dette temanummer er udarbejdet på initiativ af Kvinder i Fysik (KIF), en sektion af Dansk Fysisk Selskab. KIF arbejder for at synliggøre kvindens bidrag til fysikken og for at skabe et stærkt fagligt og socialt netværk. Mere information kan findes på KIFs hjemmeside, hvor der også er adgang til ressourcer som bøger og artikler om emnet: kvinderifysik.dk.

Opfordring til handling og refleksion

Jeg håber, at dette temanummer ikke blot vil informere, men også inspirere læserne til at reflektere over kvindens

rolle i fysikken – både historisk og i dag. Der er fortsat brug for handling for at sikre lige muligheder og en bredere anerkendelse af kvindens bidrag til videnskaben. Derfor opfordres alle – studerende, forskere og videnskabsinteresserede – til at deltage i debatten, støtte initiativer for ligestilling og være med til at fremme en mere inkluderende videnskabskultur.

Tak til alle bidragsydere

På vegne af Kvinder i Fysik vil jeg gerne takke alle, der bidrog til at gøre konferencen til en mindeværdig begivenhed. En særlig tak går til de engagerede oplægsholdere, der med deres indsigt og ekspertise har hjulpet med at fremhæve kvindelige fysikers uvurderlige rolle i videnskaben – både historisk, aktuelt og fremadrettet. Ligeledes stor tak til forfatterne bag artiklerne i dette temanummer, der bidrager til at sætte spotlight på vigtige rollemodeller og deres arbejde.

Jeg håber, at temanummeret vil vække interesse og inspiration hos vores læsere!

Maren Mallings

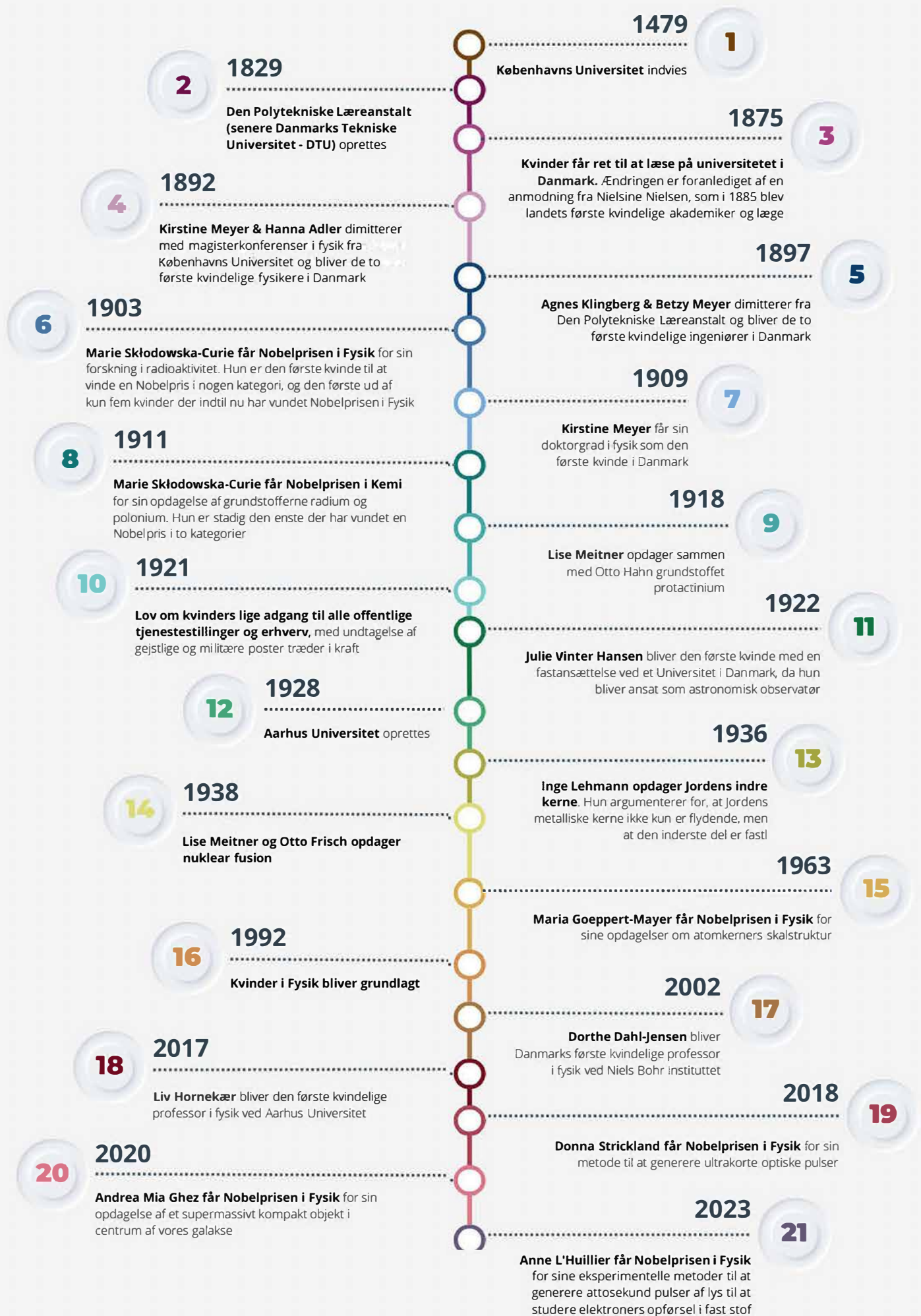
Forperson for Kvinder i Fysik

TUESDAY 2/11-2024	WEDNESDAY 3/11-2024
Opening <i>Maren Mallings, Chair of Kvinder i Fysik</i>	From Academia to Industry <i>Elisabeth Ulikkeholm, Principal Scientist, FOSS</i>
Hanna Adler and Kirstine Meyer: The first women physicists in DK <i>Anja Skaar Jacobsen, Researcher Department of Science Education, UCPH</i>	Biocomplexity: A Physicist Approach to Life <i>Namiko Mitarai, Associate Professor Niels Bohr Institute</i>
Women in the Early History of NBI <i>Christian Joas, Director, Niels Bohr Archive</i>	Discussion session <i>Elisabeth Ulikkeholm Moderator: Anja Skaar Namiko Mitarai Jacobsen</i>
At and Beyond the Frontline of Research <i>Lene Oddershede, Senior Vice President Professor, Novo Nordisk Foundation</i>	Julie Vinter Hansen <i>Bente Rosenbeck, Professor Emerita Dept. of Nordic Studies and Linguistics</i>
Discussion session <i>Anja Skaar Jacobsen Lene Oddershede Christian Joas Moderator: Maren Mallings</i>	Decoding Dark Matter with Stellar Streams <i>Sarah Pearson, Assistant Professor Niels Bohr Institute</i>
Margrethe Bohr <i>Rob Sunderland, Head Archivist, Niels Bohr Archive</i>	Messengers of Cosmic Booms <i>Irene Tamborra, Professor, Niels Bohr Institute</i>
Hilde Levi <i>Liselotte Højgaard, Professor Rigshospitalet, UCPH and DTU</i>	Discussion session <i>Bente Rosenbeck Irene Tamborra Sarah Pearson Moderator: Emilie Skullberg, NBA</i>
Discussion session <i>Rob Sunderland Liselotte Højgaard Moderator: Christian Joas</i>	Panel Discussion <u>Panelists:</u> • Anja. C. Andersen, Professor at NBI, UCPH • Anthea J. Coster, Assistant Director, MIT Haystack Observatory • Lif Lund Jacobsen, Natural History Museum Denmark, UCPH • Joachim Mathiesen, Head of Institute, NBI <i>Moderator: Maren Mallings, Chair of Kvinder i Fysik</i>
Keynote presentation: Lise Meitner - Her Life and the Discovery of Fission <i>Anthea Coster, Assistant director and Principal research scientist MIT Haystack Observatory</i>	

Program for konferencen "The Women of NBI – Then and Now". På næste side: billeder fra konferencen. Fotos: Cecilie Hede Cold, Christian Joas, Emilie Skullberg og Maren Mallings.



TIDSLINJE - KVINDER I FYSIK



Hanna Adler og Kirstine Meyer: De første kvindelige fysikere i Danmark

Anja Skaar Jacobsen, Niels Bohr Arkivet og Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.

I 2025 er det 150 år siden, kvinder fik lov til at studere på universitetet i Danmark. Ti år senere, i 1885, satte to veninder sig for at læse fysik på det hæderkronede Københavns Universitet. Det var Hanna Adler (1859–1947) og Kirstine Meyer (1861–1941). De blev begge mag.scient. i fysik i 1892. Men Adler og Meyer gjorde sig ikke bare bemærket som de første kvindelige fysikere. I artiklen fortæller jeg om de to bemærkelsesværdige kvinder, deres forskellige familiebaggrunde, studietid og arbejdsliv og hvilken betydning de fik i deres samtid.



Figur 1. Portræt af Jenny Adler med sine tre døtre Ellen, Hanna og Emma 1868. Maleri af Julius Exner. Den Hirschsprungske Samling. Wikimedia Commons.

Det er det første Skridt, det kommer an paa.

Folketingsmedlem Elna Munck 1925
[1, s. 109]

Hanna Adler grundlagde den første egentlige fællesskole i Danmark, hvor piger og drenge blev undervist sammen baseret på pædagogiske principper. Dermed lagde hun fundamentet for ligestilling mellem kønnene i skolen. Det var på det tidspunkt yderst sjældent at se en kvindelig leder, navnlig for en skole, hvor der også gik drenge, så også på det punkt var hun en sand pioner.

Kirstine Meyer (født Bjerrum) var den første kvinde, der blev dr.phil. i fysik; hun var endda den første kvinde, der opnåede en doktorgrad i et naturvidenskabeligt fag overhovedet. Forinden modtog hun en guldmedalje fra det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab for en afhandling om teoretisk termodynamik. Hun blev en pioner som fysikhistoriker, og flere af hendes historiske afhandlinger særligt om Ole Rømer og H.C. Ørsted, er den dag i dag stadig toneangivende værker. Alt det opnåede hun, mens hun samtidigt arbejdede som Danmarks første kvindelige fysiklærer på forskellige skoler

og tog aktivt del i reformarbejdet på skoleområdet. Det er således Kirstine Meyer, vi i dag kan takke for, at der blev indført elevforsøg i gymnasiets fysikundervisning.

Kvindens uddannelses- og jobmuligheder i slutningen af 1800-tallets Danmark

I 1857 fik ugifte kvinder over 25 år personlig myndighed i Danmark (det var 12 år efter Norge indførte denne ret); gifte kvinder fik den først i 1880. Med denne ret fik kvinder råderet over de penge, de selv tjente. Fra midten af århundredet blev det muligt for ugifte kvinder at ernære sig som lærerinder. I København uddannede hundredvis af kvinder sig efterfølgende til lærerinder på Nathalie Zahles Seminarium. De kunne dog ikke få fast ansættelse på offentlige skoler, kun på private, og per dekret skulle kvinder have en tredjedel lavere løn end deres mandlige kolleger efter devisen, at mænd skulle forsørge en familie. På Zahles skole kunne kvinder også tage institutbestyrerindeeksamen, der gav dem mulighed for at starte og bestyre en privat skole [2].

Det Moderne Gennembrud i perioden 1870–1890 var en opbrudstid, hvor der blev sat spørgsmålstejn ved alle autoriteter, og der skete store samfundsmæssige ændringer. Nøgleordet var frigørelse fra gamle overbevisninger specielt den dominerende kristenkultur, og frihed og fritænkning blev sat i højsædet både intellektuelt og politisk. Kvinderne ville også være med, og de ville have mulighed for at dygtiggøre sig. Det afspejledes blandt andet i medlemstallet i Dansk Kvindesamfund, der steg drastisk fra 172 i 1876 til 1053 i 1887. Dansk Kvindesamfund blev oprettet i 1871 som en upolitisk sammenslutning, der skulle arbejde for at forbedre kvindernes stilling i samfundet. I 1880'erne arbejdede foreningen først og fremmest for ligestilling i ægteskabet, kvinders uddannelse og kvinders mulighed for selverhverv. Først i starten af 1900-tallet meldte Dansk Kvindesamfund sig på banen i forhold til spørgsmålet om valgret, som kvinder i Danmark som bekendt fik i 1915 [3].

Danmark var det fjerde europæiske land der i 1875 gav kvinder adgang til universitetet efter Schweiz, Frankrig og Sverige, mens det visse steder i Amerika allerede skete i slutningen af 1830'erne. I Danmark var der dog lige det aber dæbei, at for at blive immatrikuleret ved universitetet skulle man være student, og kvinder fik først adgang til gymnasierne med skolereformen i 1903. For at takle den forhindring oprettede Nathalie Zahle et artiumkursus (studenterkursus) for kvinder i 1877, og når de havde fulgt det, kunne de indstille sig til studentereksamen ved en af byens lærde skoler. Alternativt kunne kvinderne forberede sig til studentereksamen gennem privatundervisning. I 1886 indvilgede Zahle i at afholde studentereksamen for kvinder, men det var kun modstræbende, for hun betragtede ikke studentereksamen som det ideale dannelsesgrundlag for unge kvinder. Stipendier til finansiering af universitetsstudier var forbeholdt mænd, men fra 1876 begyndte der gradvist at blive oprettet stipendier også til kvindelige studenter [4, 5].

Efter endt universitetsstudium var det yderst begrænset, hvad kvinder måtte bruge deres nyerhvervede

uddannelse til. Universitetet var lukket land ligesom for eksempel hospitaler for de kvindelige læger, og ligeså alle andre offentlige institutioner. Først i 1921 blev det muligt for kvinder at få offentligt embede, hele 46 år efter de fik lov at studere på universitetet og seks år efter kvinder fik valgret.



Figur 2. Fra 1874 boede familien Adler i et palæ på adressen Ved Stranden 14 skråt overfor Christiansborg (kbhbilleder.dk/kbh-museum/26647).

Hanna Adlers baggrund

Hanna Adler blev født i 1859 i en ekstremt rig, privilegeret og liberalt indstillet jødisk bankfamilie. Hendes far David Baruch Adler (1826–1878) var en succes- og indflydelsesrig finansmand og politiker for partiet de nationalliberale. Hannas mor Jenny, født Rafael (1830–1902), var ud af en velstående engelsk jødisk familie. Hanna var den næst yngste af seks børn. Hun havde en ældre søster Emma og en yngre søster Ellen foruden tre brødre. Ellen blev senere gift med fysiologen Christian Bohr og blev mor til Niels og Harald og deres storesøster Jenny Bohr.

Hanna Adlers opvækst og uddannelse

Hanna var en usædvanligt uafhængig og frigjort kvinde; hun var egenrådig, ukuelig, målrettet og energisk. Den lille stolte kvindes fascinerende stærke personlighed har med stor sandsynlighed givet inspiration til figuren Jakobe Salomon i Henrik Pontoppidans roman Lykke-Per. Et af grundtrækkene i Hannas karakter var en udpræget retfærdighedssans. Den meget forskelligartede opdragelse, der blev givet piger og drenge, ikke mindst, når de kom i skole, åbnede tidligt Hannas øjne for den uretfærdighed, der gav kvinden ringere kår end manden [6, s. 21].

Adlersøstrene modtog som børn privatundervisning, men derudover ved vi forsvindende lidt om deres

barndom og tidlige uddannelse. Ellen nævner langt senere i et brev til Niels og Margrethe Bohr en lærerinde, søstre blev undervist af som børn, og i den forbindelse at Hanna altid blev regnet som vigtig og klog, mens Ellen med egne ord "blev betragtet som meget dum" [7]. Hanna var helt sikkert meget højt begavet, og det har måske fået Ellen til at føle sig dum i sammenligning med hende, men Ellen var selv et meget klogt og begavet menneske. Deres mor Jenny ligeså, og hun støttede varmt op om kvinders ret til uddannelse. Hun var en af hovedkræfterne bag Kvindelig Læseforening, der i 1872 blev oprettet af en stor gruppe kvinder, og som hun støttede med økonomiske midler og engagement.

Foreningen fik afgørende betydning for, at borgerlige kvinder kunne få deres behov for et bibliotek opfyldt. De var nemlig ikke velkomne i mændenes læseklub Athenæum med dets store bogsamlinger og læsesale. Kvindelig Læseforening blev et godt alternativ med gode og moderne biblioteksforhold. Foreningen gav kvinderne muligheder for udvikling og uddannelse gennem alsidig læsning, og de kunne her følge med i tidens kulturelle og politiske strømninger. På den måde blev Kvindelig Læseforening et vigtigt forum i kvindernes kamp for selvstændighed og borgerlige rettigheder. Hanna Adler blev medlem af Kvindelig Læseforening i 1879 [8].



Figur 3. Somrene tilbragte familien nord for den stinkende og larmende by i deres andet hjem, det storslåede Nærumgaard, som D.B. Adler erhvervede i 1867. Her er landstedet fotograferet i 1905 efter det var blevet overdraget til Københavns Kommune som børnehjem. (Niels Bohr Arkivet).

Jenny gik også ind i filantropisk arbejde. Sammen med veninden og filantropen Louise Harbou grundlagde hun foreningen Smaabørns Vel i 1885. I 1886 testamenterede Jenny Nærumgaard til et børnehjem for fattige københavnske børn "uden hensyn til trosbekendelse." Planen blev ført ud i livet efter Jennys død i 1902. Louise Harbou opdrog alle sine fire døtre, som var Hannas tætte veninder, til at gå ind i filantropisk arbejde. Det filantropiske arbejde lå derfor heller ikke Hanna fjernt. Hun viede, som vi skal se, sit liv til arbejdet for andre gennem sin fællesskole, som hun også skænkede til Københavns Kommune i 1918. I den forbindelse blev skolen omdøbt til Sortedams Gymnasium. Efterfølgende

fortsatte Hanna som rektor, indtil hun blev pensioneret i 1929, men hun frasagde sig sin rektorgage, som hun i stedet ønskede brugt til et børnesagslegat i hendes navn [9, 10].

Hannas søster Ellen deltog sammen med andre unge kvinder af borgerskabet i privatundervisning om naturvidenskab i foråret 1880, nemlig i de af Christian Bohr underviste "physiologo-anatomo-chemico-physiko-videnskabelige Timer, der forresten for i Aar ere afsluttedes med en Skovtur forleden Dag." [11] Det er meget sandsynligt, at Hanna også deltog i de timer. Ellen og Christian blev gift det efterfølgende efterår, og Ellen fortsatte aldrig sine studier derefter, men det gjorde Hanna. I 1882 opgav Hanna sin drøm om at blive pianist, sandsynligvis på grund af tiltagende hørevanskeligheder. Hun ønskede nu i stedet at tage studentereksamen med henblik på højere uddannelse. På symbolsk vis klippede hun sit hår kort og meldte sig ind i Dansk Kvindesamfund (i 1884). Ellen og Emma blev også medlemmer af Dansk Kvindesamfund de år ligesom hele familien Harbou. Hanna sympatiserede med kvindebevægelsen, men blev aldrig aktivist eller agitator. På sin egen meget direkte facon skrev Hanna til Niels og Margrethe Bohr i juni 1915 i forbindelse med fejringen af kvindernes valgret:

Paa Grundlovsdagen på Lørdag gaar fru Meyer og jeg med i det store Kvindetog; Din Mor ved ikke, om hun kan taale at staa saa længe, og Jenny (Niels' storesøster) er vist heller ikke stærk nok. Adlers Pigebørn er for reaktionære eller væddeløbslystne til at gaa med¹ [12].

Et fremtrædende medlem af Dansk Kvindesamfund helt fra 1876, var den indflydelsesrige kulturliberale politiker og pædagog Herman Trier, der var en nær ven af Adler-familien. Han og Emma Adler blev gift i 1903. Han arbejdede aktivt for kvinders valgret, og ligesom Hanna plæderede han for den konfessionsløse skole. Han blev en vigtig sparringspartner for Hanna i pædagogiske og skolepolitiske spørgsmål [13, 14]. På Dansk Kvindesamfunds medlemsliste fra 1887 finder vi også den allestedsnærværende professor i filosofi Harald Høffding, som blev en nær ven og støtte for de kvindelige studerende [15].

Sammen med sine tætte veninder søstre Alvilda og Inger Harbou startede Hanna på Nathalie Zahles artiumkursus i 1883. Hanna brød sig imidlertid ikke om frøken Zahles skole, og alle tre forlod artiumkurset og tog privatundervisning i stedet. Vi kan kun gisne om, at Hannas utilfredshed måske skyldtes hendes generelle modvilje mod rene pigeskoler, det faktum at Zahle i bund og grund aldrig gik ind for kvindens ligestilling, eller måske var det skolens kristne forankring, der frastødte Hanna; eller måske var det alt det her nævnte.

Det var i den private studiegruppe i matematik, at Hanna mødte Kirstine Bjerrum for første gang. Deres privatlærer var matematikeren Ejgil Schmidt, som

¹Jeg er ikke andre steder stødt på, at medlemmer af Adler-familien skulle have været interesseret i væddeløb, men måske var det en frase eller en talemåde hvormed Hanna beskrev hvad borgerskabet sædvanligvis foretog sig om lørdagen.

ønskede at inkludere Kirstine i gruppen. Tilsyneladende var Hanna først skeptisk overfor at lukke en kvinde fra almuen ind i studiegruppen, men den følelse blev gjort til skamme det øjeblik hun mødte Kirstine; de to kvinder blev veninder for livet [9, s. 38-40]. De fire veninder blev studenter i 1885. Der var hele syv kvindelige studenter det år, mens der var 12 i alt på de foregående ti år [16]. Hanna Adler var da 26 år gammel. Det efterfølgende år tog hun institutbestyrerindeeksamen på Zahles skole og fulgte sammen med Kirstine filosofikum hos Harald Høffding, hvorefter de sammen startede på fysikstudiet. Inger og Alvilda læste matematik; Alvilda skiftede senere til medicin, og Inger døde i en alt for ung alder af tuberkulose allerede i 1894 [17]. Senere blev matematikeren Thyra Eibe tilknyttet kredsen omkring Hanna.



Figur 4. Der er næppe noget, der er overladt til tilfældighederne, når Hanna i 1890 lod sig portrættere på sin trehjulede cykel, som hun brugte som transportmiddel, når hun opholdt sig på Nærumgaard. Hun må have været blandt de allerførste der anskaffede sig en moderne cykel, som kom frem i 1880'erne. For kvinderne blev cyklen et symbol på kvindefrigørelse, da de på den kunne transportere sig selv frit omkring uden mandlig assistance. [19] (Niels Bohr Arkivet).

Der eksisterer en anekdote om Harald Bohr, der som tiårig var til sin kusine Ada Adlers studenterfest. Han blev da spurgt, hvad han ville være, når han blev stor, hvortil han skulle have svaret, at han godt ville være student, hvis altså drenge også kunne blive det [18]. Selvom det blot er en anekdote, antyder den, at det ikke var gået Haralds næse forbi, at det vrimlede med bemærkelsesværdigt stærke, højtbegavede og højtuddannede kvinder i familien og specielt i "moster Hannes" omgangskreds. Det er sandsynligt, at han som

barn nærmest kun kendte til kvindelige studenter, endnu ikke de mandlige.

Fysikstudiet

Det er kun fra Kirstine Meyers værdifulde erindringer fra 1925, vi har fået indblik i hvordan det var for de to første kvinder at læse fysik på Københavns Universitet og Polyteknisk Læreanstalt. I det følgende citeres det meste af Kirstines fine skildring heraf. Ifølge hende, blev de to taget rigtig godt imod af de fleste professorer:

naar jeg har sagt ja til at berette lidt om vore Erfaringer fra de svundne Dage, kunde jeg næsten ønske, at jeg havde at fortælle om Bryderier, der kunde give et Slags Martyrium for den fælles Sag, saa sandt som overstandne Besværligheder vilde give Fortællingen Krydderi, men saaledes ligger Landet ikke — tværtimod. Naar jeg har indvilliget i at skrive lidt om vor Studietid, er det nærmest en Følelse af Taknemmelighed, der har drevet mig, Taknemmelighed overfor vore Universitetslærere, der ikke blot tog godt imod os, men som viste os Venlighed — og for mit Vedkommende gav Støtte — langt ud over Studietiden [16].

Professoren i fysik Christian Christiansen, i kemi S.M. Jørgensen og Odin Christensen og i astronomi T.N. Thiele

modtog os altsaa med den selvfølgelige Velvilje, som en Universitetsprofessor viser studerende, der kommer til ham af Interesse for hans Fag; de gjorde os den største Tjeneste ved hverken at være uvenlige mod os eller give os en begunstiget Særstilling og lettede derved Forholdet til de mandlige Kammerater. Først da vi havde vist, at vor Interesse var varig, og at vi vilde gøre et ordentligt Arbejde, blev deres Velvilje mere personlig farvet, men saa var den ogsaa af holdbar og aktiv Art ... Den eneste specielle Foranstaltning, der blev taget af Hensyn til os, var, at Professoren i Kemi, S.M. Jørgensen, lod indrette et Omklædningssted for os i et af Lagerrummene ved Laboratoriet, ellers blev vi behandlere som de andre studerende [16].

Én professor går dog over i historien som klar modstander af kvindelige studerende på universitetet:

Vor berømte Kemiker Julius Thomsen var ikke en Ven af Kvindens Adgang til Studier; han vilde ignorere hendes Existens. Da den nye polytekniske Læreanstalt blev bygget i 1888, var Thomsen dens Direktør; han modsatte sig, at der ved Indretning af Toilet- og Omklædningsrum blev taget Hensyn til, at der kunde være Kvinder blandt de studerende; Øjnene skulde være lukkede for denne Mulighed [16].

Forholdet til de mandlige studerende var fint, fortalte Kirstine:

Forholdet til de studerende voldte ingen Vanskelighed; de var venlige og hjælpsomme og ved Øvelserne, hvor man har mere med hinanden at gøre end ved Forelæsninger, gik alt fornøjeligt og behageligt ... Professoren i Geologi var dog noget nervøs ved at have én kvindelig Tilhører sammen med de mange Mænd; af Hensyn til hende mødte han da altid overordentlig præcis til sine Timer for at gøre det muligt for hende at gøre den Tid, hun skulde være alene med sine mandlige Kammerater, ganske kort; da hun meldte sig som Deltager i en Excursion til Bornholm, formaaede han uden hendes Vidende én af sine kvindelige Bekendte til at tage med, for at hun ikke skulde føle sig ene. Det var omsorgsfuldt – men unødvendigt [16].

Fysikstudiet hos Christiansen var ret frit. “Christiansen holdt ikke af den metodiske Tilrettelæggelse for et Specialstudium.” Ifølge Meyer måtte man selv lære at orientere sig i og afgrænse den relevante litteratur. Dog viste Christiansen de fysikstuderende det værdifulde i at læse originalafhandlinger:

Christiansen gennemgik saaledes Maxwells “Electricity and Magnetism” med os; det var hans egen første Læsning af Bogen, og den Interesse, han selv viste, gav os Lyst til at gaa til Kildeskrifter i Steden for til Haandbøger paa Omraader, hvor man ønskede dybere Viden [16].

Både professor og de studerende havde nok mere tid til studierne dengang. Det var i den forbindelse, at Kirstines interesse for fysikhistorien blev vakt. I Hannas breve hjem fra Amerika i 1892–93 jokede hun med, hvordan alene det at nævne James Clerk Maxwells navn gjorde, at hun straks var på bølgelængde med de fysikprofessorer hun opsogte på sin rejse:

Der existerer en Trylleformel, som bevirker, at man kommer til at nyde den mest kvalificerede Agtelse. Man beder om at vises hen til den fysiske Professor og saa siger man blot ordet “Maxwell”. Ligesom Prinsessen i Andersens Æventyr beviste, at hun var Prinsesse ved at kunne føle Ærten gennem Dynerne, beviser man her at man er Fysiker ex professo ved dette lille Ord [20].

I 1892 tog Hanna og Kirstine magisterkonferensen i fysik og fik dermed titlen mag.scient. Hanna var da 33 år, Kirstine 31. Hannas konferens (lidt mere omfattende end et speciale i dag) var af eksperimentel karakter og havde titlen “Luftarternes varmeledningsevne med særligt hensyn til de eksperimentelle undersøgelser om dens størrelse og dens afhængighed af tryk og temperatur” [9].



Figur 5. H. Adlers Fællesskole på Sortedams Dossering 97 med den firkantede bæk rundt om lindetræet i forhaven. (kbhbilleder.dk/kbh-museum/66220).

H. Adlers fællesskole

Allerede inden fysikstudiet vidste Hanna, at hun ville gøre det praktiske pædagogiske arbejde til sin livs-opgave. Det var også i overensstemmelse med hvad hendes jobmuligheder var i praksis. Med eksamen som institutbestyrerinde blev hun i stand til at starte sin egen skole. Kvinder havde erhvervet retten til at råde over egne penge, og Hanna var født til stor rigdom og havde økonomisk uafhængighed, så hun skulle ikke tage hensyn til andres hverken velvillighed, støtte eller midler for at nå sit mål; måske lige bortset fra sin mors. Inden for de muligheder, der på det tidspunkt var givet kvinder, kunne hun gøre, som hun ville. Og hun ville drive sin egen skole, ikke fordi hun behøvede det som en levevej, men fordi hun ganske uegennyttigt brændte for børnene og ungdommen og for at klæde dem på hver især til livet som menneske. Hun rejste til Amerika i vinterhalvåret 1892–1893 for at studere fællesskoler, som var langt mere almindelige der. Efter hjemkomsten købte hun en stor villa ved Sortedamssøen for 66.000 kr. plus 10.000 kr. til istandsættelser. Bortset fra den tredjedel hendes mor bidrog med, finansierede Hanna villaen af egen lomme suppleret med egne lån [9, s. 71].

Man havde i vid udstrækning fællesskoler på landet, hvor skolegang var af langt mindre omfang end i byerne, men for borgerskabets real- og latinskoler i København var det et ganske nyt fænomen, da Hanna Adler slog dørene op for sin fællesskole i september 1893. Med forbillede i den amerikanske fællesskole, var skolen hendes bidrag til kampen for ligestilling mellem manden og kvinden i Danmark. Der skulle gå mere end fyrre år før fællesskolen blev gennemført som princip i Københavns Kommune (1946).

Ud over at skolen underviste drenge og piger sammen, hvilede skolen på pædagogiske principper, der selv set ud fra nutidens standarder var meget innovative. Modulerne varede for eksempel kun 25 minutter ad gangen, og tavlen var så stor, at alle elever i en klasse (der var max 22) kunne skrive på den på samme tid. Skolen var hyggeligt indrettet; der var vaser med blomster i

vinduerne og hvide duge på de opdækkede borde i spisesalen. I overensstemmelse med hendes egen ateistiske overbevisning var H. Adlers Fællesskole konfessionsløs, men hun sørgede for, at religionstimerne, som i øvrigt var frivillige, blev varetaget af kompetente præster.



Figur 6. Rektor Hanna Adler. Billedet er fra perioden 1911–1925. Fotograf Julie Laurberg. Det Kgl. Biblioteks billedsamling.

Som rektor var Hanna Adler allestedsnærværende på skolen, og hun havde et indgående kendskab til hver enkelt elev og deres forældre. Hun underviste altid 1. klasse i aritmetik, netop for at lære eleverne at kende. Derudover underviste hun 3. klasse i geografi. Her skulle eleverne først lære, hvad meningen er med et kort, så de skulle opmåle og skitsere først klasseværelset, så legepladsen og siden spisestuen i hjemmet. Den øvelse minder lidt om den, eleverne kan møde i gymnasiets første fysiktime nu til dags. I perioden 1902–1904 underviste Hanna også fysik [21, 22].

Hanna modtog hver dag alle elever med håndtryk på trappen, og bød dem ligeledes alle farvel igen om eftermiddagen. Hun fulgte med stor interesse med i deres videre færden efter endt skoletid. Pedellen og rengøringspersonalet blev opfattet som lige så vigtige som lærerkræfterne. Hanna ansatte mange fornemme lærere gennem tiderne. Blandt lærerne i naturvidenskab og matematik finder vi fysikeren H.M. Hansen, nevøen Harald Bohr og en kort periode i 1911 Niels Bohr. Thyra Eibe og Kirstine Meyer underviste de ældste klasser i matematik og fysik.

Hanna Adler blev en stærk rollemodel og mentor for de næste generationer af kvindelige matematikere og fysikere navnlig Inge Lehmann og Helga Lund, der gik på hendes skole. Men Hanna Adler var en stærk rollemodel og inspiration for både kvinder og mænd, ikke mindst for sine nevøer Harald og Niels, hvis opvækst hun engagerede sig levende i og fulgte tæt hele livet. Hendes særegne og egenrådige ledelsesstil

inspirerede måske i særlig grad Niels Bohr, som ledte sit institut på en måde, der godt kunne minde lidt om “moster Hannes.” Bohr var også allestedsnærværende på sit institut. Han er for eksempel kendt for sin ihærdige involvering i både planlægningen, bygningen og siden administrationen og udvidelsen af sit institut ved siden af sin forskning og sit samarbejde med de mange udenlandske gæsteforskere.



Figur 7. Rektor Hanna Adler blandt sine elever og medarbejdere 1920. Det Kgl. Biblioteks billedsamling.

Hanna Adler skubbede ikke til konventionerne og de sociale normer, der satte rammerne for kvinders selvstændige udfoldelse, men hun støttede kvindesagen og udtømte de muligheder kvinder havde. For egne midler skabte hun sig et i hendes øjne rigt og meningsfuldt liv. Hendes bidrag og aktive pædagogiske virke gjorde en stor forskel for rigtig mange i hendes samtid. Et tydeligt vidnesbyrd om hvor enestående elsket, respekteret og agtet Hanna Adler var blandt sine tidligere elever og medarbejdere udspillede sig i forbindelse med, at den tyske besættelsesmagt indledte sin forfølgelse af de danske jøder i oktober 1943. Tidligt om morgenen d. 5. oktober blev Hanna arresteret sammen med blandt andre sin niece Rigmor Adler og grandniece Paula Strelitz, da de ligesom andre jøder forsøgte at flygte til Sverige. Hanna var på det tidspunkt 84 år gammel, men tog arrestationen “rank som en Dronning.” De blev interneret i Horserødlejren, og Hanna tog opholdet med ophøjet ro: “Saa har jeg ogsaa prøvet at være i Fængsel ... det havde jeg ikke troet, jeg skulde.” [23]. Ved en bemærkelsesværdig lynaktion lykkedes det nu i al hast en lille gruppe tidligere elever, deriblandt Inge Lehmann, at få skrevet en indtrængende appel til den øverstbefalende nazist i Danmark Werner Best om ikke at deportere Hanna Adler til Theresienstadt. Med utrolig ihærdighed og koordinering lykkedes det

yderligere gruppen at få omkring 400 tidligere elever til at komme forbi Højbro Plads indenfor et kort tidsrum d. 7. oktober, så de kunne sætte deres underskrift på appellen. Den blev efterfølgende overbragt Werner Best via Udenrigsministeriet d. 8. oktober. Redningsaktionen blev en succes, og Hanna blev løsladt fra Horserødlejren d. 2. november og boede resten af besættelsestiden hos sin veninde, matematikeren Thyra Eibe. Paula Strelitz slap ud af lejren med falske papirer, mens Rigmor blev sendt til Theresienstadt; hun vendte først hjem igen efter krigens afslutning [24, 25]. Hanna døde i 1947 88 år gammel.



Figur 8. Harald Bohr, Hanna Adler og Niels Bohr 1925. Niels Bohr Arkivet.

Kirstine Meyers opvækst og uddannelse

Kirstine Bjerrum blev født i 1861 i Skærbæk i Sønderjylland, som efter krigen i 1864 kom til at høre under Tyskland. Hendes far Niels Janniksen Bjerrum (1826–1880) var farver og gårdejer og gift med “min udmærket dygtige og arbejdsomme og meget afholdte moder” Christiane Degn (1826–1877). Forældrene var stærkt forankret i højskolebevægelsen og var også aktive i den gryende dansknationale bevægelse i området. “Hjemmet var meget gæstfrit og livligt af et bondehjem at være. Børnene var med i alle interesser og blev tidligt prægede af hjemmets respekt for åndelig dannelse” [26].

Efter forældrenes død flyttede Kirstine i 1880 til København, hvor hun de næste fem år boede hos sin bror, øjenlæge og professor Jannik Bjerrum og hans familie. “I hans hjem færdedes en naturvidenskabelig interesse, politisk og religiøst frisindet kreds af mennesker,” heriblandt matematikerne Ejgil Schmidt og Adolph Meyer, der begge var involveret i kvindernes gymnasiale uddannelse og som begge fik stor betydning for Kirstine [26, 27, s. 12]. Kirstine tog lærerindeeksamen i 1882 fra Zahles Seminarium men stræbte højere og fortsatte på Zahles artiumkursus. Ejgil Schmidt inviterede hende med i matematik-studiegruppen med Hanna Adler og Harbou-søstre som nævnt ovenfor. Samme år som hun bestod studentereksamen med udmærkelse (i 1885), giftede Kirstine sig med Adolph Meyer. Hun meldte sig også ind i Kvindelig Læseforening det år, og i 1887 stod hun ligeledes på medlemslisten i Dansk Kvindesamfund [8].



Figur 9. Kirstine Meyer f. Bjerrum 1925 [1, s. 188].

Fysiklæreren

Sideløbende med sit fysikstudium var Kirstine ansat som fysiklærer på Zahles Skoles, sandsynligvis for også at kunne finansiere sine studier. Hun var ansat på skolens forskellige afdelinger indtil 1909. Hun var både meget dygtig fagligt og besad udprægede pædagogiske evner, og hun holdt meget af at være lærer, ligesom hun havde ry for at være en inspirerende lærer blandt sine elever på pigeskolen, som hun også drog stor omsorg for. Eleverne beskrev hendes personlighed som kølig med en sikker og rolig optræden. Hendes undervisning var krydret med mange eksperimenter, både demonstrationsforsøg og elevforsøg [5, s. 124-125]. Meyer var af den overbevisning, at eleverne skulle lave forsøg selv, fordi de ved den metode lærte de grundlæggende dele af stoffet bedre. Hun var altså ikke bare banebryder som den første kvindelige fysiklærer, hun var også innovativ og nyskabende. Det vakte røre, da hun blev sendt ud som den første kvindelige censor i fysik ved studentereksamen på et par skoler i Jylland:

den ene Examinator var Pebersvend og Kvindehader og ... han skrev omgaaende til Formanden for Undervisningsinspektionen om at blive fri for at faa en kvindelig Censor, men fik Afslag [16].

Kirstine involverede sig med stor iver i arbejdet med skolereformen i 1903, hvor hun fik elevforsøg indført ved lov i grundskolen. Derudover kastede hun sig over mange andre forskellige pædagogiske hverv. Bland andet var hun i perioden 1910–1932 en del af undervisningsinspektionen for gymnasierne som repræsentant for fysik. Det var et arbejde hun havde ønsket at indtræde i og var blevet anbefalet til allerede i 1903 som efterfølger for Professor Christiansen, men på daværende tidspunkt kunne det “ikke lade sig gøre, fordi

Lærerne ved Statsskolerne ikke vilde finde sig i, at en Kvinde overværede deres Timer” [16]. I 1909 blev hun medlem af eksamenskommissionen for seminarierne.

Det var gennem Kirstine, at hendes nevø, den senere professor i kemi Emil Bjerrum, først fandte interesse for kemien. Sammen foretog de nemlig eksperimenter med at lave ilt og brint, og hun gav ham adgang til sine kemibøger [26, s. 102-103]. Som nævnt ovenfor tog Kirstine og Hanna magisterkonferens i 1892. I 1892-93 arbejdede Kirstine som vikar på drengeskolen Metropolitanskolen, da der blev en ledig stilling der som følge af Ejgil Schmidts tidlige død i 1892. Som kvinde kunne hun dog ikke få fast stilling der. I 1896 døde også Adolph, og Kirstine blev i en alder af 35 år enlig forsørger for parrets søn, Johannes, der kun var et halvt år gammel. Fra 1900 til 1930 underviste hun på Hanna Adlers skole, hvor hun fra 1920 blev udnævnt til lektor.



Figur 10. Kirstine Meyer omkring 1935. Det Kgl. Biblioteks billedsamling. [30, s. 393].

Fysikhistorikeren

Efter hun havde mistet sin mand, kastede Kirstine sig over forskningen ved siden af sit virke som fysiklærer [26]. Hun har sandsynligvis fået støtte og hjælp af brorens familie til at tage sig af sønnen Johannes. På baggrund af sin magisterkonferens i teoretisk termodynamik udarbejdede hun en større afhandling, “Om overensstemmende Tilstande hos Stofferne,” altså om teorien om at finde en sammenhæng mellem tryk, temperatur og volumen, der var fælles for alle stoffer i flydende og luftformig tilstand, som hun indsendte som besvarelse på en prisopgave stillet af Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab i 1897. Afhandlingen blev belønnet med selskabets guldmedalje i 1899 [28].

I 1909 blev hun som den første kvinde herhjemme dr.phil. på baggrund af en naturvidenskabelig doktordisputats, “Temperaturbegrebets Udvikling gennem Tiderne,” som hun over en tiårig periode havde fået støtte til af Carlsbergfondet [26]. Hun gjorde navnlig den opdagelse i kilderne, at Ole Rømer var den første, der konstruerede en temperaturskala ved at benytte to fikspunkter. Hun formodede, at det var et besøg hos Ole Rømer i 1708, der inspirerede den polsk-hollandske instrumentmager Daniel Gabriel Fahrenheits til at udvikle sin temperaturskala. Meyers hypotese blev bekræftet 20 år senere, da man fandt et brev fra Fahrenheit, i

hvilket han fortalte, at det var Rømer, der lærte ham at lave termometre [28]. Afhandlingen, som blev oversat til tysk i 1913, blev startskuddet på Kirstines banebrydende fysikhistoriske virksomhed. Gennem årene publicerede Meyer mange vigtige fysikhistoriske afhandlinger om blandt andet Ole Rømers opdagelse af “lysets tøven,” altså at lyset har en endelig hastighed, samt vægtige biografiske afhandlinger om H.C. Ørstedes videnskab og hans omfattende virke i det danske samfund. Hendes værker blev til på baggrund af solid og grundig forskning i kilderne, og man må stadig den dag i dag tage udgangspunkt i hendes værker, når man vil studere disse videnskabsmænds historiske roller og bidrag. Meyer udgav også populærvidenskabelige skrifter og en meget benyttet lærebog Lille Naturlære til grundskolen.

“Fysikernes grand old lady”

En biografi om Kirstine Meyer hører naturligt hjemme i Kvant, for hun var med til at grundlægge bladet i 1902, der indtil 1990 hed Fysisk Tidsskrift og blev udgivet af Selskabet for Naturlærens Udbredelse. Ene kvinde styrede hun redaktionen af bladet i perioden indtil 1912 og var også selv en flittig skribent i bladet. Tillige var hun medstifter af “Fysisk Forening.”

Kirstine Meyer var stolt af at være en af de syv kvindelige studenter fra det stærke hold i 1885. Hun var stolt af at være en del af “den kvindelige studerende Stand,” og som kvindelig banebryder følte hun et ansvar for at være en rollemodel og gøre sin indflydelse gældende over for de næste generationer gennem sin undervisningsvirksomhed [17]. Hun havde høje forventninger til sig selv (og andre). Der kan ikke være tvivl om, at Kirstine stræbte efter en stilling ved universitetet, men “Embede kunde en Kvinde jo ikke faa,” som hun skriver i sine erindringer. Hun søgte alligevel “et saadant to Gange for at prøve, om man vilde ræsonnere saaledes, at hvad der ikke er forbudt — da det aldrig er tænkt muligt — er tilladt,” men blev forbigået fordi hun var kvinde. Efter det var blevet muligt ved lov for kvinder at bestride et offentligt embede i 1921, så hun at det stadigt var “vanskeligt at naa de højeste Stillinger; Kvalifikationerne maatte i saa Fald ligge et godt Stykke over Konkurrenternes. Dog — heri er der jo en nyttig Spore til Dygtiggørelse,” som hun ræsonnerede [16].

Kirstine Meyer var meget vellidt og højt respekteret blandt de mandlige fysikere. Navnlig hendes fysiklærer på universitetet Christian Christiansen gav hende stor støtte og opbakning gennem alle årene, mens han levede. Hun havde sine meningers mod, og dem blev der sat pris på og lyttet til. I 1914 søgte Niels Bohr hendes råd om, hvordan han skulle bære sig ad med at få oprettet et professorat til sig selv i teoretisk fysik. Både Kirstine og Hanna støttede helhjertet op om Bohrs aspirationer og forsøgte at skaffe ham opbakning hos fysikerne i deres netværk, P.O. Pedersen, Valdemar Poulsen og Christiansen.

Et par år før Kirstine Meyer døde, gav den berømte danske ingeniør og opfinder af telegrafonen og verdens første radiosender Valdemar Poulsen et interview i forbindelse med sin 70-års fødselsdag, hvori han sagde om hende:

rent arbejdsmæssig maa jeg saa ogsaa nævne, at den kvindelige Fysiker, den af os alle elskede, Dr. Kirstine Meyer, Fysikernes grand old lady, har været mig en god Arbejdskammerat, hvis Meninger jeg sætter meget højt.

I kladden til sit takkebrev til Poulsen fremgår det, hvor åbenlyst rørt og glad Kirstine blev for hans anerkendelse af hendes betydning, men som også kan ses i breve til Niels Bohr, var hun meget beskedet og ydmyg når det gjaldt hendes egne bidrag. Hun skrev, at hun "kan jo kun takke Dem for Deres overordentlig venlige Syn paa mig, som jeg jo desværre ikke fortjener ... Tak fordi De har givet Deres Sympati Udtryk!" [29].

I 1920 fik Meyer fortjenstmedaljen i guld. Hun døde i 1941 lige før hun blev 80 år. Selskabet for Naturlærens Udbredelse har siden 1942 uddelt Kirstine Meyers Mindelegat til yngre danske forskere. I 1985 blev en asteroide opkaldt efter Kirstine Meyer af astronom Poul B. Jensen fra Brorfelde Observatoriet. Asteroiden hedder 75559 kirstinemeyer [31].

Litteratur

- [1] L. Jacobsen (red.) (1925) "Kvindelige Akademikere 1875–1925", Gyldendal.
- [2] A.K. Gjerløff og A.F. Jacobsen (2014) "Kvindedyder og pigefag," i "Da skolen blev sat i system 1850–1920", Dansk Skolehistorie, bind 3, Aarhus Universitetsforlag, side 154–171.
- [3] Dansk Kvindesamfund: Vores historie. www.danskkvindesamfund.dk/vores-historie/ Tilgået 14. januar 2025.
- [4] A. Jensen (1901) "Kvindestudiet ved Københavns Universitet," *Nationaløkonomisk Tidsskrift*, bind 3, række 9, side 349–368.
- [5] Nathalie Zahle til Minde (1927) C.A. Reitzels Forlag.
- [6] Frk. H. Adlers Fællesskole 1893–1918 (1918) Langkjærs Bogtrykkeri.
- [7] Ellen Bohr til Niels og Margrethe Bohr, 20. juni 1915. Niels Bohr Arkivet.
- [8] H. Hvenegård-Lassen (2008) "Et Andet Hjem. Kvindelig Læseforenings historie 1872–1962", Museum Tusulanums Forlag.
- [9] J. Vibæk (1959) "Hanna Adler og hendes skole", Gads Forlag.
- [10] T. Vammen, "Louise Harbou," i Dansk Kvindebiografisk Leksikon på [lex.dk](http://lex.dk/kvindebiografiskeleksikon.lex.dk/Louise_Harbou). kvindebiografiskeleksikon.lex.dk/Louise_Harbou. Tilgået 12. januar 2025.
- [11] Christian Bohr til Carl Julius Salomonsen, 10. maj 1880. C. J. Salomonsens arkiv. Det Kongelige Bibliotek.
- [12] Hanna Adler til Niels og Margrethe Bohr, 2. juni 1915. Niels Bohr Arkivet.
- [13] H. Trier (1892) "Er en konfessionsløs Skole mulig? Foredrag ved et pædagogisk Møde 30. November 1883," i *Pædagogiske Tids- og Stridsspørgsmål. Bind 1: Pædagogiske Strejfls*, H. Trier (red.), side 101–120. P.G. Philipsens Forlag.
- [14] Herman Triers korrespondance på Rigsarkivet.
- [15] Dansk Kvindesamfunds Medlemsliste 1876–1898. Det Kgl. Bibliotek.
- [16] K. Meyer, "Erindringer fra min Studentertid — for 40 Aar siden" [1], side 81–85.
- [17] K. Meyer (1894) "Inger Harbou-Vikstrøm," *Kvinden og Samfundet*, bind 10, side 132–134.
- [18] A. Hilden, "Ada Adler," i Dansk Kvindebiografisk Leksikon på [lex.dk](http://lex.dk/kvindebiografiskeleksikon.lex.dk/Ada_Adler). kvindebiografiskeleksikon.lex.dk/Ada_Adler. Tilgået 19. januar 2025.
- [19] Da kvinderne greb cyklen," Københavns Stadsarkiv, kbharkiv.dk/udforsk/historier-om-koebenhavn/cykelbyen-koebenhavn/da-kvinderne-greb-cyklen/. Tilgået 12. januar 2025.
- [20] Hanna til Jenny Adler, 4. november 1892. Niels Bohr Arkivet.
- [21] K. Gram (1985) "Hanna Adlers Skole," i "Frøken — en bog om lærerinder", K. Hofstätter og I.-L. Paulsen (red.), side 37–44. Gad.
- [22] H. Adlers Fællesskole for Dreng og Piger. Sortedams Dossering 97. Årsskrift. Rigsarkivet.
- [23] V. Koppel (1945) "Flugten til Sverige", Politikens Hus.
- [24] M. Bodelsen, "Den 7. oktober 1943," [9, side 161–172].
- [25] P. Strelitz, "Hanna Adler uden for skolen," [9, side 152–160].
- [26] K. Meyer (1909) selvbiografi i "Festskrift udgivet af Københavns Universitet i Anledning af Universitetets Aarsfest", side 157–159. J.H. Schultz.
- [27] A. Kildebæk Nielsen (red.) (2004) "Niels Bjerrum (1879–1958): Liv og værk", *Historisk-kemiske skrifter*, nr. 15. Dansk Selskab for Historisk Kemi.
- [28] M. Pihl (1942) "Kirstine Meyer," *Fysisk Tidsskrift*, bind 40, side 175–191.
- [29] Interview med Valdemar Poulsen og kladde til brev i kuvert påtrykt "Min Biografi" i Kirstine Meyers papirer, samt breve fra Kirstine til Niels Bohr. Niels Bohr Arkivet.
- [30] M. Pihl (red.) (1983) "Københavns Universitet 1479–1979 Bd. XII: Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet 1. del". Gads Forlag.
- [31] H. Kragh (2024) "Kirstine Meyer, Skolefysik og Fysikhistorie," i *Naturvidenskabens ildsjæle*. Selskabet for Naturlærens Udbredelse gennem 200 år, C.M.K. Pedersen og C. Koldbye (red.), side 81–88. Gad.



Anja Skaar Jacobsen er dr.scient., ph.d., forskningskonsulent ved Niels Bohr Arkivet / Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet. Hendes forskning fokuserer primært på Niels Bohrs biografi og filosofi i samarbejde med professor Hans Halvorson.

Lise Meitner – Hvorfor vi ikke må glemme hende

Anthea J. Coster

Lise Meitner er kendt for sin opdagelse af grundstof nr. 91, protactinium, i 1918 sammen med Otto Hahn. Hun var også den første til at observere Augereffekten, selvom dette ikke var hovedpunktet i den videnskabelige artikel, hun skrev i 1922. Effekten blev senere opkaldt efter Pierre Auger, som "opdagede" den i 1923 [1]. Før hun forlod Tyskland, var hun ansvarlig for de undersøgelser, der senere førte til de første observationer af fission, foretaget af Otto Hahn og Fritz Strassmann [2]. Sammen med sin nevø Otto Frisch fortolkede hun disse observationer [3], og gav dem navnet kernefission – et begreb hentet fra biologien (binær fission). Otto Hahn forklarede ikke sin observation, han rapporterede den blot. Det var Meitner, der forklarede processen, og satte den i en større sammenhæng¹.

Tiderne har ændret sig, siden jeg blev bedt om at skrive denne artikel, men tiderne ændrer sig altid. Jeg skriver denne artikel med følgende hensigt: Må dem, der læser den, reflektere over fortiden, se mod fremtiden og anerkende de mange lærdomme i denne korte beskrivelse af historien. Jeg håber, at artiklen vil give dem indsigt i, hvem Lise Meitner var, og en forståelse for, hvorfor vi fortsat skal fortælle hendes historie og anerkende hendes enorme bidrag til fysikken.

Lise Meitner var en af det 20. århundredes mest betydningsfulde kernefysikere. Når jeg ser på hendes historie, mister betegnelser som "mandlig" eller "kvindelig" betydning. Hun var simpelthen en af sin tids mest respekterede kernefysikere. Hun var en del af en gruppe, der talte navne som Wolfgang Pauli, Irène Joliot-Curie, Niels Bohr og mange andre. Hendes vej var ikke let, men der er ingen tvivl om, at hendes liv var fuldstændig dedikeret til at løse fysikkens mysterier.

Selvom hun blev nomineret til Nobelprisen 48 gange, blev det alene Otto Hahn, der i 1944 modtog prisen for opdagelsen af fission af tunge atomkerner. Selv nu, trods de mange prestigefyldte anerkendelser – herunder Enrico Fermiprisen², som hun modtog sammen med Hahn og Strassmann i 1966 – bliver hendes navn ofte overset. For nylig blev hun endda udeladt i filmen *Oppenheimer* [4].

Jeg hørte først om Lise Meitner fra min far, da jeg var en teenager (i slutningen af 1960'erne). På det tidspunkt var han i gang med at skrive sine erindringer til professor Ruth Lewin Sime, forfatteren af bogen "Lise Meitner: A Life in Physics" [5]. Professor Sime var begyndt at undersøge Lise Meitners historie, da det gik op for hende, at ingen kvinder var nævnt i de kemitekstbøger, hun brugte til sin undervisning. I særdeleshed blev Lise Meitners bidrag til forskningen overset. Professor Simes lange arbejde med at bringe Lise Meitners navn frem i offentligheden startede der, og offentlighedens genopdagelse af, hvor meget Lise Meitner har bidraget til videnskaben, er i høj grad hendes fortjeneste. For mit vedkommende havde min far sjældent talt om sine egne oplevelser under Anden

Verdenskrig, men da han begyndte at genkalde sig sin viden om Lise Meitners flugt, begyndte han at dele sine observationer og familiehistorien med mig.

Familieforbindelsen er ganske simpelt den, at det var min farfar, professor Dirk Coster, som rejste ind i Tyskland i juli 1938 og eskorterede Lise Meitner over grænsen til Holland med et ugyldigt østrigsk pas. Fysiksamfundet, herunder Niels Bohr, Otto Hahn, Max von Laue, Adriaan Fokker, Peter Debye og mange andre, spillede alle en rolle i hendes flugt. For en som mig, der voksede op i Houston, Texas, adskilt fra min hollandske familie og historie, var dette en åbenbaring.

Lise Meitners tidlige år

Lise Meitner blev født i Wien, Østrig, i 1878 – en tid, hvor østrigske universiteter ikke var åbne for kvinder. Dengang blev piger i Wien normalt kun uddannet op til 14-årsalderen. Hendes familie var dog anderledes. Hendes far var advokat og en af de første jødiske mænd, der fik lov til at læse jura og praktisere. Hendes mor var musiker. Uddannelse blev anset som en vigtig værdi i Meitnerfamilien, og alle børnene fik en videregående uddannelse.

I 1897 åbnede de østrigske universiteter dørene for kvinder. På det tidspunkt begyndte Lise Meitner at læse op til den strenge adgangseksamen til universitetet, den såkaldte "Matura". I juli 1901, da hun var 23 år gammel, blev hun den ene af de fire kvinder ud af fjorten, der bestod denne eksamen. I oktober samme år blev hun optaget på Wiens Universitet, og var en af de første kvinder på fysikstudiet. Under sine studier tog hun mange kurser med den berømte teoretiske fysiker Ludwig Boltzmann, som troede på, at atomet kunne deles – i modsætning til mange samtidige videnskabsmænd, der mente, at Gud ikke havde tiltænkt det sådan.

I 1906 færdiggjorde hun sin doktorgrad i fysik og blev den anden kvinde til at opnå denne titel ved Wiens Universitet. Hendes afhandling, *Test af en af Maxwells formler*, blev rost af hendes vejleder Franz Exner som en "ikke helt nem" undersøgelse, som blev færdiggjort

¹ Artiklen er oversat fra engelsk af Maren Malling.

² Enrico Fermi-prisen er en videnskabelig pris, der gives til fremtrædende forskere af international status for deres forskningsresultater inden for udvikling, brug eller produktion af energi. Prisen blev etableret i 1956 af Atomic Energy Commission i USA.

“ikke uden eksperimentelle færdigheder”. På trods af dette kunne hun efter sin ph.d. kun finde arbejde som ubetalt assistent i et af universitetets laboratorier.

Efter sin doktorgrad flyttede hun i 1907 til Berlin for at arbejde under Max Planck, hvor hun mødte Otto Hahn. Dette blev begyndelsen på et 30 år langt videnskabeligt partnerskab. Sammen undersøgte de radioaktive elementer, og i 1918 opdagede de grundstof nr. 91, protactinium. I 1922 beskrev Meitner den strålingsløse Augereffekt, men den blev ikke opkaldt efter hende. Sammen forklarede Otto Hahn og Lise Meitner også den rekyleffekt, som datterkernen oplever efter et radioaktivt henfald, hvor der udsendes en alfapartikel. I 1926 blev hun sandsynligvis den første kvinde i Tyskland, der fik titlen professor ved Kaiser Wilhelm Institutet.



Figur 1. Tidligt foto af Lise Meitner i 1910, et par år efter at hun var flyttet til Berlin. Foto: Niels Bohr Arkivet.

Efter sin doktorgrad, fortsatte hun med at studere fysik. Særligt mødtes hun ofte med en jævnaldrende teoretisk fysiker, Paul Ehrenfest. Han havde fået ph.d.-graden hos Boltzmann et par år tidligere, og senere afløste han H.A. Lorentz som professor i teoretisk fysik ved Leiden Universitet i Holland. Han blev også min farfars ph.d.-vejleder og stærke støtte. I 1906 fortsatte Ehrenfest og Meitner sammen deres studier af Boltzmanns foredragsnoter og andre fysikers arbejde, inklusive Lord Rayleighs. Det var i løbet af denne tidsperiode, at Lise Meitner var i stand til at løse et problem, som Rayleigh ikke kunne, og hun skrev rapporten “Some Conclusions Derived from the Fresnel Reflection Formula.” Betydningen af denne rapport var, at den overbeviste hende om, at hun kunne gennemføre uafhængigt videnskabeligt arbejde, og gav hende den nødvendige tillid til sine egne evner. Det var dog også i løbet af denne periode i 1906, at professor Boltzmann tog sit eget liv. Efter dette bad Lise Meitner sine forældre om lov til at rejse til Berlin og studere under Max Planck.

I Berlin hos Max Planck

Da hun ankom til Berlin, var Max Planck dog ikke indstillet på at lade hende studere på universitetet, da hun allerede havde sin ph.d.-grad. Hun fik tildelt et lille laboratorium i kælderen, men hun blev ikke budt velkommen med åbne arme. Det var bogstaveligt talt ikke tilladt for hende at gå op ad trapperne til bygningens højere etager, hvor de mandlige studerende arbejdede i deres laboratorier. Hendes laboratorium i kælderen var en tømmerstue med tre mikroskoper, som hun kunne benytte til at tælle alfa, beta og gammastråler. Mens hun arbejdede der, mødte hun Otto Hahn, som var en ung kemiker, der studerede radioaktive grundstoffer. Den 28. september 1907 blev starten på et 30 år langt videnskabeligt partnerskab. Sammen målte de systematisk betastrålingen fra alle radioaktive grundstoffer og studerede deres spektre. Over de næste 30 år fortsatte deres veje med at følge et parallelt opadgående spor.

Det er også værd at bemærke, at selvom dette måske ikke var så usædvanligt, som det ville være i dag, var hun afhængig af sin familie, som støttede hende med et månedligt beløb indtil 1912, hvor hun endelig fik en stilling, hvor hun skulle bedømme opgaver for Max Planck.

Lise Meitner tilbragte flere uger i Sverige som besøgende professor ved Universitetet i Lund i 1921, hvor hun var inviteret af Manne Siegbahn, som senere sad i Nobelpriskomiteen for fysik. Der mødte hun min farfar, Dirk Coster, som var postdoc hos Siegbahn, og min farmor Miep. Historien, der fortælles i min familie, er, at da hun så min farfar komme på arbejde på en søndag, skældte hun ham ud for at arbejde i stedet for at være sammen med sin kone og unge søn (min far). Fra da af tilbragte min farfar altid søndagen med familien.

I 1922 gav Lise Meitner sin tiltrædelsesforelæsning med titlen “The significance of Radioactivity for Cosmic Processes.” I pressen blev den omtalt som “The significance of Radioactivity for Cosmetic Processes.”



Figur 2. The Copenhagen Conference i 1936. Lise Meitner er nummer tre fra højre i forreste række. Foto: Niels Bohr Arkivet.

Alt i alt var 1920'erne og de tidlige 1930'ere en spændende tid for kernefysikken. Neutronen blev opdaget i 1932. Lise Meitner deltog i den vigtige “Copenhagen Conference” i 1932, 1933 og 1936, samt Solvay konferencen i 1933. Mange andre fotografier

dokumenterer Lise Meitner med hendes venner i Tyskland, blandt andre med Fritz Haber, Albert Einstein, Hertha Sponer (som senere blev den første kvindelige fysikprofessor ved Duke University i USA), samt Ingrid og James Franck. På et tidspunkt i 1930'erne blev det følgende fotografi taget af Niels Bohr og Lise Meitner i haven ved Carlsberg Æresboligen.



Figur 3. Niels Bohr og Lise Meitner. Foto: Niels Bohr Arkivet.

Da Adolf Hitler kom til magten i 1933, 21 år efter hendes første lønnede stilling i fysik, var Lise Meitner fungerende direktør for det kemiske institut (Kaiser Wilhelm-Institut for Kemi). Dette var fordi Otto Hahn, den officielle direktør, var på sabbatår i Amerika. Hendes officielle stilling var dog som leder af fysikgruppen på det kemiske institut. Måske fordi Kaiser Wilhelm Gesellschaft var en privat institution frem for en statsejet, og måske også fordi hun var østrigsk statsborger og en kvinde, blev hun ikke nødt til at forlade jobbet. I 1933 blev de fleste jødiske forskere dog fyret eller tvunget til at opgive deres stillinger, herunder hendes nevø Otto Frisch, Fritz Haber (direktør for hele Kaiser Wilhelm-Instituttet), Leo Szilard og mange andre prominente personer. I sine sene år skrev Lise Meitner: "It was not only stupid but very wrong that I did not leave at once."

I 1934 beskød Enrico Fermi uran med neutroner og producerede, hvad han troede, var de første grundstoffer tungere end uran. Meitner, Hahn og en anden kemiker ved navn Fritz Strassmann fulgte i Fermis fodspor. De begyndte at beskyde uran og andre grundstoffer med neutroner og identificerede en serie af henfaldsprodukter, der blev produceret.

Flugten fra Tyskland

For Lise Meitner ændrede alting sig i marts 1938, da Østrig blev annekteret i det Tyske Tredje Rige. Med øjeblikkelig varsel mistede hun beskyttelsen via sit østrigske pas. Det blev også klart for fysikerne omkring hende, at hendes situation ikke længere var sikker. På dette tidspunkt kom hendes forskerkolleger hende til undsætning. Peter Debye, som var den nye direktør for Kaiser Wilhelm-Instituttet, skrev til Niels Bohr i juni 1939, og bad om hans hjælp til at skaffe en stilling til Lise Meitner udenfor Tyskland. Bohr sendte straks forespørgsler ud for at finde en stilling til hende. Min farfar, Dirk Coster, leder af fysikafdelingen i

Groningen i Holland, fandt en stilling til hende, men kun betalt på postdoc-niveau. Adriaan Fokker i det sydlige Holland begyndte at arbejde på at skaffe hende adgang til Holland uden et gyldigt pas. På samme tid tilbød Manne Siegbahn hende en stilling i sit nye laboratorium i Sverige. På et tidspunkt i 1930'erne blev fotoet herunder (figur 4) taget af hende sammen med min farfar og Nobelprisvinderen Max von Laue i Berlin.



Figur 4. Max von Laue, Lise Meitner og Dirk Coster i starten af 1930'erne i Berlin. Foto fra Ada Klokke-Costers familiealbum.

I Tyskland begyndte hendes venner at blive mere urolige for hendes sikkerhed. I slutningen af juni 1938 mødtes Lise Meitner i Debyes hjem i Berlin for at diskutere, om hun skulle rejse til Holland eller Sverige. Meitner besluttede sig for Sverige. Coster og Fokker fik besked om, at de ikke skulle fortsætte med at arbejde for at få hende til Holland. Flere alarmklokker ringede dog, da Debye og andre hørte, at en streng håndhævelse af forbuddet mod alle forskeres udrejse fra Tyskland var nært forestående. Den 4. juli 1938 mødtes Lise Meitner og flere andre igen i Peter Debyes hjem. Denne gang var Otto Hahn og Gustav Hertz også med. Sidst på aftenen blev Debye og Lise Meitner enige om, at hun måtte tage afsted med det samme. Den 6. juli 1938 sendte Peter Debye et kodet brev til min farfar om at komme og se på en assistent, og at det skulle gå hurtigt, da det var et SOS. Min farfar forstod dette straks, men før han kunne svare, skulle der arrangeres et særligt møde i det hollandske Videnskabernes Selskab (Dutch National Academy of Sciences) for at arrangere Lise Meitners immigration til Holland. De hollandske grænser var ikke

længere så åbne som tidligere. Før tilladelsen blev givet, kunne min farfar ikke arrangere sin tur til Tyskland. Den 11. juli 1938 besøgte min farfar og hans nabo (en hollandsk politiker) de hollandske grænsevagter for at informere dem om, at en person med et ugyldigt østrigsk pas ville passere grænsen om onsdagen. De forsikrede de hollandske grænsevagter om, at denne person havde særlig tilladelse til at komme ind. Dette blev gjort i håb om, at de hollandske grænsevagter havde et nogenlunde godt forhold til de tyske vagter og kunne forsikre dem om, at denne person ville blive accepteret af Holland uden problemer. Meget senere den dag ankom min farfar til Berlin og boede hos Debye-familien. Den 13. juli 1938 mødte Lise Meitner, tilsyneladende tilfældigt, min farfar på togstationen. Hun tog af sted med toget sammen med ham. Lige før hun tog af sted, gav Otto Hahn hende en diamantring, som han havde arvet fra sin mor, så hun kunne bruge den til at bestikke grænsevagterne hvis nødvendigt. Før de nåede til grænsen, tog min farfar ringen i sin lomme, hvis nu grænsevagterne kunne blive fristet til at tage den. Ved grænsen viftede vagterne hende dog igennem på trods af det ugyldige pas. De tyske vagter var blevet varslet. De ankom til Groningen klokken seks om aftenen, og min farfar telegraferede til Otto Hahn, at babyen var ankommet sikkert. På det tidspunkt spekulerede min farmor over, om de tyske grænsevagter måske havde antaget, at Lise Meitner bare var nogens kone frem for den fremragende forsker, hun var.

For at sætte det i perspektiv, så måtte Lise Meitner i en alder af 59 år forlade Tyskland med kun en lille kuffert og 10 mark i lommen. Hun måtte forlade alt, hun havde kæmpet for at bygge op uden nogen garantier, uden finansiell sikkerhed, og i en vis forstand springe ud i det ukendte. Hun måtte forlade sine kollegaer, Otto Hahn og Fritz Strassmann, og lade dem fortsætte uraneksperimenterne uden hende. Hun forlod Groningen kort derefter for at starte sin stilling i Sverige, et af de få lande, der ikke var overtaget af Tyskland under Anden Verdenskrig. På trods af denne distance holdt Lise Meitner konstant kontakt med Otto Hahn gennem breve. Hahn rapporterede deres første opdagelser med uran, som var forvirrende. Lise Meitner troede simpelthen ikke på dem, eller i hvert fald ikke på forklaringen på dem. Da Otto Hahn kom til Niels Bohrs institut i København i november 1938, tog Lise Meitner til København for at møde ham på togstationen. De talte sammen i timevis om disse eksperimenter. Hun overbeviste ham om at gentage eksperimenterne med de nødvendige kontrolforsøg. Hun troede simpelthen ikke på, at beskydningen af uran med en langsom neutron kunne producere radium.

I december 1938 fulgte Hahn og Strassmann hendes råd og gentog eksperimenterne med de nødvendige kontroller på plads. De fandt, hvad der så ud til at være isotoper af barium blandt henfaldsprodukterne. De kunne ikke forklare det. Barium er betydeligt lettere end uran, så det var et uventet og uforklarligt biprodukt. Hahn sendte et brev til Meitner, der beskrev det gædefulde fund.

Den teoretiske forklaring på processen blev givet

af Lise Meitner og hendes nevø Otto Frisch juledag i 1938. Når uran beskydes med en langsom neutron, kan urankernen forlænges som en vanddråbe og derefter begynde at "klemme sammen" i midten, og endelig splittes i to dråber. De to dråber bliver drevet fra hinanden af deres elektriske frastødning med en høj energi, omkring 200 MeV. Denne energi kommer fra den masse, der er tabt. Meitner beregnede, at de to datterkerner samlet ville have en lavere masse end den oprindelige urankerne med en forskel på omtrent en femtedel af massen af en proton. Når denne masse indsættes i Einsteins berømte formel, $E = mc^2$, blev resultatet den nødvendige energi – 200 MeV.

To artikler blev udgivet hurtigt derefter. Den 6. januar 1939 offentliggjorde Hahn og Strassmann deres kemiske opdagelser af fission i *Naturwissenschaften* [2]. Den 11. februar 1939 publicerede Meitner and Frisch den fysiske fortolkning af processen, som de navngav fission, i *Nature* [3].

Den 16. november 1945 bekendtgjorde Royal Swedish Academy of Sciences (Kungliga Vetenskapsakademien), at Otto Hahn alene var blevet tildelt Nobelprisen i kemi 1944 for "hans opdagelse af fission af tunge atomkerner." På dette tidspunkt blev Otto Hahn tilbageholdt af briterne på Farm Hall. Otto Hahn anerkendte aldrig Lise Meitners rolle i opdagelsen. I 1966 tildelte the Atomic Energy Commission i USA Lise Meitner, Otto Hahn og Fritz Strassmann Enrico Fermi-prisen. Lise Meitner døde kort tid efter hun havde modtaget denne pris.



Figur 5. Lise Meitner efter krigen. Foto: Niels Bohr Arkivet.

Forfatterens løfte

Min interesse for Lise Meitner er kun vokset over tid. Jeg er overbevist om, at det er nødvendigt at vi fortsætter med at ære hendes væsentlige rolle i videnskaben og påtale det, hver gang hendes navn bliver utilsigtet glemt

eller udeladt. Mit personlige løfte er et gentage hendes historie når som helst, jeg bliver spurgt om det. En artikel som foreslår at omdøbe Augereffekten til Auger-Meitnereffekten [1], har vist sig at være et skub i den rigtige retning, eftersom navnet Auger-Meitnereffekten nu er ved at blive den accepterede terminologi. Et nyt musikstykke med titlen "In Her Element" er blevet skrevet af Francine Trester, og er en opsætning af fire digte skrevet om Lise Meitner, Rosalind Franklin, Patricia Bath and Jocelyn Bell Burnell. The Kendall Square Orchestra havde premiere på stykket i marts 2024 på the Sanders Theater i Cambridge, Massachusetts.

Som Albert Einstein engang sagde, så var Lise Meitner "den vigtigste kvindelige forsker i det 20. århundrede". Vi skal ære hendes liv og hendes bidrag til videnskaben, og på den måde lade hende være en rollemodel for dem, der kommer efter.

Disse historier er blevet fortalt til mig – de er ikke mine. Jeg udtrykker min taknemmelighed til alle disse mennesker:

Prof. Ruth Lewin Sime, lederen af indsatsen for et reetablere Lise Meitners plads i historien og forfatter til bogen "Lise Meitner: A Life in Physics".

Rosemarie Reed, instruktør af filmen "The Path to Nuclear Fission: The Story of Lise Meitner and Otto Hahn".

Min familie:

Prof. Dirk Coster (1889–1950)
Dr. Hendrik P. Coster (1919–1991)
Dr. Ada Klokke-Coster (1922–2012)
Prof. Els Postel-Coster (1925–2018)
Herman Coster (1930–)

Litteratur

- [1] D. Matsakis, A. Coster, B. Laster og R. Sime (2019) "A renaming proposal: 'The Auger-Meitner effect' ", *Physics Today*, bind 72, nr. 9, side 10–11. doi.org/10.1063/PT.3.4281.
- [2] O. Hahn og F. Strassmann (1939) "Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle", *Naturwissenschaften* bind 27, side 11–15. doi.org/10.1007/BF01488241
- [3] L. Meitner og O.R. Frisch (1939) "Disintegration of Uranium by Neutrons: a New Type of Nuclear Reaction", *Nature*, bind 143, side 239–240. doi.org/10.1038/143239a0.
- [4] K. Miller, Katrina (2023) "Why the 'Mother of the Atomic Bomb; Never Won a Nobel Prize", *The New York Times*, 2. oktober.
- [5] R.L. Sime og R. Lewin (1997) "Lise Meitner: A Life in Physics", University of California Press.



Anthea Coster er seniorforsker og nyligt pensioneret vicedirektør ved MIT Haystack Observatory i Westford, MA. Her leder hun programmet for det globale navigationssatellit-system med fokus på ionosfæren. Hun begyndte at arbejde med GPS i 1985, da der kun var fire GPS-satellitter i rummet. Hendes interesse for Lise Meitner udsprang af de historier, hun hørte fra sin far samt sine tanter og onkler.

Nyt fra Selskabet for Naturlærens Udbredelse

Cecilie Pedersen

Foredrag og generalforsamling

28. april 2025 kl. 19.30: Energilagring i stor skala – "the missing link" i den grønne omstilling, v/ Adjungeret professor Henrik Stiesdal, DTU Wind.

Efter foredraget holdes generalforsamling.

19. maj 2025 kl. 19.30: AI & machine learning, v/ Professor Ole Winther, Datalogisk Institut, KU

Foredragene afholdes H.C. Ørsted Bygningen, Universitetsparken 5, 2100 København Ø.

Særlige arrangementer i maj

SNU inviterer i maj til to spændende særarrangementer.

Fredag den 9. maj kl. 17

H.C. Ørsted Medaljen i sølv overrækkes til astronauten Andreas Mogensen på Nørre Campus, Københavns Universitet. Andreas holder et inspirerende foredrag, og

vi runder af med en lille reception. Hold øje med SNU's hjemmeside og sociale medier for detaljer om bygning og auditorium.

Lørdag den 10. maj kl. 15

Vi byder på en hyggelig eftermiddag i Glassalen på DTU, når Sigurd Barrett optræder med showet "Sigurd fortæller om naturvidenskab". Tag børn og børnebørn i hånden og oplev en skøn blanding af sang, sjov og naturvidenskab!

Sigurd Barrett er kendt som pianist, komponist, forfatter og entertainer og har formidlet alt fra sagn og myter til bibelhistorie, naturvidenskab og salmer til børn. Han har desuden komponeret otte musicals. Arrangementet er kun for SNU's medlemmer og deres familier.

Tilmeld jer her: snu.dk/arrangementer/sigurd

Vi glæder os til at se jer til to spændende dage!

Inge Lehmann – seismologiens pioner

Lif Lund Jacobsen, Arktisk Institut, København

Inge Lehmann (1888–1993) var Danmarks første seismolog, som i sin levetid opnåede stor international anerkendelse. Lehmann voksede op i en intellektuelt progressiv familie og trodsede samfundsnormer for kvinder i den akademiske verden ved først at studerede matematik og senere få ansættelse som statslig seismolog. I 1936 fremlagde hun beviser for, at der var en indre kerne inde i Jordens flydende kerne. Hendes forskning bidrog på afgørende vis til vores forståelse af Jordens opbygning og til geofysisk forskning i almindelighed. Hendes virke omfattede også geopolitiske indsatser særligt i forholdet til andre landes interesser i Grønland, og hendes arbejde havde indirekte betydning for overvågning af atomprøvesprængninger under den kolde krig.

Inge Lehmann blev født i 1888 som den ældste af to søstre i en intellektuel københavnerfamilie. Hendes mor, Ida Tørsleff, kom fra en familie, hvor flere var meget aktive i kvindesagen, og hendes far, Alfred Lehmann, var uddannet ingeniør, men fik tidligt en interesse for eksperimentalsykologi. Et nyt forskningsfelt hvor man efter naturvidenskabeligt forbillede udførte kontrollerede eksperimenter som forskningsmetode, og hans pionerarbejde førte til etableringen af psykologien som et selvstændigt forskningsområde på Københavns Universitet.

Lehmans forældre havde progressive synspunkter på uddannelse og sendte hende i 1894 til H. Adlers Fællesskole, hvor drenge og piger blev undervist sammen og i de samme fag. Skolen var usædvanlig for sin tid, fordi det blev betragtet som skadeligt for piger at blive udsat for intellektuel udmattelse, særligt under puberteten, hvorfor piger indtil 1903 skulle være mindst 17 år, før de måtte begynde på gymnasiet, mens drenge kunne starte som 15-årige.

Hanna Adler, der grundlagde skolen, var en pioner inden for kvinders akademiske uddannelse. Hun var selv en af de to første kvinder, der opnåede en magistergrad i fysik fra Københavns Universitet. Inspireret af pædagogiske idéer fra USA åbnede hun skolen og ansatte flere af sine kvindelige medstuderende som lærere, da kvinder ikke havde adgang til universitetsstillinger. Skolen byggede på hendes stærke tro på ligestilling mellem kønnene og hendes radikale pædagogiske tanker. På skolen blev Lehmann undervist i fysik af Kirstine Meyer og i matematik af Thyra Eibe, begge fremragende kvindelige forskere, som blev vigtige rollemodeller for hende. Med disse kvinder som forbilleder udviklede Lehmann en stærk tro på intellektuel ligestilling og kønnenes lige muligheder. Hun var udpræget akademisk begavet, og med faderens billigelse fortsatte hun efter endt eksamen i 1906 med at studere matematik på Københavns Universitet.

I 1911 rejste Lehmann til Cambridge Universitet for at fortsætte sine studier i geometri med henblik på at tage den udfordrende matematikeksamen, the Mathematical Tripos. Siden 1881 havde kvinder haft ret til at tage eksamen ved Cambridge, og kunne følge universitetsforelæsningerne, men var udelukket fra at deltage i de tilknyttede øvelser eller vejledninger. I

stedet var de henvist til at benytte de to kvindekollegiers private faciliteter. Selv kvindernes kommen og gåen var begrænset, idet de uden for kollegiets mure skulle være i følgeskab med en anstandsdame. Vi kender Lehmans frustration over situationen via hendes brevveksling med Niels Bohr, som var i Cambridge samtidig med hende.



Figur 1. Inge Lehmans klasse var den første årgang hvor kvinder gik på gymnasiet på lige fod med mændene. Fotograf ukendt, 1906.

Hjemme på juleferie og udmattet af de hårde studier satte Lehmans far hende et ultimatum. Han var bekymret for hendes helbred, fordi det på daværende tidspunkt var et videnskabeligt faktum, at kvinder pga. deres biologi ikke havde den nødvendige mentale styrke til at gennemføre hårde akademiske studier. Han frygtede, at Inge, som allerede havde vist tegn på træthed, ville ende som mange af de intellektuelt begavede kvinder han havde hørt om, der blev uhelbredeligt (sinds)syge af deres studier. Han nægtede derfor at finansiere hendes videre studier ved Cambridge, men lovede, at hun må genoptage studierne på Københavns Universitet, hvis hun fik det bedre. Han bønnfaldt hende dog om i stedet at overveje en administrativ stilling, hvor hun kunne gøre karriere, da hendes muligheder som kvinde i academia under alle omstændigheder ville være begrænsede.

Med hjælp fra faderen fik Lehmann ansættelse som beregner i Forsikringsselskabet Danmark og arbejdede her en årrække uden at få interesse for jobbet, som hun fandt kedeligt. Derfor genoptog hun i 1918 sine studier på Københavns Universitet, som hun afsluttede i 1920. Året efter fik kvinder lige adgang til offentlige stillinger,

herunder på universitetet, og Lehmann kunne nu endelig forfølge sin drøm om en rigtig forskningskarriere [1].



Figur 2. Ittoqqortoormiit (Scoresbysund) seismografstation cirka 1928. Foto: Inge Lehmanns arkiv, Rigsarkivet.

Seismologi begynder at vokse i Danmark

I de næste par år arbejdede Lehmann primært som forskningsassistent ved Københavns Universitets Forsikringsmatematiske Laboratorium i et deltidsjob, og begyndte desuden at assistere professor Niels Erik Nørlund, som arbejdede på at etablere et netværk af seismiske stationer i Danmark og Grønland.

På det tidspunkt var den videnskabelige interesse for seismologi i Danmark lille, formodentligt fordi mærkbare jordskælv er yderst sjældne. Men i 1924, da Danmark bliver medlem af International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), opstod der et internationalt pres på Danmark for at indsamle og dele geofysiske data, særligt fra Grønland. Samtidig udfordrede Norge dansk suverænitet i Østgrønland, og den geopolitiske trussel tvang Danmark til at øge sin videnskabelige tilstedeværelse for at demonstrere sin autoritet i området for det internationale samfund. Det var på denne baggrund, at Nørlund i efteråret 1925 ansatte Lehmann til at hjælpe med at etablere seismologiske stationer i København, Ivituut og Ittoqqortoormiit (Scoresbysund). Efter en del begyndervanskeligheder var stationen i København i regelmæssig drift fra marts 1927, og de grønlandske fulgte efter samme år [2].

I forsommeren 1927 blev Lehmann sendt på en fire måneders studierejse i udlandet for at lære seismologi, og studerede blandt andet hos Beno Gutenberg i Darmstadt. I april 1928 blev Nørlund direktør for det nyoprettede Geodætiske Institut, og Lehmann blev kort efter ansat som leder af Instituttets Seismiske Afdeling med ansvar for landets seismologiske stationer, publicering af de seismiske bulletiner og de internationale, videnskabelige samarbejder. Selvom jobbet primært var administrativt, var det en fast akademisk stilling på niveau med de andre afdelingsledere på Geodætisk Institut og med betydelig international kontakt. Det betød dog, at Lehmann måtte foretage hovedparten af sin forskning uden for arbejdstiden.

Selvom hun benyttede data fra udenlandske stationer, var hendes forskning fra starten præget af et særkende ved det danske netværk. Enestående for de danske og grønlandske stationer var brugen af flere og forskelligartede typer af seismografer, optage- og

tidsinstrumenter. Samtidige nationale netværk foretrak instrumenter designet af deres egne seismologer, men da Danmark ikke havde en tradition for seismologisk forskning, var der ikke præference for en bestemt type instrumenter. Derfor blev instrumenterne i netværket anskaffet med henblik på variation i ydeevne og den nyeste teknologi.



Figur 3. Flere af de oprindelige instrumenter står stadig på den seismiske station i København bl.a. den tonstunge Wi-chert Horisontalseismograf. Foto: Casper Brogaard Højer.

Fordi Lehmann personligt kontrollerede aflæsningerne fra alle apparaturer, gjorde det ikke kun de danske stationsbulletiner usædvanligt konsistente. Det gav hende også en enestående træning i at aflæse og sammenligne seismogrammer fra de fleste typer instrumenter [3]. Det var denne evne, som blev omdrejningspunktet i hendes forskningsmetode, hvor hun nærlæste mange seismogrammer fra samme skælv, for derigennem at sammenligne de forskellige bølgers ankomsttidspunkter efter de havde passeret igennem Jorden. Denne metode ledte hende til opdagelse af Jordens indre kerne i 1936 [4].

Ny type P-bølger

Inge Lehmanns opdagelse af Jordens kerne byggede på minutiøse observationer af P-bølgernes ankomsttidspunkter efter 1929-jordskælvet i Buller, New Zealand. Ved at studere seismogrammer fra en lang række stationer over hele verden kunne hun følge P-bølgernes vej gennem Jordens indre.

I 1906 havde Richard Dixon Oldham observeret, at P-bølger ikke dukkede op i et område på den modsatte side af Jorden, fra hvor jordskælvet opstod, den såkaldte skyggezone. Dette ledte til konklusionen om, at Jorden udover en fast kappe bestod af en flydende kerne, fordi S-bølger ikke kan rejse gennem væsker, og fraværet af P-bølger i skyggezone antydede, at de blev reflekteret af en ændring i Jordens masse, en såkaldt diskontinuitet.

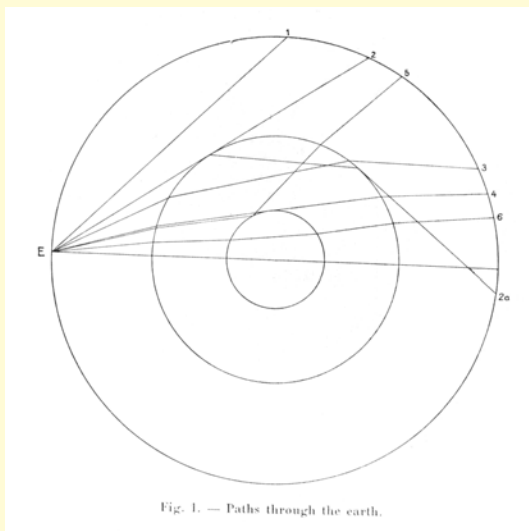
Lehmanns afgørende indsigt om eksistensen af en indre kerne kom fra hendes analyse af refraktion af P-bølger, hvor hun opdagede en ny type P-bølger i skyggezone, som hun kaldte P' (i dag PKiKP). Lehmann indså, at forekomsten af disse P-bølger måtte være resultatet af en pludselig ændring af P-bølgens hastighed inde i den flydende kerne, som resulterede i en afbøjning, hvilket indikerede en ændring i materialets egenskaber.

På baggrund af refraktionsmønstret og hastighedsdata for hendes observationer af P' konstruerede Lehmann en ny model af Jordens indre. Herefter demonstrerede hun, at kun ved at antage en indre kerne af højere densitet kunne man forklare den observerede adfærd af både P- og S-bølger i hendes datasæt.

To år senere beregnede Beno Gutenberg og Charles Richter ud fra ankomsttidspunkter, at den indre kerne havde en radius på omkring 1.200 km og en gennemsnitlig P-hastighed i den indre kerne på 11,2 km/sek. Dermed var Lehmanns opdagelse verificeret og hendes teori om en indre kerne anerkendt [5].

Faktaboks 1: Opdagelsen af Jordens indre kerne

“We take it that, as before, the Earth consists of a core and a mantle, but that inside the core there is an inner core in which the velocity is larger than in the outer one.” — Inge Lehmann: P' (1936).



Lehmanns originale model af den indre kerne publiceret i hendes artikel P' (1936).

En stille periode

Forskningsmæssigt var 1940'erne en stille periode for Lehmann. Udbruddet af Anden Verdenskrig satte en stopper for alle internationale forskningssamarbejder og udveksling af seismiske data. Under besættelsen mistede Lehmann endda kontakten med de grønlandske stationer, da Grønland bliver afskåret fra Danmark, og USA overtog deres drift. Efter krigen genetableredes samarbejdet mellem de nationale seismiske tjenester kun langsomt, især på grund af den kolde krigs fjendtlighed, der forhindrede udvekslingen af seismiske data mellem øst og vest.

Efter krigen blev atomvåbenkapløbet en drivkraft for seismologisk forskning, idet atomprøvesprængninger producerede målelige trykbølger, der adskilte sig fra jordskælv. Hvis disse kunne bestemmes nøjagtigt, var det muligt at bestemme placeringen og størrelsen af fjendens atomprøvesprængninger.



Figur 4. I 1964 blev Inge Lehmann udnævnt som æresdoktor ved Colombia University på foranledning af Maurice Ewing. I årene efter modtog hun flere internationale hæderspriser. Foto: GEUS.

Intensiveret forskningskapløb

Det videnskabelige forskningskapløb intensiveredes fra 1949, da Sovjet gennemførte sin første atomprøvesprængning. På dette tidspunkt var seismologi stadig et relativt lille forskningsfelt, og forskere blev lokket til med store bevillinger. Inge Lehmann blev involveret i denne forskning på amerikansk side, da hun i 1952 mødte Maurice “Doc” Ewing, der inviterede hende til USA. Ewing ledede et anerkendt forskningscenter ved Columbia University, og Lehmann, som på dette tidspunkt var træt af det opslidende administrative arbejde på Geodætisk Institut, valgte efter sit første ophold i USA at lade sig tidligt pensionere i 1953 for udelukkende at fokusere på sin forskning.

Hendes officielle pensionering gjorde det muligt for hende at modtage forskningsmidler fra det amerikanske militær uden at skabe diplomatiske problemer for Danmark. Som tidligere embedsmand var Lehmann dog stadig i tæt kontakt med Geodætisk Institut og repræsenterede Danmark på internationale videnskabelige møder. Som pensionist og verdensberømt forsker gav det hende, og dermed Danmark, adgang til projekter og aktiviteter, som ikke normalt var tilgængelige for et lille land. Helt indtil 1971 rejste hun årligt på månedlange besøg i USA, hvor hun havde adgang til bl.a. seismiske data fra amerikanske atomprøvesprængninger.

I 1964 opdagede hun, at der i Jordens kappe, ca. 220 km under jordoverfladen, fandtes en diskontinuitet, der ændrede bølgers hastighed. En opdagelse, der potentielt kunne have betydning for lokaliseringen af atomprøvesprængninger.

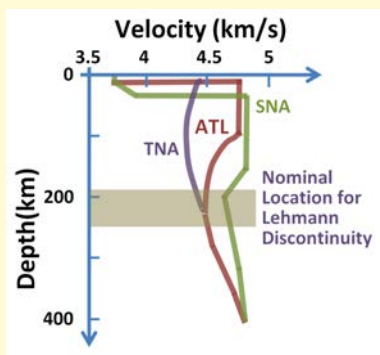
I løbet af den kolde krig voksede det internationale seismiske forskningsmiljø enormt, og Lehmann blev en mindre central figur. I 1958 blev USA og Sovjetunionen enige om at bremse atomvåbenkapløbet, men de manglede metoder til at overvåge et forbud mod atomprøvesprængninger. Et ekspertmøde i Genève mellem seismologer fra begge lande førte til en plan for global overvågning, men efter nye data fra amerikanske atomprøvesprængninger begyndte USA at tvivle på det videnskabelige grundlag for overvågning. Mødet

i 1959 endte uden resultat, da politiske uenigheder overskyggede de videnskabelige diskussioner.

Faktaboks 2: Lehmann-diskontinuiteten

Baseret på analyser af P-bølger efter amerikanske atomprøvesprængninger opdagede Lehmann i 1964 endnu en hastighedsforandring i Jordens indre af stor betydning for geofysikken.

Studiet var en forsættelse af hendes forskning i P-bølger fra 1930'erne, men på grund af ny teknologi havde hun nu bedre data til rådighed. Ved at studere seismogrammer fra stationer i relativ geografisk nærhed af en atomprøvesprængning observerede hun en markant forøgelse af P- og S-bølgerne hastighed i Jordens kappe i omkring 220 km dybde under Europa og Nordamerika, mens bølgehastigheden forblev konstant oven over denne grænse. Dette fik hende til i 1964 at konkludere, at der eksisterede et lavhastighedslag (low-velocity-layer) i Jordens øvre kappe afgrænset af en såkaldt diskontinuitet i form af en materialeændring [6]. Senere studier har vist, at Lehmann-diskontinuitetsgrænsen ikke er ensartet, men forekommer længere nede under kontinenter end oceaner, og helt er fraværende i nogle områder. De seismiske bølgers amplitude er også højere i diskontinuiteten under kontinenter. Årsagen til dette fænomen kendes ikke.



I anerkendelse af Inge Lehmanns opdagelse kaldes afgrænsningen i dag Lehmann-diskontinuiteten.

Kollapset af forhandlingerne om overvågningsteknikker førte til USA's oprettelse af World-Wide Standard Seismographic Network (WWSSN) i 1960, et globalt netværk af seismiske stationer. Selvom WWSSN blev præsenteret som et humanitært projekt, var det også et militærstrategisk redskab i Den Kolde Krig, og Danmark kom under pres for at acceptere stationer i Grønland. For ikke at sætte forholdet til USA over styr accepterede Danmark i 1962 modvilligt placeringen af amerikanske instrumenter på fire eksisterende stationer, tre i Grønland og en i København [7].

Selvom Lehmann i 1960'erne ikke længere var med i fronten af seismisk forskning, var hun stadig en højt respekteret forsker med et stor netværk og betydeligt internationalt renommé. Hendes videnskabs-

diplomatiske indsigt brugte hun til gavn for danske interesser, eller når hun rådgav det danske embedsværk. Hun gik uigenkaldeligt på pension i 1970'erne men korresponderede aktivt med kollegaer helt indtil sin død i 1993.

Født i en tid, hvor kvinder hverken havde stemmeret eller adgang til uddannelse på lige vilkår med mænd, vidnede Lehmanns karriere om en imponerende vilje og en livslang insisteren på intellektuel ligestilling, der banede vejen for hendes banebrydende opdagelser inden for seismologi og hendes betydningsfulde bidrag til geofysikken. Lehmanns arv omfatter ikke kun hendes videnskabelige opdagelser, men hun fik også betydning for nedrustning og dansk geopolitik i Arktis. Den seismiske tjeneste, hun opbyggede, lever videre i dag under De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), der driver 25 stationer i Grønland og 6–7 i Danmark. Takket være disse stationer bidrager Danmark aktivt til den fælles internationale overvågning af forbuddet mod atomprøvesprængninger.

Litteratur

- [1] L. Lund Jacobsen (2022) "Intellectually gifted but inherently fragile – society's view of female scientists as experienced by seismologist Inge Lehmann up to 1930", *Hist. Geo Space. Sci.*, bind **13**, side 83–92. doi.org/10.5194/hgss-13-83-2022.
- [2] A. L. Lund Jacobsen (2017) "Arctic geopolitics and the beginning of earthquake monitoring in Denmark and Greenland", *GEUS Bulletin*, bind **38**, side 73–76. doi.org/10.34194/geusb.v38.4424.
- [3] T. Dahl-Jensen, L.L. Jacobsen, A.G. Sølund, T. Larsen og P. Voss (2022) "100 years of paper seismograms from Denmark and Greenland, 1907–2008", *Seismol. Res. Lett.*, bind **93**, side 1026–1034. doi.org/10.1785/0220210311.
- [4] I. Lehmann (1987) "Seismology in the days of old", *Eos Trans., AGU*, bind **68**, nr. 3, side 33–35. doi:10.1029/EO068i003p00033-02.
- [5] M.K. Ebert (2001) "Inge Lehmann's paper: 'P' (1936)", *Episodes*, bind **24**, side 262–267. doi.org/10.18814/epiugs/2001/v24i4/007.
- [6] I. Lehmann (1964) "On the travel times of P as determined from nuclear explosions", *Bull. Seismol. Soc. Bull.*, bind **54**, side 123–139.
- [7] A.L.L. Jacobsen (2016) "Danish Seismic Research in Relation to American Nuclear Detection Efforts". I: R. Doel, K. Harper, M. Heymann (red.) "Exploring Greenland. Palgrave Studies in the History of Science and Technology". Palgrave Macmillan, New York. doi.org/10.1057/978-1-137-59688-8_8.



Lif Lund Jacobsen er historiker og arkivchef på Arktisk Institut, København. Hendes forskningsemner omfatter videnskabsdiplomati, geofysikkens historie og geopolitik i Arktis. Hun er en af verdens førende Inge Lehmann eksperter og har udgivet en række artikler om Inge Lehmann og den geopolitiske betydning af det danske seismiske netværk.

Julie Marie Vinter Hansen – første kvindelige embedsmand på Københavns Universitet

Bente Rosenbeck

Julie Vinter Hansen var uddannet astronom og blev den første kvinde, som blev ansat på Astronomisk Observatorium på Københavns Universitet i 1922. I 1939 blev Vinter Hansen tildelt det prestigefyldte Tagea Brandts Rejselegat, som hun brugte til et ophold i USA. Vinter Hansen var en klassisk astronom kendt for beregninger af mindre planeter og kometers baner. I 1950'erne fik hun tilsyn med Brorfelde Observatoriet. Hun var ikke kun aktiv i mange faglige organisationer, men også i flere kvindeorganisationer.

Julie Marie Vinter Hansen blev født den 20. juli 1890 i København i et grundtvigiansk miljø [1]. Faderen Jørgen Hansen-Ølstykke (1837–1911) kom ellers fra et indremissionsk hjem. Han stillede op for Venstre uden at blive valgt, men blev så valgt til Folketinget for De Radikale i 1881, hvor han sad frem til 1890. Han var en af foregangsmændene for brugsforeningsbevægelsen og næstformand for det nyoprettede FDB i perioden 1896 til 1910. Han havde tre børn i sit første ægteskab, men blev enkemand og giftede sig med sin afdøde kones niece Rasmine Sophie Vinter (1848–1939), skipperdatter fra Svendborg og uddannet som kommunelærerinde. Sammen fik de ét barn, Julie, som fik både faderens og moderens navn. Kun et af børnene, Carl Olaf Ernst (1865–1948), fra første ægteskab overlevede til voksenalderen. Hans familie stod Julie Vinter Hansen nær.

Vinter Hansen blev uddannet fra Nathalie Zahles Skole i 1910. Herefter indskrev hun sig på Københavns Universitet. Hun blev i 1917 den første kvindelige mag.scient. i astronomi. Allerede som studerende blev hun ansat som beregner på universitetets astronomiske observatorium. Hun var på vej ud i et job i forsikringsbranchen, da observatoriets direktør, professor Elis Strömgren, fik hende ind i en assistentstilling i 1919, som så førte til en fast stilling som observator i 1922, efter at loven fra 1921 gav kvinder adgang til offentlig ansættelse.

Denne udnævnelse gjorde hende til den første og eneste kvindelige observator i Europa på det tidspunkt. Hun boede sammen med sin mor (der døde i 1939) på Det Astronomiske Observatorium på Østervold indtil sin død i 1960, 70 år gammel. Efter faderens død rejste mor og datter en del. De skrev en dagbog eller rejsedagbog fra deres mange rejser mellem 1911 og 1938, som findes på Rigsarkivet. Familien har formodentlig været ret velhavende.

Et ufrivilligt langt ophold

I 1939 blev Vinter Hansen tildelt det prestigefyldte Tagea Brandts Rejselegat, der gav hende mulighed for at rejse til USA. Hun forlod Europa dagen før, Hitler drog ind i Polen. Det var meningen, at turen skulle vare fem måneder, men udbruddet af Anden Verdenskrig forlængede hendes ophold i USA. Hun

forsøgte at komme hjem, men en båd sank, en anden blev afløst. Hun måtte blive, og i denne periode arbejdede hun på Lick Observatory ved University of California, hvor hun modtog Martin Kellogg Fellowship, som gjorde det muligt for hende at arbejde i USA. I 1940 blev hun tildelt Annie J. Cannon Award af American Astronomical Society, den højeste æresbevisning for kvindelige astronomer. Hun vendte først tilbage til Danmark i efteråret 1945.



Figur 1. Julie Marie Vinter Hansen (ca. 1925). Hun var den første kvinde, som blev ansat i en embedsstilling på KU. Hun var ansat på Astronomisk Observatorium fra 1922 og frem til pensioneringen i 1960. Foto: Lick Observatory Archive.

Karriere

Efter hjemkomsten fra USA fortsatte hun sit arbejde på observatoriet. Vinter Hansen var en klassisk astronom kendt for beregning af mindre planeter og kometers baner. Hun var en dygtig beregner, og på baggrund af nøjagtige observationer beregnede hun baner for asteroider og kometer ved hjælp af logaritmetabeller.

I 1933 undersøgte hun 32P/Comas Solá, en periodisk komet med en omløbsperiode på 8,8 år. Kometkernen anslås til at være 8,4 kilometer i diameter. José Comas Solá havde opdaget den i 1926, og Vinter Hansen

beregnete dens kredsløb frem til 1980 og forudsagde, hvornår den ville vende tilbage til Jordens bane.

Vinter Hansen havde gennem sin karriere adskillige prestigefyldte stillinger og modtog flere hædersbevisninger. Hun var medlem af bestyrelsen for Dansk Astronomisk Selskab og tiltrådte formandskabet efter professor Elis Strömngrens død i 1947, en stilling hun beklædte indtil sin død. Hun var redaktør af *Nordisk Astronomisk Tidsskrift* fra 1920 til 1960. I hendes arkiv i Rigsarkivet er der en omfattende faglig korrespondance med astronomer verden over og mellem hende og Elis Strömngren. Der findes også en brevveksling mellem professor Bengt Strömngren og hende [2].



Figur 2. Julie Vinter Hansen på observatoriet i sin nye observationsdragt (1957). Foto: Svend Laustsen.

Dagligt liv på observatoriet

I foråret 2024 inviterede KIF (Kvinder i Fysik) og Cosmic Dawn Centeret til et Julie Vinter Hansen-event. Arrangementet fandt sted i et atrium i den nye Niels Bohr-bygning i København. En gårdhave skulle opkaldes efter Julie Vinter Hansen. Eventet med oplæg og taler findes på KB. I det følgende citeres der herfra [3].

Talerne var astronomer, som havde kendt og arbejdet under Vinter Hansen i 1950'erne. Disse oplæg giver et blik på hende som astronom og konstitueret leder, som hun blev i 1951 og frem til 1958 samt en indsigt i dansk astronomi på det tidspunkt. De tre medarbejdere var Svend Lausten (f. 1927), Erik Høg (f. 1932) og Jørgen Otzen Petersen (f. 1935).

Svend Lausten havde sin daglige gang på Observatoriet fra 1953 og seks år frem. Det meste af tiden under Vinter Hansens ledelse, fordi den øverste leder Bengt Strömngren drog til USA.

Lausten satte stor pris på hende. "Frøken Vinter Hansen har for mig været som den gode fe, der har gjort mig meget godt. Men dus og på fornavn hørte ikke den tid til. Faktisk falder det mig stadig lidt fremmedartet at kalde hende Julie. I omtale hed hun dengang altid VH, så det holder jeg mig til". Det hedder hun også i resten af artiklen.

Det fremgår af Laustens beretning, at observatoriet havde en del arbejde med at udgive Københavns Universitets Almanak, også kaldet Skriv- og Rejse-Kalender, som er blevet udgivet så nogenlunde i sin nuværende form siden 1685. Der var tale om henholdsvis en dansk og en færøsk almanak og en meget kort for Grønland. Lausten skriver: "Udgivelsen var VH's ansvar, og pertentlig som hun var, kostede den os alle et betydeligt arbejde". Arbejdet med almanakken var krævende, også korrekturlæsningen. Tiden var presset og alle bidrog. Også magister Thernø, som en gang spydigt bemærkede: "Og vi tjekker om alle punktummer er pænt runde". Svend Lausten nævner, at han kom til at dumme sig ved en lejlighed, hvor VH overrakte ham et eksemplar. Han opdagede straks en trykfejl. Det gik VH meget på. Lausten fortæller også om Brorfelde Observatoriet, som VH havde tilsyn med opførelsen af. Hun købte derfor en bil og fik sat et lille mærke på sin bildør med bogstaverne VH smukt trykt i guld.



Figur 3. Astronomisk observatorium på Østervold med personale 1958. Fra venstre ses: Magister K. A. Thernø, Pedel Jensen, Sekretær Lilly Riffbjerg, Sekretær Yvonne Pedersen, Observator Julie Vinter Hansen, Værkstedsleder Poul Bechmann, Magister Erik Høg og cand. mag. Svend Lausten. Fotograf ukendt.

Brorfelde Observatoriet fungerede i perioden 1953–1996, og der blev anskaffet særlige observationsdragter til arbejdet.



Figur 4. Julie Marie Vinter Hansen. Foto: Lick Observatory Archive.

Observatoriet var i brug i 40 år, og det har været med til at sætte varige spor i astronomien, bl.a. med nøjagtige målinger af stjernernes positioner og opdagelsen af små himmellegemer i solsystemet. Brorfelde fik æren af at navngive nogle af de små himmellegemer med navne som Brorfelde og Holbaek. Da observatoriet blev bygget, var det et af de mest moderne i verden. Men i

1996 var der ikke længere brug for det. Der var for få observationsdage. Observatorier på den kanariske ø La Palma tog efterhånden over.



Figur 5. Julie Marie Vinter Hansen. Foto: Lick Observatory Archive.

Brorfelde Observatoriet blev rammen for den danske julekalender Julestjerner i 2012 på DR1, genudsendt i 2019. Observatoriet blev genåbnet efter 20 år i 2016. Det er nu et opdagelsescenter om naturvidenskabens forunderlige verden, og det er absolut et besøg værd. VH's indsats for observatoriet synes at være glemt. Jeg så hende ingen steder omtalt under mit besøg på Brorfelde i 2024, hvorimod den smukke pejsestue er opkaldt efter Bengt Strömgren.

Lausten fortæller, at VH var en god leder af observatoriet, og at hun havde øje for et godt arbejdsmiljø. Hun havde humor, et træk, som mange andre også fremhæver. Officielt var det Bengt Strömgren, som stod i spidsen for laboratoriet, men efter at han rejste til USA i 1951, fungerede VH som direktør. VH var des med faderen (Elis) men dus med sønnen (Bengt).

Der var kun få medarbejdere på Østervold i 1957. På kontoret sad frk. Yvonne Pedersen og af og til en assistent til maskinskrivning og andre kontoropgaver. Ud over VH var der kun en fuldtidsastronom, lektor K. A. Thernøe, der ligesom VH var blevet ansat under Elis Strömgren. De to skulle tage sig af det administrative arbejde, almanakkerne og lidt undervisning. Ebba Friis fra Det kongelige Bibliotek tog sig af biblioteket og kom en gang om ugen. Biblioteket var hovedbibliotek for astronomi i Danmark.

Julie Vinter Hansen opnåede meget i løbet af sin levetid. Jeg kan ikke bedømme hendes videnskabelige publikationer, men et "besøg" i Det Kongelige Biblioteks kataloger opregner mange publikationer fra hendes hånd. Der blev skrevet mange nekrologer efter hendes død i både danske og internationale tidsskrifter.

Som en anerkendelse af sit bidrag til astronomien blev VH valgt til Fellow i Royal Astronomical Society

i London i 1931, og hun blev udnævnt til Ridder af Dannebrogordenen i 1956.

Kvindepolitiske aktiviteter

Allerede som studerende var VH fagpolitisk aktiv. Hun var bl.a. formand for studenterrådet på naturvidenskab. Senere blev hun som nævnt medlem af mange faglige foreninger, men hun var også aktiv i forskellige kvindeorganisationer.

Hun var medlem af Kvindelige Akademikere, som blev oprettet i 1922. I 1925 deltog VH i Kvindelige Akademikeres jubilæumsfest i anledning af 50-året for kvinders adgang til universitetet. Hun var med til festmiddagen, hvor der var dækket til 361 personer. Hun sidder ved siden af sin mor. I bordplanen står: Observator, Frk. Julie Vinter Hansen og Fru Vinter Hansen.

Det var Kvindelige Akademikere, der med Lis Jacobsen, dr.phil. i nordisk filologi og leder af Det Danske Sprog- og Litteraturselskab og Ordbog over det danske Sprog, som tog initiativ til jubilæumsbogen: *Kvindelige Akademikere 1875–1925* fra 1925. Der var tale om en omfattende kortlægning af de 379 kvinder, som havde taget kandidateksamen ved universitetet. VH bliver nævnt her, men det bemærkes ikke som noget særligt, at hun var den første kvindelige ansatte på universitetet.

Kvindelige Akademikere var en forening, som nærmest modvilligt blev dannet, idet man ikke mente, at den var nødvendig, da danske kvinder havde opnået ligestilling! Formålet var at forbedre de kvindelige akademikeres boligforhold samt ved privat gæstfrihed at fremme udveksling af danske og udenlandske kvindelige akademikere. Der blev afholdt enkelte foredragsmøder, fortrinsvis med udenlandske foredragsholdere. Kvindelige Akademikeres arkiv findes i Rigsarkivet.

Man skal nok ikke undervurdere organisationens betydning. Foreningen var fx meget aktiv i etableringen af kollegiet Kvinderegensen, som stod færdig 1932. Det var især det internationale, som prægede foreningen. Foreningen var tilsluttet *International Federation of University Women (IFUW)*, som havde klubhuse i London, Paris og Washington, afholdt kongresser, uddelte stipendier og beredvilligt hjalp medlemmer, der rejste i udlandet.

At der var tale om en international forening, fik faktisk betydning, idet man uddelte legater og modtog gæster fra udlandet. I Kvindelige Akademikeres arkiv findes en fortegnelse over legater helt tilbage fra 1938. Især fra 1946 blev der formidlet mange stipendier under *American Association of University Women, International Study Grants* til ophold og rejser. VH bidrog især i foreningens internationale arbejde. Med disse initiativer var foreningen med til at styrke de kvindelige akademikeres og forskeres kompetencer, kvalifikationer og internationalisering.

VH blev foreningens repræsentant i Danske Kvinders Nationalråd, hvor hun arbejdede med internationale spørgsmål og var udenlandsk sekretær 1931-34. Senere blev hun medlem af Danske Kvinders Erhvervsråd (oprettet 1934), som var en forløber for Ligestillingsrådet.

Kvinder, som følte sig diskrimineret på arbejdsmarkedet, kunne få råd og vejledning, og organisationen holdt øje med politikken vedrørende kvinders arbejdsforhold.



Figur 6. Julie Marie Vinter Hansen til den 7. generalforsamling i "The International Astronomical Union", Zürich, 1948. Foto: University of Chicago Photographic Archive.

VH var også medlem af Kvindelig Læseforening, som var oprettet i 1872 og blev nedlagt i 1962. Det var et meget vigtigt sted for kvinder, der ikke kunne få adgang til mænds læseforening Athenæum. I 1910 fik foreningen eget hus på Gammel Mønt nr. 1. Stedet fungerede ikke blot som bibliotek, men som mødested, hvor der også var restaurant og hotel. Selma Lagerlöf var en hyppig gæst og oplægsholder tilbage fra 1891. Hun kom der regelmæssigt og boede på Damehotellet, når hun var i byen.

De kvindelige studerende og akademikere og de første kvindelige politikere kom i Kvindelig Læseforening. Jeg vil gætte på, at VH allerede som studerende var medlem af foreningen, senere blev hun medlem af bestyrelsen. Men det var også en konservativ forening, og der var en del generationskonflikter. Det er her, vi i 1928 møder en ung Julie Vinter Hansen. Bestyrelsen havde med Sofie Alberti i spidsen stillet forslag om, at bibliotekspersonalet skulle afskediges ved ægteskab. Dansk Kvindesamfund var i oprør, og i bestyrelsen talte flere yngre medlemmer imod forslaget, herunder VH. Hun mente, at forslaget var en dolk i ryggen på dem, der havde arbejdet for kvindernes sag. Det væsentlige var, at kvinderne passede deres arbejde. Forslaget faldt.

VH støttede således kvindesagen. I forbindelse med et fødselsdagsinterview udtalte hun, at hun selv ingen vanskeligheder havde mødt. Hun virkede dog en anelse ambivalent, da hun blev spurgt, om kvinder manglede "den hellige Ild? Jeg vil nødig indrømme, at vi staar under Manden i skabende Evne. Men saa mange Faktorer spiller ind for Kvindens vedkommende, at det er svært at sige noget generelt. Dog er det sikkert rigtigt, at Manden af mange Grunde i Almindelighed naar længere end Kvinden".

Afslutning

Kvinder fik adgang til at studere i 1875. Men vi skal frem til 1921, før de kunne bruge deres uddannelse i det offentlige. Hvorfor tog det så lang tid? Svaret er, at kvinder var uønskede; der var ikke brug for dem, og de skulle helst ikke blive for mange. Derfor blev der helt bevidst lagt forhindringer i vejen for kvindelige akademikere. Mange kvindespørgsmål blev negligeret, indtil kvinder havde fået stemmeret. Så kom der, hvad man kan kalde et åbent vindue, og vi fik adskillige ligestillingslove mellem 1919 og 1925: Lige løn og adgang til erhverv i det offentlige samt flere familielove, som ligestillede parterne i ægteskabet og i forhold til børnene.

Julie Vinter Hansen havde en hjertesygdom og døde af et hjertetilfælde i Schweiz i 1960. Hun efterlod sig en arv af banebrydende præstationer og dedikation til fremme af kvinder i videnskab og samfund.

Før sin død stiftede hun en fond, der uddelte rejselegater til studerende og yngre kandidater inden for fagene astronomi, matematik og fysik. Ved uddelingen blev der benyttet moderat kønskvotering; under lige kvalifikationer skulle kvinder have fortrin for mænd. Rejselegatet uddeles stadig. I dag er det sammenlagt med fire andre fonde under Niels Bohr Fondet og administreres af Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Hun støttede således kvinder, både mens hun levede og efter sin død.

I 1941 blev asteroiden 1544 Vinterhansenia, opdaget af den finske astronom Liisi Oterma (1915-2001), navngivet til Julie Vinter Hansens ære. Det fortjente hun.

Litteratur

- [1] F. Pors (2023) "Julie Vinter Hansen", Dansk Kvindebiografisk Leksikon på lex.dk.

B. Rosenbeck (2022) "100-års jubilæum for astronomisk sejr for ligestillingen", *Universitetsavisen*, 22. december.

Julie Vinter Hansens private arkiv findes i Rigsarkivet, fotoalbums findes på Det Kongelige Bibliotek.

- [2] E. Høg (2015) "Archives on astronomy from the 1950s", zenodo.org/records/109002662.2.

- [3] E. Høg, S. Laustsen og J. Otzen Petersen (2024) "Julie Vinter Hansen Event", (Cosmic Dawn Center udg.), Niels Bohr Institutet.

Tak til de tre forfattere for at dele deres fotos.



Bente Rosenbeck er professor emerita og tidligere leder af Center for Kønsforskning, Københavns Universitet.

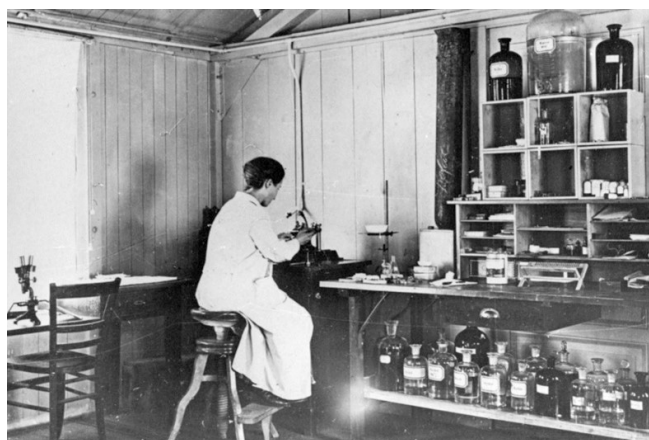
Hilde Levi – kvinden med isotoperne i Danmark

Liselotte Højgaard, Rigshospitalet, KU SUND og DTU

Hilde Levi var en ung tysk fysiker, der kom til København i 1934, fordrevet af det tyske nazistiske styre. Hilde Levi blev assistent på Niels Bohrs institut hos George de Hevesy, ungarsk kemiker og senere Nobelprismodtager. Efter Anden Verdenskrig udviklede Levi en selvstændig karriere som forsker med flere studieophold i USA. Hun etablerede Europas første C-14 dateringslaboratorium ved Nationalmuseet, hun indførte autoradiografi i Europa, og skabte “det store isotopkursus”. Hilde Levi samlede George de Hevesys arkiv og skrev hans biografi.

Hilde Levis første akademiske karriere

Hilde Levi blev født i 1909 i Frankfurt am Main i Tyskland. Hendes jødiske forældre tilhørte den veluddannede højere middelklasse, og Hilde var både dygtig i skolen og til at spille klaver. Hun ville være fysiker, og læste ved universiteterne i Frankfurt og München, og skrev doktorgrad ved Kaiser Wilhelm-instituttet i Dahlem, en forstad til Berlin. Titlen var: “Die Spektren der Alkalihalogenide”. Det var den sidste jødiske doktorgrad under det nazistiske regime, og den blev hurtigt annulleret af nazisterne. De tillod hverken jødiske professorer eller yngre forskere på universiteterne i Tyskland. Doktorgraden fik Hilde Levi dog tilbage efter Anden Verdenskrig.



Figur 1. Hilde Levi i laboratoriet på Kaiser Wilhelm Institutet, Berlin, i 1930'erne. Arkiv Humboldt Universitet.

Hilde Levi opnåede som en af meget få kvinder dengang universitetsgraden fra Humboldt Universitetet. Ved forsvaret af doktorgraden blev Hilde Levi eksamineret af professorerne Peter Pringsheim, Fritz Haber og Max von Laue. De sidste to var begge Nobelprismodtagere og meget strenge. Hun sagde i et interview optaget mange år efter i 2002, da hun var blevet en gammel dame, at hun havde været så frygtelig bange for ikke at bestå. Hun skulle have graden for at komme ud af Berlin og Tyskland og få forskningsansættelse i København som jødisk flygtning.

København 1934

Efter disputatsen kom Hilde Levi til København i foråret 1934 med et stipendium fra den danske gren af The

International Federation of University Women, og hun startede på Niels Bohrs institut. Først med forskning fælles med James Franck, der var tysk fysiker og Nobelprismodtager fra 1925. James Franck var rejst ud af Tyskland grundet afsky for det nazistiske styre, og han var i København på Niels Bohrs institut på ophold i et år, inden han tog videre til USA, først til Johns Hopkins, så til universitetet i Chicago. James Franck blev spurgt af Niels Bohr, om han kendte Hilde Levi, og svarede, at han ikke kendte hende personligt, men at han kendte hendes disputats, og satte den højt. I det mandsdominerede samfund dengang var det et usædvanligt udsagn, at Franck bedømte hendes akademiske arbejde og ikke Hildes person. Honnør til James Franck. Hilde Levi og James Franck arbejdede sammen om fysikken bag fotosyntese, og publicerede fælles to videnskabelige artikler om fluorescensen af klorofyl i 1934. Et emne Franck fortsatte med at interessere sig for og forske om senere i USA. Hilde Levi berettede i biografien om George de Hevesy, som hun skrev mange år efter i 1985, at hun og James Franck havde udviklet et varmt venskab.



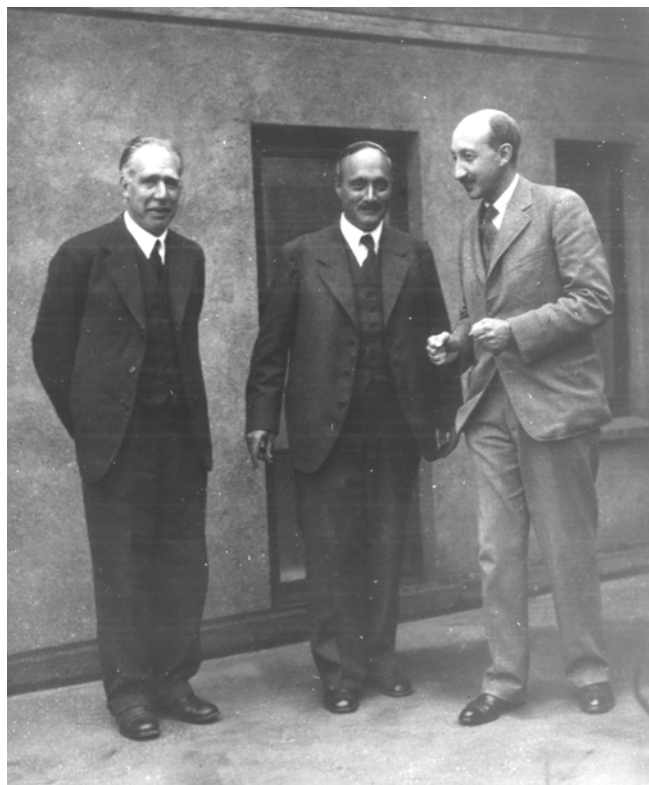
Figur 2. Hilde Levi serverer kaffe for Niels Bohr. Niels Bohr Arkivet.

I sommeren 1934 blev Hilde Levi forlovet med den tyske fysiker Hans Bethe, som hun kendte fra Berlin. Bethe havde ligeledes forladt Tyskland, og var også taget til Niels Bohrs institut for at forske. Det endte dog sørgeligt for det unge par. Bethe brød forlovelsen en uge før deres planlagte bryllup. Man kan finde et par lidt krøllede bryllupsinvitationer med fine håndmalede akvarelstrøg i Hilde Levis arkivkasse på Niels Bohr

Arkivet. Kassen rummer også en samling personlige håndskrevne breve mellem Hilde Levi, Hans Bethe og Bethes mor. Bethes mor mente, at Hilde Levi var en uværdig brud for hendes søn. Angiveligt har det spillet ind, at Hilde Levi var jødisk, trods det at Bethes familie også selv havde jødiske aner. Hans Bethe tog efterfølgende til USA, og blev en af de ledende teoretikere bag Manhattanprojektet. Han fik Nobelprisen i 1967, og opnåede et godt langt liv og en flot karriere. Hans Bethe besøgte ikke siden Niels Bohr og instituttet – han blev ikke inviteret. Han var det, der med et gammeldags udtryk på latin hedder persona non grata. Uønsket.

Hilde Levi klagede ikke, trods det at hun var alene i København uden familie. Hun var flygtet fra sit fædreland for at undslippe nazisterne, og hun var blevet svigtet en uge før et planlagt bryllup.

I vinteren 1935 kom George de Hevesy til København og genoptog sin forskning hos Niels Bohr på instituttet. Hevesy, senere verdensberømt kemiker, Nobelprismodtager og nuklearmedicinens far, havde mødt Niels Bohr hos Lord Rutherford i Manchester i 1912, da de begge var unge forskere og arbejdede med deres første originale videnskabelige opdagelser: Niels Bohrs atommodel, som han opnåede Nobelprisen i fysik for i 1922, og Hevesys indikatorprincip for radioaktive stoffer, som han fik Nobelprisen i kemi for i 1944, for året 1943. Hevesy havde forsket hos Niels Bohr i København i perioden 1920–1926, indtil han blev professor i Freiburg. Hevesy var af jødisk familie, og da jøder ikke måtte være professorer på tyske universiteter efter 1934, måtte Hevesy og familien rejse ud af Tyskland, og han besluttede sig for at returnere til København.



Figur 3. Niels Bohr, James Franck, George de Hevesy. Niels Bohr Arkivet.

Hilde Levi blev Hevesys forskningsassistent i København hos Niels Bohr på “Københavns Universitets Institut for teoretisk fysik”, som navnet lød dengang. Det blev først officielt til “Niels Bohr Institutet” i 1965, tre år efter Bohrs død. Hilde var på instituttet fra 1935 til 1940, hvor hun byggede Geigertællerne til isotopforsøgene med innovative apparaturforbedringer, som hun selv skabte, og publicerede om selvstændigt og som eneforfatter. Til slut i artiklens taksigelser skrev hun:

The author wishes to express her deepest gratitude to Professor NIELS BOHR for the hospitality granted at the Institute of Theoretical Physics, Copenhagen, and for the great interest he has taken in this work. My heartiest thanks are due Professor G. HEVESY for suggesting and continuously stimulating the development of the method. Dr. O.R. FRISCH has frequently supported this work with valuable advice.

Otto Frisch havde givet råd, men arbejdet var Hilde Levis. Hun var således ikke bare assistent, men en selvstændig fysiker med original og nytænkende innovation. Hilde Levi udførte også alle tællinger på instituttet, og hun var forskningsleder for Hevesys laboratorium, og forestod det praktiske laboratoriearbejde.



Figur 4. Auditorium A, 1937. Der var få kvinder i fysik dengang. Den verdensberømte Lise Meitner sidder på første række, og Hilde Levi bagerst til venstre ved døren. Niels Bohr sidder på første række til venstre. Niels Bohr Arkivet.

Det var essentielt, at Niels Bohr i 1935 fik fondsmidler til en cyklotron til instituttet, og den blev bygget med hjælp fra Ernst Lawrence på Berkeley, der havde udviklet cyklotronen. Institutet fik også et højvoltsanlæg, og der kom en Van de Graaff-generator til Finseninstituttet, plus 0,6 gram radium. Alle fire infrastrukturer kunne producere de kunstige radioaktive isotoper, der skulle benyttes til de mange forsøg med indikatorer indenfor biologien, som Hevesy initierede i København på instituttet sammen med Nobelprisvinder, zoofysiolog August Krogh, og kirurgen og modstandsmanden, professor overlæge dr.med. Ole Chievitz fra Finseninstituttet plus en stor gruppe af andre forskere i København.

Professor Kai Linderstrøm-Lang, lederen af Carlsberg Laboratorium, og senere verdensberømt protein-kemiker blev Hildes chef efter april 1940, da Danmark blev besat af tyskerne. Hilde Levi boede sammen med fru Sonja Hellmann, der også var tysk jøde. Hilde Levi kendte hende hjemmefra, hvor fru Hellmann havde været universitetssekretær i München. Fru Hellmann blev efter ankomsten til København Niels og hans hustru Margrethe Bohrs private sekretær, og fru Hellmann arbejdede i æresboligen på Carlsberg, hvor Niels Bohr og Margrethe boede med familien. Hilde Levi blev, efter at have grædt og klaget til Margrethe og Niels Bohr, overflyttet til Carlsberg Laboratorium, der var beliggende tæt på den lejlighed, som Hilde Levi og fru Hellmann boede i. Hilde Levi var blevet oprevet og bange hver dag, når hun på cykel eller med sporvognen måtte tilbagelægge turen på godt ½ time gennem de besatte Københavnske gader, hvor de mange tyske soldater fra besættelsestropperne patruljerede. Hilde Levi var flygtet fra det tyske nazistiske styre, og nu mødte hun det igen. Så hun bad om at få lov til at fortsætte arbejdet tættere på hjemmet, så hun undgik de sindsoprivende ture hver dag til og fra instituttet på Blegdamsvej. Løsningen var Carlsberg Laboratorium hos Linderstrøm-Lang. Nu var det så Hevesy, der måtte ud på cykel eller med sporvogn med isotoperne fra NBI til Carlsberg laboratoriet, så eksperimenterne kunne fortsætte. Hevesy var ikke nogen blændende eksperimentalist, og hyppige uheld opstod i laboratoriet i kølvandet på hans indsats med praktisk laboratoriearbejde. Så han var meget begunstiget med Hilde som assistent, da hun var både omhyggelig, selvstændig og meget ferm i laboratoriet.



Figur 5. Carlsberg Laboratorium, Carlsbergfondets arkiv.

Hevesy var den engagerede og entusiastiske igangsætter med et væld af originale ideer, og Hilde Levi beskrev ham som genial. Hevesy udgav godt 70 videnskabelige arbejder om radioaktive indikatorer i biologien i perioden 1935–1943. Hilde Levi blev pænt nævnt i taksigelserne, og hun var medforfatter på et par stykker. I dag ville man nok have forventet, at Hilde Levi var medforfatter, og det var hun da også på artiklerne med James Franck. Ud over samarbejdet med Hilde Levi var Hevesy begunstiget af livslangt venskab og videnskabelig opbakning fra Niels Bohr, og

den danske zoofysiolog og Nobelprismodtager August Krogh, der var Hevesys mentor indenfor fysiologi og biologi. Der kommer en artikel om George de Hevesy og isotopforskningen i næste nummer af KVANT.

Oktober 1943

I oktober 1943 måtte Hilde Levi og fru Hellmann flygte til Sverige på en illegal transport med en fiskerbåd grundet tyskerne beslutning om at arrestere alle jøder i Danmark, og sende dem til de berygtede koncentrationslejre i Tyskland. Med sig på den farefulde færd havde Hilde Levi og Sophie Hellmann Margrethe og Niels Bohrs to yngste sønner, da familien Bohr også måtte flygte.

Man må stole på mennesker, som man betror ansvaret for sine børn, særligt i sådan en farefuld situation. Sikken en tillid Margrethe og Niels Bohr har haft til Hilde Levi og Sophie Hellmann.

George de Hevesy og August Krogh kom også over Sundet med en illegal fiskerbåd. Den danske befolkning med præster, læger, sygeplejersker og forskere var aktive i indsatsen for at redde de jødiske landsmænd i oktober 1943, og 7.000 af de 7.500 jøder i Danmark kom til Sverige, der var neutralt under Anden Verdenskrig.

Hilde Levi kom til Stockholm og boede og levede meget beskedent sammen med fru Hellmann indtil krigen sluttede i 1945. Levi fik en forskningsansættelse på Wennergren-laboratoriet, hvor hun lykkedes med at fortsætte forskningen og publicere flere selvstændige videnskabelige artikler. Hun skaffede isotoperne til eksperimenterne fra Manne Siegbahn og hans cyklotron på Nobellaboratoriet, og han fik en pæn tak i artiklerne. Lise Meitner, den verdensberømte tyske fysiker, og tidligere chef på Kaiser Wilhelm-instituttet i Dahlem ved Berlin, og bag opdagelsen af fission, var også jøde, og havde også måttet flygte ud af Tyskland. Meitner kom til Stockholm, og var ansat hos Manne Siegbahn, men oplevede ikke samme hjælpsomhed som Hilde Levi fik udvirket. Hilde Levi og Lise Meitner blev venner, og man har indtryk af, at Hilde Levi opmuntrede og hjalp den ældre og mere veletablerede Lise Meitner.

Efter Danmarks befrielse den 5. maj 1945 returnerede August Krogh til København, men han kom retur til Stockholm om sommeren for at besøge Hevesy, der i 1944 havde fået Nobelprisen i kemi for året 1943 for opdagelsen af radioaktive indikatorer. August Krogh fortalte Hevesy og Hilde Levi, at isotoparbejdet med de mange dyreforsøg på Niels Bohrs institut ved Københavns Universitet skulle flytte over til ham på Zoofysiologisk Laboratorium A. August Krogh tilbød ved samme lejlighed, at Hilde kunne få stilling hos ham og flytte med isotoperne. Det accepterede Hilde Levi, og hun flyttede hjem igen til København sammen med fru Hellmann, og fik nyt job.

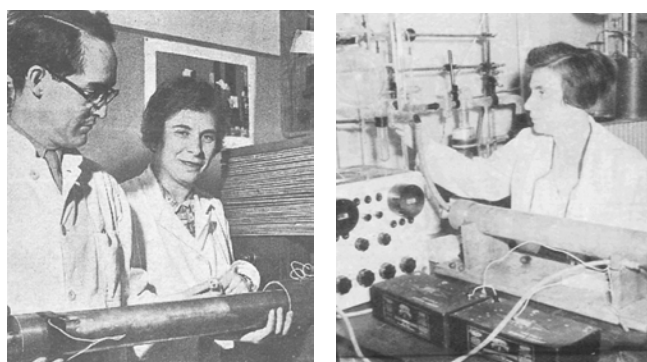
Retur i København 1945

Hilde Levi, Kai Zerah og øvrige forskere plus isotoperne, dyreforsøgene, udstyr og ideer flyttede de 400 m i fugleflugtslinje fra instituttet på Blegdamsvej til Juliane Maries Vej rundt om hjørnet, hvor August Kroghs laboratorium lå som en del af Rockefellerkomplekset,

der husede alle Københavns Universitets fysiologiske laboratorier. Her fortsatte Hilde Levi forskningen med Kroghs efterfølger professor Poul Brandt Rehberg, der var nyrefysiolog og også arbejdede med isotoper. Han var dertil et fyrtårn indenfor forskningspolitik, senere formand for Carlsbergfondet og grundlægger af de danske offentlige forskningsråd. Poul Brandt Rehberg var aktiv modstandsmand under Anden Verdenskrig, og havde også måttet tage turen over Sundet med en illegal fiskerbåd i oktober 1943.

C-14-datering

I 1947-48 Hilde Levi var på et års forskningsophold i USA, hvor hun blev tilknyttet den amerikanske kemiker Willard Libby i Chicago. Libby fik Nobelprisen i kemi i 1960 for opdagelsen af C-14 datering. Hilde Levi lærte om den nye metode til C-14-datering i Chicago, og hjemme igen var hun betydningsfuld for at introducere metoden. Hilde Levi skaffede hjælp fra Chicago til at designe og bygge selve dateringsapparatet, der initialt blev opstillet hos hende i kælderen på Zoofysiologisk Laboratorium. Det var Nationalmuseets kulstof-14-laboratorium, men det boede altså i kælderen hos Hilde Levi, hvor det åbnede i 1951, som det første af sin slags i Europa.



Figur 6. Billeder fra aviserne 1951, Hilde Levi og Henrik Tauber, C-14-laboratoriet. Niels Bohr Arkivet.

Der er skrevet om Hilde Levi, at hun initialt ikke var meget for at skulle engagere sig i sagen om C-14-datering, og i nogle senere avisomtaler er Levi stort set skrevet ud af historien. Hilde Levi bragte C-14-datering med hjem fra Libby i Chicago, hun holdt det første foredrag om emnet i Danmark, det første C-14-analyseudstyr blev etableret i kælderen på Zoofysiologisk Laboratorium A, hvor hun på det tidspunkt var adjunkt og senere docent. Hilde Levi var den første, der publicerede om metoden, og hun stod for den første internationale konference i København om C-14-datering. Der er heldigvis udkommet en charmerende lille børnebog i 2023: "Hilde Levi og Grauballemanden", om Hilde Levi og Nationalmuseets første C-14-dateringslaboratorium, hvor hendes prioritet genetableres. De tidlige pionerer og kvinder i fysik, som Hilde Levi var blandt, er ofte blevet skrevet ud af historien. Alene på grund af kønnet blev man regnet for at være medhjælper, ikke selvstændig original forsker. Hilde Levi blev ikke professor, Lise Meitner fik aldrig Nobelprisen; og først nu er Lise Meitner langsomt ved

at få prioritet på både opdagelsen af fission og Auger-Meitner-elektronerne.

Autoradiografi

Hilde Levi introducerede autoradiografi i Europa som den første forsker. Det er en elegant metode til cellebiologiske undersøgelser af molekulære funktioner med isotoper kombineret med almindelig vævsmikroskopi. Kort fortalt kan man give et forsøgsdyr, fx en mus, en injektion af en radioaktiv indikator, dernæst tager man en vævsprøve af det organ, som man vil undersøge. Så bliver prøven fikseret og skåret tyndt og lagt på et præparatglas påsmurt en tynd fotografisk film. Nu farver man så præparatet. De radioaktive isotoper aktiverer filmen på glasset, og aktiviteten kan ses som små sorte korn, der kan lokaliseres i cellerne samtidig med at man kigger på vævsprøven i mikroskop, hvor man kan iagttage cellerne. Derved kan man se direkte, hvor en injiceret radioaktiv indikator ender i cellerne og i vævet. Hilde Levi arbejdede i 1950'erne sammen med professor Georg Boyd i USA, og lærte teknikken derovre. Hjemme igen udviklede hun selvstændigt den såkaldte enkelt-celle-autoradiografi, hvor man ser radioaktivitetsfordelingen i den enkelte celle.



Figur 7. Forsiden af bogen "Hilde Levi og Grauballemanden".

Thorotrast

Thorotrast var et røntgenkontraststof, som man anvendte før Anden Verdenskrig til at diagnosticere fx akut hjerneblødning hos patienter, inden de skulle opereres af en neurokirurg. Formålet var at finde selve blødningskilden, hvor der skulle opereres for at stoppe patientens livstruende hjerneblødning.

Det viste sig desværre, at stoffet Thorotrast på langt sigt medførte dødelig leverkræft hos de undersøgte patienter, men først mange år efter de havde fået foretaget røntgenkontrast-undersøgelsen. Hilde Levis autoradiografi blev anvendt til at undersøge bivirkningerne ved Thorotrast. Røntgenkontraststoffet indeholdt Th-232, en alfa-emitter med en meget lang halveringstid. Stoffet blev optaget i Kupffer-cellerne i leveren og i milten hos

patienterne, men stoffet blev ikke udskilt igen. Hilde Levi arbejdede på Finseninstituttet sammen med Dr. Mogens Faber på Centrallaboratoriet, og de fandt via Hilde Levis enkeltcelle-autoradiografi ud af, at Th-232 optages i leveren og miltens immunceller, hvor de radioaktive isotoper bliver i mange år og "stråler" på de omgivende celler. Det var forklaringen på den celledskade og kræftudvikling, der opstod i årene efter, at patienterne havde fået foretaget undersøgelserne med Thorotrast. Den langlivede og hårde stråling fra Th-232 er alfa-partikler, med en halveringstid på 15 milliarder år, og da isotopen blev siddende i leveren og strålede på de andre celler, fordi den ikke blev udskilt, så opstod kræftsygdommen.

Det store isotopkursus

Hilde Levi initierede i 1949 sammen med Kai Zerahn det såkaldte "Isotopkursus", der var et omfattende kursus med forelæsninger og øvelser, rapporter og skriftlig eksamen. Kurset var og er en obligatorisk formaliseret kompetencegivende efteruddannelse for alle, der skulle og skal arbejde med radioaktive isotoper, det være sig forskere, læger, og ansatte i industrien. Kurset findes stadig, og det er fortsat en succes og en forudsætning for, at man må arbejde på et vist niveau af selvstændighed på området. Kurset formidles som et masterkursus på Københavns Universitet i regi af Niels Bohr Institutet, og er ud over at være en del af undervisningen på flere studier også åbent for læger i speciallægeuddannelsen til nuklearmedicin m.fl. Der er siden tilkommet tilsvarende kurser flere steder i Danmark. Hilde Levis stringens og pædagogiske evner har haft meget stor betydning for, at området med arbejdet med radioaktivitet i Danmark blev og bliver udført på højt fagligt niveau med blik for både strålesikkerhed og ordentlighed i metoderne.

Myndighedsarbejde for Sundhedsstyrelsen

Johannes Frandsen var Medicinaldirektør i Danmark og chef for Sundhedsstyrelsen fra 1928 til 1961, og en af de mest indflydelsesrige personligheder i det danske sundhedsvæsen i den periode. Han var også medlem af bestyrelsen for Finseninstituttet, og Frandsen kendte Hilde Levi derfra.

Frandsen inviterede Hilde Levi til at arbejde for Sundhedsstyrelsen som konsulent ved arbejdet med den nye Radioaktivitetslov, der skulle udformes om strålebeskyttelse og strålesikkerhed for første gang i Danmark. Hilde Levi havde været involveret i tilsvarende myndighedsarbejde i USA i forbindelse med adskillige af forskningsopholdene. Senere fungerede Hilde Levi også som konsulent ved myndighedsarbejdet i forbindelse med målinger ude i landskabet fra jord, afgrøder og vandløb til overvågning af strålingsniveauet. I de år var der atomnedfald verden over i medfør af de mange atomare prøvesprængninger, der foregik i løbet af "den kolde krig". Landene, der havde atombomber, testede dem og de benyttede også atomprøvesprængningerne som afskrækkelse i det tiltagende våbenkapløb.

Hilde Levi fik flere gange selvstændige fondsmidler fra både Carlsbergfondet og Rockefeller Foundation i USA, og i 1955 fik Hilde Levi det fornemme "Tagea

Brandts Rejselegat" for fremragende kvinder i kunst og videnskab.

Perspektiv

Hilde Levi kom som ung jødisk fysiker og dygtig eksperimentalist til København i 1934 efter disputatsen ved Kaiser Wilhelm Institutet i Berlin. Hun var flyttet fra Tyskland tvunget af omstændighederne grundet nazisternes magtovertagelse i Tyskland. De ville først marginalisere og siden udslutte deres egen jødiske befolkning.



Figur 8. Hilde Levi (t.h.) i samtale med Lise Meitner. Foto fra 1963. Niels Bohr Arkivet.

Hilde Levi arbejdede på Niels Bohrs institut som George de Hevesys forskningsassistent, hvor hun udførte alle radioaktivitetstællingerne, og byggede nye Geigertællere med forbedringer, som hun selv indførte og publicerede om. Hun serverede også kaffe for de andre forskere, mænd, og lavede rørag til frokost til en af de herrer fysikere – uden at det tilsyneladende generede hende en tøddel.

Hilde Levi flyttede med isotoparbejdet til August Kroghs laboratorium efter 1945, hvor hun var betydningsfuld for at fortsætte isotopforskningen. Hun etablerede det berømte "Isotopkursus" sammen med Kai Zerahn, og hun udviklede Europas første kulstof-14-dateringslaboratorium for Nationalmuseet. Hilde Levi introducerede autoradiografi i Europa og udviklede enkelt-celle-autoradiografi. Hilde Levi sikrede Nobelpristageren George de Hevesys eftermæle ved at skrive hans biografi og samle hans arkiv. Hun fik i 1975 guldmedaljen fra George de Hevesy Foundation.

Hilde Levi døde som 94-årig i København i 2003. Efter sigende – og samstemmende fra mange der kendte hende – var hun en højt begavet, både skarp og skrap gammel dame med en dejlig sans for humor. Hun var anerkendt af sine venner og kolleger, og hun fortjener både omtale, eftermæle og tak for sin essentielle indsats for arbejdet med isotoper her i København. Hilde Levi var en original forsker i egen ret med transformative

videnskabelige resultater med opdagelsen af enkelt-celle-autoradiografi, der metodologisk har været og er en betydningsfuld metode indenfor den cellebiologiske forskning. Der var meget få kvinder i fysik dengang. Hilde Levi var en af de særligt betydningsfulde pionerer.

Efterskrift.

Jeg er hverken fysiker eller historiker, blot læge med nuklearmedicin som speciale, og en stor interesse for historien om de radioaktive indikatorer i biologi for snart 100 år siden i København. Jeg blev inviteret af KIF – Kvinder i Fysik – til at holde foredrag om Hilde Levi ved KIF-konferencen i november 2024 “The Women of NBI” - qua min interesse for George de Hevesy og isotopernes historie. Efter at have læst mere om Hilde Levis liv og faglige virke, så er jeg blevet imponeret og fascineret af hendes indsats, personlighed og evne til altid at få noget godt ud af også vanskelige situationer. Det ville berige verden og glæde mig, hvis en historiker med indsigt i fysik, kemi og isotoper ville skrive Hilde Levis biografi.

Litteratur

- [1] Dansk Kvindebiografisk Leksikon.
https://kvindebiografiskleksikon.lex.dk/Hilde_Levi
- [2] R. Mähring (2023) “The extraordinary Life and Science

of Hilde Levi”, APS 125, the American Physical Society, APS News, 14. november.

- [3] H. Levi (1941) “A Geiger Counter Arrangement applied to Measurements of Radioactive Indicators in Biological Research”, *Acta Physiologica Scandinavica*, bind 2, side 311–323.
- [4] H. Levi (1985) “George de Hevesy”, Rhodos Forlag.
- [5] J.L. Pedersen og J. Østergaard (2023) “Hilde Levi og Grauballemanden. Danske Stjerner”, Børnebogsforlaget.
- [6] S.S. Schweber (2012) “Nuclear Forces – The Making of the Physicist Hans Bethe”, Harvard University Press. Kapitel, Hilde Levi.



Liselotte Højgaard er speciallæge i klinisk fysiologi og nuklearmedicin, og var chef-læge på Rigshospitalet 2000-2023. Hun er professor ved Københavns Universitet, KU SUND, Institut for Klinisk medicin og adjungeret professor på DTU. Hun har været bestyrelsesformand for Danmarks Grundforskningsfond, og har grundlagt uddannelsen civilingeniør i medicin og teknologi, som er fælles for DTU, KU og Rigshospitalet.

Vakuumbudstyr - Rådgivning, support og service

Vi tilbyder vakuumbudstyr til ultimativt vakuum helt ned til 1×10^{-11} mbar.

Inden for dette område kan vi tilbyde følgende: Vakuumpumper, turbo-/diffusions- og ionpumper, membran-/skrue- og scrollpumper, vakuummåleudstyr, fittings og vakuuventiler, specialolier og vakuumsedt samt helium læksøgere.



BUCH HOLM

Buch & Holm A/S - Marielundvej 39 - 2730 Herlev - tlf.: 44 54 00 00
e-mail: b-h@buch-holm.dk - www.buch-holm.dk

Piedad de la Cierva og kvinder i spansk videnskab i Sølvalderen¹

Carmen Gómez-Fayrén de las Heras, Instituto de Física Teórica, Universidad Autónoma de Madrid/Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid

Piedad de la Cierva var en videnskabskvinde fra Murcia, som begyndte sin forskerkarriere i 1930'ernes Spanien. Hun fik i løbet af sin karriere mulighed for at arbejde på NBI. Gennem hendes vidnesbyrd udforsker vi Piedad's videnskabelige karriere, der blev formet af hendes tid, kønsroller og omstændighederne omkring hende².

I begyndelsen af det 20. århundrede begrænsede samfundets normer kvinder til primært at udføre arbejde i hjemmet, selv om nogle få talte for, at de skulle have adgang til videregående uddannelse. Videnskab, der var forbundet med magt, blev i vid udstrækning betragtet som et mandligt domæne, men gradvise ændringer gjorde det muligt for kvinder at tage en uddannelse, om end under begrænsninger fra et patriarkalsk system.

I Spanien gik det langsommere med at få kvinder ind på universiteterne og ind i de videnskabelige områder fra 1910'erne til 1930'erne end i andre lande, grundet Spaniens stærke katolske indflydelse og begrænsede almene uddannelse. Oprettelsen af Institución Libre de Enseñanza (ILE; Den frie undervisningsinstitution) og Junta para la Ampliación de Estudios (JAE; Bestyrelsen for udvidelse af studier) markerede et betydeligt fremskridt med hensyn til at fremme akademisk og videnskabelig aktivitet. Kvinder fik officielt adgang til de spanske universiteter i 1910, hvilket førte til en gradvis stigning i antallet af indskrevne kvinder.

Denne udvikling afspejler bredere samfundsmæssige forandringer, men fremhæver også den langvarige påvirkning af Spaniens konservative, rurale og katolske arv på ligestilling mellem kønnene i uddannelsessystemet.

I sine erindringer definerer Piedad sig selv som "vidne til og hovedperson i nogle usædvanlige år, hvor kvinder begyndte at komme ind på universitetet og i videnskaben" [1].

Begyndelsen på hendes videnskabelige karriere

Piedad blev født i 1913 i Murcia i en fremtrædende familie med slægtninge, der havde højtstående politiske og juridiske stillinger. Hendes far, Juan de la Cierva López, var en berømt advokat og juraprofessor i Murcia. Piedad var den ældste af fire søskende; de tre andre var alle drenge, men hun udviste fra en ung alder en usædvanlig begavelse og en flittig natur.

Piedad's far var overbevist om, at kvinders rolle i det 20. århundrede ville adskille sig markant fra deres historiske roller. Han mente, at kvinder ville få en langt mere fremtrædende rolle i det 20. århundrede.

Opmuntret af sin far gik Piedad i gang med en universitetsuddannelse efter at have afsluttet gymnasiet. Af de fire søskende var Piedad den eneste, der gik på universitetet.

Hendes far ville have hende til at studere farmaci, da det var en karriere, der var tæt forbundet med traditionelle kvinderoller. På trods af sin fars insisteren nægtede Piedad imidlertid at studere farmaci og valgte i stedet at begynde sine universitetsstudier på universitetet i Murcia, hvor hun blev indskrevet på det naturvidenskabelige fakultet i 1928.



Figur 1. Piedad de la Cierva.

Efter et år i Murcia flyttede hun til Valencia for at tage en grad i kemisk videnskab, igen som den eneste kvinde i sin klasse. Da Piedad ankom til Valencia, fik hun altså mulighed for at bo i et andet miljø og hos en anden familie. Hun dimitterede i 1932 med en ekstraordinær pris og en afsluttende afhandling om stål og jern.

Efter at have afsluttet sin uddannelse i Valencia ville Piedad gerne fortsætte sin videnskabelige karriere. Hendes kemiprofessor støttede hende og skrev et anbefalingsbrev til hende, så hun kunne tage en doktorgrad i Madrid.

I begyndelsen af det 20. århundrede var Madrid, i en periode kendt som sølvalderen, et arnested for

¹Den spanske Sølvalder er betegnelsen for perioden fra begyndelsen af 1900-tallet til midt 1930'erne. Her var der stor fremdrift i blandt andet videnskab og litteratur, men denne positive udvikling blev afbrudt af den spanske borgerkrigs begyndelse. Videnskabens Guldalder i Spanien fandt sted i det 16. og 17. århundrede, og var knyttet til Spaniens politiske og økonomiske dominans i samtiden, hvor der også blev fokuseret på udforskning og naturvidenskab.

²Artiklen er oversat fra engelsk af Rikke Egeberg Tankard og Cecilie Hede Cold.

intellektuel aktivitet. Samtidig opstod der en fornyet videnskabelig bevægelse; spansk videnskab var nu banebrydende og internationalt relevant. Det er på dette tidspunkt, at Piedad ankommer til Rockefeller Institutet i Madrid, som var Spaniens nationale institut for fysik og kemi. Her møder Piedad andre banebrydende videnskabskvinder [2], som gjorde væsentlige opdagelser, men hvis navne ikke har fået samme anerkendelse som deres mandlige modstykker, og mange er endda blevet slettet fra historien efter borgerkrigen, såsom Felisa Martin og Jenara V. Arnal.



Figur 2. Piedad med Julio Palacios' gruppe ved Rockefeller Institutet.

Piedad i røntgenafdelingen

I 1932 blev røntgenafdelingen åbnet på Rockefeller Institutet under ledelse af Julio Palacios, hvor Piedad begyndte sin ph.d.-afhandling. I forskningsgruppen var hun både den eneste kvinde og den yngste. Piedad tillærte sig her eksperimentelle teknikker til at studere krystallinske strukturer ved hjælp af røntgendiffraction.

I denne periode deltog Piedad i internationale kurser, udgav syv artikler, færdiggjorde sin ph.d.-afhandling om de atomare faktorer i svovl og bly og modtog en ekstraordinær pris. Hun ville senere huske denne tid med stor beundring for det utrolige videnskabelige og inkluderende miljø på Rockefeller, især det relativt høje antal kvinder på instituttet gjorde et positivt indtryk.

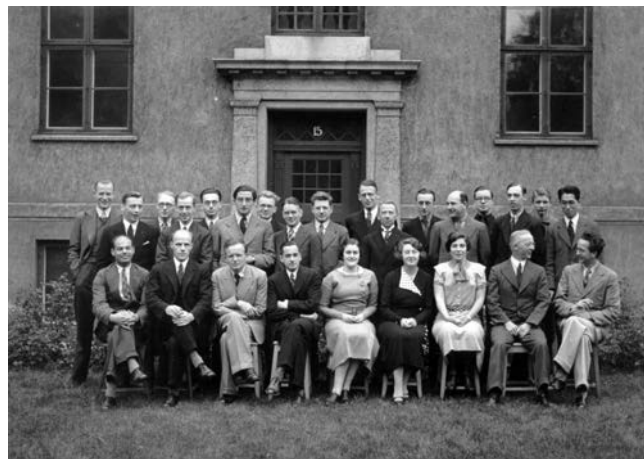
Piedad på NBI

Efter at have afsluttet sin ph.d.-afhandling og udgivet de syv artikler, fik hun et JAE-stipendium til at fortsætte sin forskning i udlandet. Dette var ret almindeligt efter ph.d.-forsvar i Spanien; JAE tildelte disse stipendier med det formål at udvide studierne internationalt.

Piedad fik et stipendium til at arbejde på Niels Bohrs Institut for Teoretisk Fysik i København sammen

med professor George de Hevesy, som havde opdaget hafnium og mange år senere, i 1943, ville vinde Nobelprisen for sit studie af isotoper.

Dette center gav hende mulighed for at arbejde i en udvalgt gruppe af fremtrædende forskere. I alt var der 30 forskere, herunder Hilde Levi, som var den eneste anden kvinde udover Piedad. Levi samarbejdede med Piedad og etablerede et stærkt venskab med hende. Hilde Levi bidrog signifikant til George de Hevesys forskning, men fik ingen anerkendelse i forbindelse med Nobelprisen i 1943.



Figur 3. Piedad de la Cierva på Niels Bohr Institutet, 1935.

På dette tidspunkt havde Piedad adgang til en bolig, hvor hun havde fuld frihed til at komme og gå, og her havde hver iboende elev en tilknyttet tutor. Piedades tutor var nonnen Moder Hildegarda, som var stor beundrer af fysik. I sine erindringer fortæller Piedad om deres samtaler om atomer [1,3]: "Hun tilbød at give mig tyskundervisning, og vi sludrede fra tid til anden og kommenterede Guds vidundere. Gud som havde opfundet og skabt atomerne."

På dette tidspunkt arbejdede forskningscentre, især Niels Bohrs Institut, med det, der senere skulle blive til kernefysik. Piedades mål var at lære de revolutionerende metoder og teknikker i den kunstige spaltning af atomet med fokus på aluminium og brom. Da hun vendte tilbage til Spanien, implementerede hun disse nye metoder på Rockefeller.

I denne periode organiserede professor Hevesy flere besøg på andre europæiske centre for hende. Hun fik mulighed for at besøge Institut de Radiologie de Paris, hvor Irène Joliot-Curie, som havde vundet Nobelprisen året før for sit arbejde med syntese af nye radioaktive grundstoffer, viste hende laboratoriet, og de diskuterede hinandens forskning.

Piedad fik også lejlighed til at møde Lise Meitner i hendes laboratorium på Kaiser Wilhelm Institut für Chemie i Berlin. Meitner inviterede endda Piedad hjem til sig til middag, som Piedad selv nævnte i et brev til Hevesy, da hun vendte tilbage til Spanien.

Tilbage i Spanien

Da Piedad vendte permanent tilbage til Spanien, fik hun til opgave at omsætte det, hun havde lært, til praksis. Herunder at samle en betapartikeltæller på

Rockefeller Institutet og bidrage til studiet af denne nye gren af fysik. Hendes arbejde blev dog afbrudt, da den spanske borgerkrig brød ud den 18. juli 1936. Rockefeller Institutet blev sammen med andre JAE-forskningscentre lukket. Mange spanske forskere stoppede deres forskning og tog ofte til gymnasier for at undervise i stedet. Dette var tilfældet for Piedad og hendes kolleger.



Figur 4. Piedad og Hilde Levi.

Da krigen sluttede ændredes alt, og der opstod forskelle blandt forskere af grunde urelateret til videnskab. Efter årene med det republikanske regime og den bemærkelsesværdige vækst i kvinders rolle på forskellige områder, blev mange forskere (40 %) forfulgt, udrenset, separeret og endda diskvalificeret på livstid. Dette syntes at afspejle et ønske om at fjerne den videnskabelige ledelse i bestyrelsen i JAE.

Grundet Piedades families store politiske magt i det nyligt proklamerede Franco-diktatur efter borgerkrigens ophør blev Piedad hverken retsforfulgt eller straffet. Med begyndelsen af det fascistiske diktatur i Spanien forsøgte regimet nu at etablere en institution, der skulle fremme og udvikle spansk videnskab og teknologi til gavn for landet.

I 1939 blev Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC; Det Højere Råd for Videnskabelig Forskning) således grundlagt, baseret på JAE's struktur og økonomiske aktiver, selv om det ikke arvede dets ånd eller filosofi. I stedet havde den nye institution til formål at gribe ind i og kontrollere den uddannelse og kultur, der havde udviklet sig under JAE.

I begyndelsen var udsigterne for kvinder i denne nye institution ikke særlig opmuntrende. Den ligeværdige atmosfære i den gamle Rockefeller-bygning forsvandt,

da den nye direktør var åbenlyst imod integrationen af kvinder i forskningscentre. Men med reorganiseringen af de forskellige sektioner i det nye CSIC kontaktede den ansvarlige for dannelsen af optiksektionen personligt Piedad med henblik på at få hende med i forskningsgruppen. Der var ingen kvinder i CSIC's personale på det tidspunkt, men i 1940 blev hun ansat som den første kvinde på CSIC. I de følgende år skete der en gradvis stigning i antallet af kvindelige ansatte på fysikinstitutet og i 1940'erne var der 20 kvindelige ansatte ud af i alt 78 forskere.

Samtidig begyndte Piedad at undervise på Central University of Madrid som undervisningsassistent i faget "Atomic-Molecular Structure and Spectroscopy" på ph.d.-kurserne, hvor hun kun fik en tredjedel af årslønnen og ingen formel anerkendelse. Det var den mest almindelige måde for kvinder at være undervisere på universitetet - typisk som praktikanter eller undervisningsassistenter, generelt dårligt betalt og uden de samme forfremmelsesmuligheder som deres mandlige kolleger.

I begyndelsen af 1941 blev Piedad blandt andet også uretfærdigt forment adgang til at søge et professorat i fysik, og hendes arbejde blev undervurderet med negative evalueringer grundet hendes køn.



Figur 5. Familiefotografier fra hendes sidste år.

Denne negative oplevelse, som skuffede hende meget, afslørede, at det spanske universitet stadig var et lukket område for kvinder. Denne diskrimination fik hende til at opgive yderligere forsøg på at komme ind på universitetet. I stedet brugte hun resten af sin karriere på at forske uden for det.

Et eksempel på det støttenetværk, der opstod blandt kvinder inden for forskning, var arbejdet med vejledning af studerende. Piedad vejledte selv tre ph.d.-

afhandlinger, som alle var skrevet af kvinder. Men selv om Piedad var den egentlige vejleder, kunne hun ikke officielt underskrive afhandlingerne som sådan, da hun ikke var en officiel universitetsprofessor. Piedad var nødt til at bede flere af sine mandlige kolleger om at underskrive afhandlingerne, hvilket gjorde Piedads bidrag usynligt og endnu en gang bragte en kvindelig forskers stemme til tavshed.

Omkring 1945 begyndte Piedad at fokusere på sit arbejde med optik [4]. Piedad begyndte at arbejde med antireflekterende belægninger til linser, som skulle forbedre linsernes brug i mørke. I 1945 kunne disse belægninger bruges i produktionen af kikkerter. Hendes arbejde på dette område blev i 1946 anerkendt med Videnskabernes Akademis forskningspris, som den første kvinde nogensinde.

I 1954 lykkedes det dem at fremstille det første parti optisk glas i Spanien, et projekt, der vandt "Juan de la Cierva" prisen for teknisk forskning.



Figur 5. Familiefotografi fra hendes sidste år.

Piedad blev også interesseret i risikaller med den idé at anvende dette materiale til mursten, der bruges i industrielle ovne. De nye ledere af CSIC værdsatte denne forskningslinje, og de gav hende lov til at fortsætte og udvide sin arbejdsgruppe.

På trods af succesen med sin forskning og flere patenter fik Piedads arbejde gradvist færre udviklingsmuligheder, og det var ikke en særlig motiverende opgave for hende længere. Efter en række udfordringer i hendes privatliv besluttede hun at gå på pension i en alder af 63 år efter 35 års arbejde på CSIC og en karriere som pioner inden for spansk videnskab.

Efter sin pensionering brugte hun sine sidste år på at kæmpe mod hukommelsestab, men ikke før hun fik nedskrevet sine erindringer i 1993. Gennem hendes tekster kan vi lære hende at kende og få en meget dybere forståelse af hende som person; uden disse dagbøger ville hendes arv måske være langt mindre kendt. Dokumentationen og oplysningerne om hende og hendes arbejde er ret sparsomme, hvilket ikke er unikt

for Piedad, men fælles for alle de kvinder, vi har haft mulighed for at lære om gennem dette arbejde. Hendes bidrag er mindre fremhævet end hendes mandlige kollegaers, hvilket er fælles for alle de kvindelige forskere på den tid. Deres navne går ofte ubemærket hen i dokumenterne, selvom de har været en stor og yderst relevant del af det videnskabelige arbejde i Spanien, fra Rockefeller Institutet til oprettelsen af CSIC, og helt frem til i dag.

Konklusioner

Med Piedad som udgangspunkt har jeg forsøgt at rekonstruere en kvindelig forskers liv i de mest komplicerede og traumatiske årtier i Spaniens nyere historie. Hun var en kvinde, der på mange måder var både heldig og privilegeret sammenlignet med andre, og takket være hendes erindringer kommer vi ikke kun tættere på hende og bliver bevidste om hendes held, men vi genopdager også mange af de kvindelige forskere i hendes samtid som er forsvundet fra de historiske kilder. Vi må ikke holde op med at stille spørgsmålstejn ved den manglende ligestilling mellem kønnene både i den Spanske videnskabs sølvalder og i dag. Alle disse kvinder, som stod over for en verden, der få år forinden var domineret udelukkende af mænd bør nævnes og anerkendes for deres vigtige bidrag til fysikken.

Litteratur

- [1] P. de la Cierva (1993). "Memorias: selección de fragmentos recogidos por I. Alva". Upubliceret (stillet til rådighed af Inmaculada Alva Rodríguez).
- [2] C. Magallón Portolés (1998) "Pioneras españolas en las ciencias. Las mujeres del Instituto Nacional de Física y Química", Madrid: CSIC, ISBN 8400-07773-3. www.jae2010.csic.es/documentos/publicaciones/publicacion_pioneras.pdf
- [3] I. Alva Rodríguez (2016) "Piedad de la Cierva Viudes: una sorprendente trayectoria durante la segunda república y el franquismo". Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura. CSIC, bind 192, side 1–13, ISSN: 1988-303X. arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/2126/2801
- [4] G. Zen (2018) "Piedad de la Cierva en el Instituto de óptica Daza de Valdés y su contribución en la investigación óptica". Óptica pura y aplicada: revista en español de Óptica y Fotónica, bind 51, side 1–9, ISSN: 2171-8814. www.sedoptica.es/Menu_Volumenes/Pdfs/OPA_51_4_50022.pdf



Carmen Gómez-Fayrén de las Heras er ph.d.-studerende i teoretisk fysik på IFT, Madrid, hvor hun arbejder i gruppen Gravity, Supergravity og Superstrings (GRASS). Hun blev født i Murcia, ligesom Piedad, der var hendes bedstefars kusine.

NY TEMABOG TIL FYSIK



Et nyt univers og en ny himmel er en aktuel bog om moderne astronomi.

Bogen handler om de nye store rumprojekter som James Webb-teleskopet og Gaia-satellitten. I bogen beskrives instrumenterne, de videnskabelige resultater samt deres betydning for vores teorier om universet.

Et nyt univers og en ny himmel handler også om søgningen efter exoplaneter, hvor der er mulighed for liv. I de senere år er antallet af kendte exoplaneter steget eksplosivt som følge af de nye store mængder data. Nogle af de metoder, forskerne bruger til at undersøge exoplaneterne, beskrives også i bogen.

Det sidste kapitel handler om de udfordringer, astronomerne oplever med lysforurening fra byer og kommercielle satellitter i kredsløb om Jorden.



Køb bogen her

Denne titel indgår i fagpakken til astronomi og fagpakken til fysik.

Webb finder en ny klasse af objekter: “Little Red Dots”

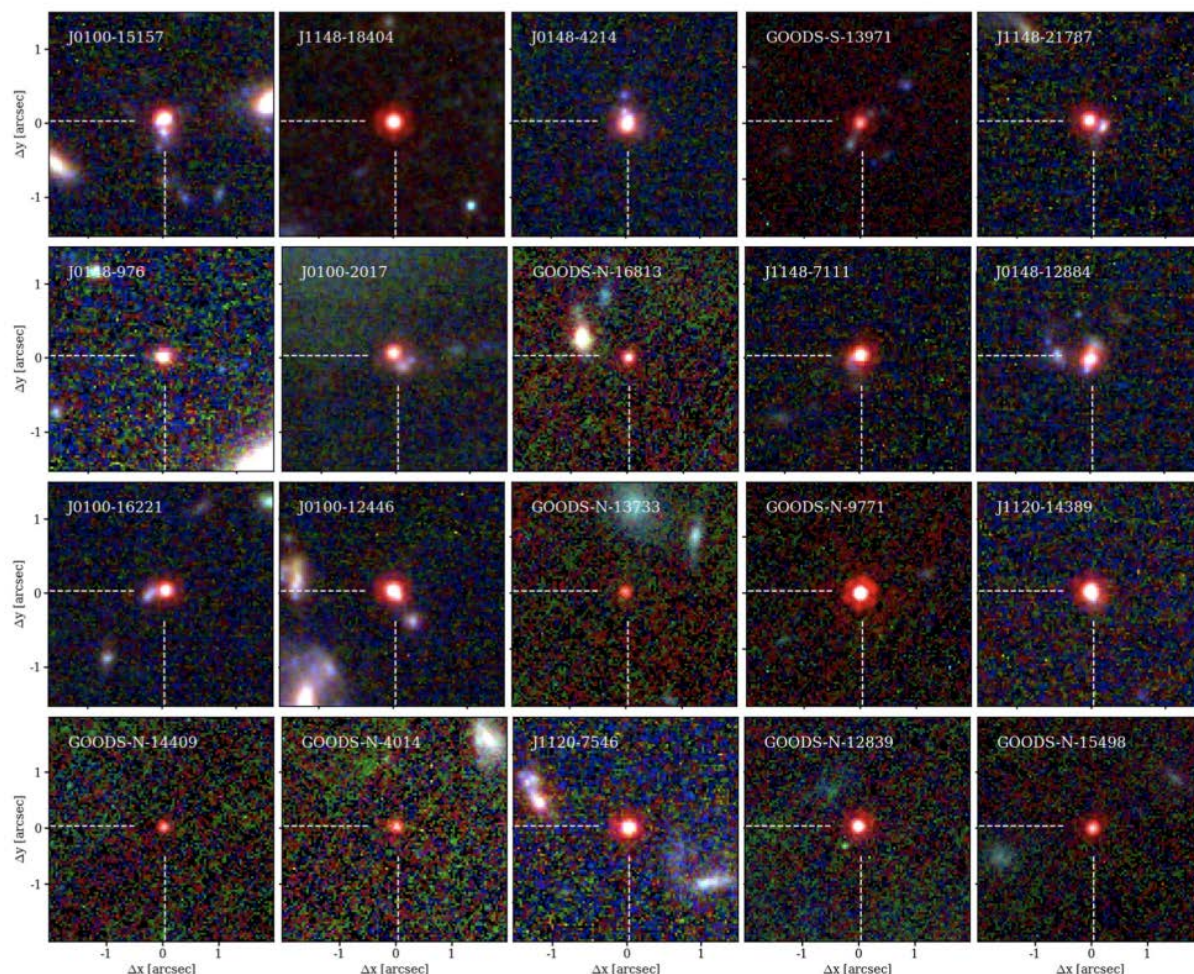
Kasper Elm Heintz og Laura Fuglsang, Niels Bohr Institutet

Det nye James Webb Rumteleskop har på mange måder revolutioneret vores forståelse af det tidlige univers. Blot få år efter, at Webb blev opsendt, har vi fundet de til dato fjerneste – og dermed også tidligste – objekter i universet. De dækker over alt fra kæmpe massive galakser med flere milliarder gange Solens masse til supermassive sorte huller. En bestemt klasse af de nye objekter fundet med Webb, kaldet “Little Red Dots” (små røde prikker), har vist sig at være en mystisk størrelse. De er små, lyser mest i det infrarøde (heraf navnet), og med besynderlige egenskaber, der muligvis bryder med vores nuværende kosmologiske model og forståelse af, hvor supermassive sorte huller kan dannes og vokse i det tidlige univers.

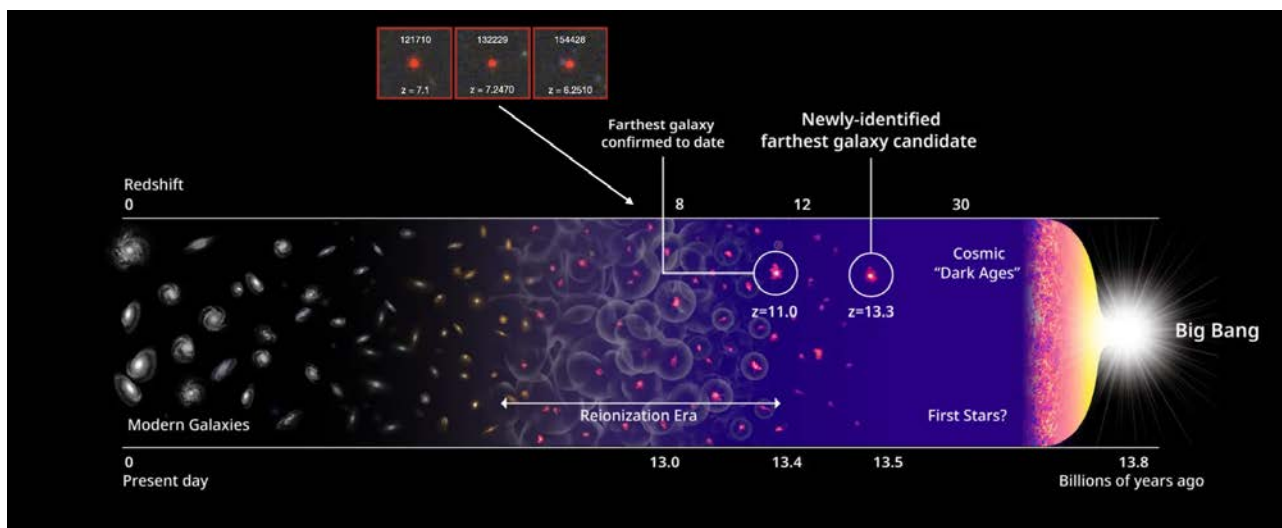
Siden opsendelsen af James Webb-rumteleskopet i 2021 har astronomer og rumentusiaster verden over med rette fokuseret deres opmærksomhed mod dette bemærkelsesværdige teleskop. Som et infrarødt rumobservatorium med markant forbedret følsomhed og længere bølgelængdedækning end set tidligere (fx med Hubble-rumteleskopet), sætter det os i stand til at se længere ind i fortiden end nogensinde før. Mange bemærkelsesværdige fund er allerede gjort med James Webbrumteleskopet, såsom: Ekstremt fjerne galakser, der umiddelbart ser ud til at have en masse, der bryder med vores forståelse af strukturdannelse i det tidlige univers; ubegribelige supermassive sorte huller, der

måske har haft en mere eksotisk oprindelse end først antaget; detaljerede billeder af de molekulære skyer, hvor stjerner og planeter dannes, samt omhyggelige analyser af exoplanetatmosfærer. Med ny instrumentering kommer oftest nye, uventede opdagelser.

Måske mest besynderligt, fandt forskere i løbet af det første års tid efter Webbs opsendelse en stor mængde af usædvanlige røde prikker – uopløste klare lyskilder kaldet “Little Red Dots” [1]. Vi kendte ikke umiddelbart til andre lignende objekter før Webb, og deres antal tyder på, at vi er begyndt at se en helt ny population af hidtil ukendte, astronomiske objekter. De repræsenterer en



Figur 1. Billeder af nogle af de første Little Red Dots fundet med Webb [1].



Figur 2. Øverst: billeder af 3 “Little Red Dots”. Nederst: Illustration af universets historie (Grafik: Harikane m.fl., NASA, ESA og P. Oesch (Yale University)).

særlig type lyskilde, der udsender det meste af dens lys ved infrarøde bølgelængder. Deres talrige tilstedeværelse og tilsyneladende høje masse har vakt astronomernes interesse verden over. De små røde prikker er gådefulde fænomener, og det diskuteres stadig aktivt blandt forskere verden over, hvilken type objekter de er. De mest lovende bud er aktive supermassive sorte huller [2] eller meget kompakte galakser med voldsomt aktiv stjernedannelse (eller noget helt tredje). Hvis deres lys hovedsageligt kommer fra det centrale område omkring supermassive sorte huller, udfordrer de vores eksisterende kosmologiske modeller. Deres masse vil i så fald være langt større end det, vi umiddelbart kan regne ud kan nå at blive samlet indenfor den første milliard år efter Big Bang, hvor de fleste af de små røde prikker er observeret. Disse objekter tyder altså på, at vi mangler en vigtig brik i puslespillet om at forstå, hvornår og hvordan de første stjerner, galakser, og supermassive sorte huller kan være blevet dannet.

JWST ser rødt

Det, der hovedsageligt adskiller Webb fra fx det tidligere Hubble-rumteleskop, er evnen til at kunne måle infrarødt lys. Instrumenterne ombord på Webb og teleskopet selv er designet netop til at kunne måle de infrarøde bølgelængder, som vi ved hovedsageligt kommer fra to astronomiske fænomener: termisk lys fra molekyleskyer og stjernedannende områder med store mængder kosmisk støv, og fjerne galakser. Når vi kigger ud i universet på stor nok skala, ser vi noget besynderligt. Alle galakser ser ud til at bevæge sig væk fra os. Jo længere væk de er, jo hurtigere bevæger de sig. Det må betyde, at universet som helhed udvider sig. Vi kan da se at bølgelængden af det lys der bliver udsendt bliver “strukket” med universets udvidelse. Dette kalder vi kosmologisk rødforskydning. Jo længere væk de lysende objekter er, jo hurtigere bevæger de sig væk fra os, og jo mere bliver lyset “strukket”. Det betyder altså, at ultraviolet lys udsendt fra de første stjerner og galakser ser ud til at være infrarødt, når lyset når ned til os på

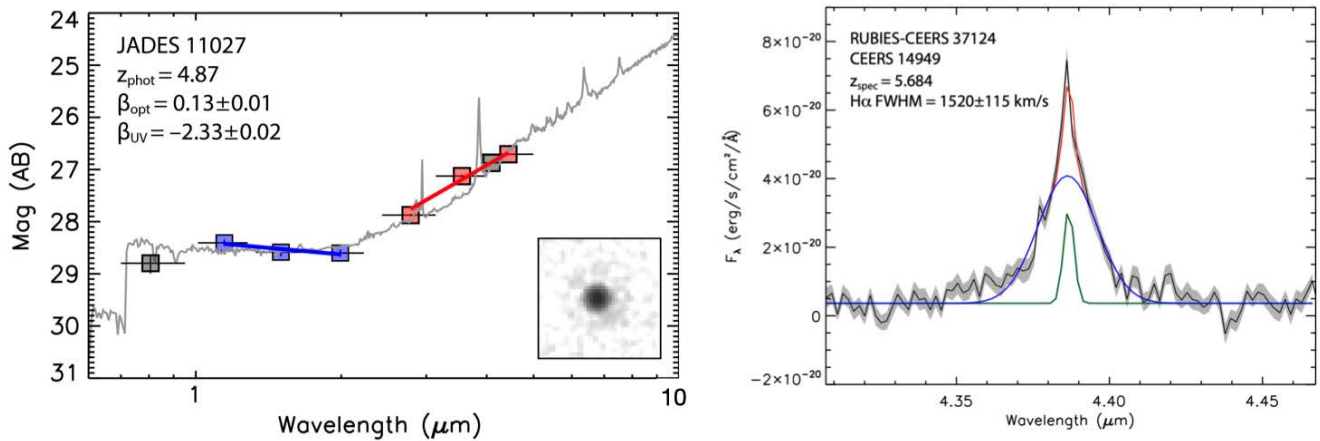
Jorden. Netop derfor er Webb designet til at se (infra-) rødt.

Egenskaber af de små røde prikker – det vi ved

Som navnet antyder er de Små Røde Prikker, små kompakte punktkilder set i de billeder, vi har taget med Webb. Eftersom de ses som punktkilder, må deres egentlige størrelse være mindre end billedopløsningen af Webb (efter at have taget højde for afstanden til dem). Ved at tage spektroskopiske målinger af en delmængde af disse objekter, kan vi bestemme deres afstand utroligt præcist ud fra de målte *emissionslinjer*. Disse kommer fra specifikke overgange fra forskellige atomer, som vi har målt bølgelængden af i laboratoriet, og derved kan sammenligne med vores observationer for at få et bud på hvor meget, de er blevet “rødforskuet”. Det viser sig at langt de fleste Små Røde Prikker har udsendt deres lys for mere end 12–13 mia. år siden, altså inden for de første få mia. år efter Big Bang. Figur 2 illustrerer nogle af de Små Røde Prikker, vi kender, i kontekst af universets historie.

De første spektroskopiske målinger af de Små Røde Prikker, viste også to andre besynderlige egenskaber: Deres spektre er typisk karakteriseret ved en bemærkelsesværdig “V-form”, bestående af emission i den blå UV-del af spektret og af et stejlt rødt optisk kontinuum samt utroligt bredde Balmerlinjer. Et sådant spektrum er usædvanligt og ses typisk omkring nære, supermassive sorte huller.

Et stejlt rødt optisk kontinuum er ofte forbundet med en stor mængde støv. Interstellært støv har den egenskab, at det særdeles nemt absorberer UV-stråling. Det vil sige, at objekter med et stejlt rødt optisk kontinuum sjældent har noget signifikant UV-bidrag i spektret. På den anden side er UV-stråling ofte forbundet med stjernedannende områder, og indikerer umiddelbart en mindre mængde støv. Men noget støv må der altså være i disse meget røde objekter, måske specifikt lokaliseret i centret omkring det supermassive sorte hul. Og som man siger: hellere lidt støv i krogen end et rent helvede!



Figur 3. Eksempler på to spektre af Little Red Dots [3]. Til venstre ses den brede energifordeling og “V-formen”. Til højre ses H-alfa-emissionslinjen, som både har en bred (blå; AGN) og smal (grøn; galakse) komponent. Lysstyrken er vist på y-aksen, målt i størrelsesklasser på venstre figur og i fluxtæthed på højre figur.

Forekomsten af brede emissionslinjer fra Balmer-serien af brint er lige så besynderlig [3]. Brede emissionslinjer er især forbundet med tæt gas omkring aktive sorte huller, såkaldte aktive galaksekerner (AGN). De enorme rotationshastigheder omkring aktive sorte huller forårsager Dopplerforskydning af specifikke emissionslinjer, der vidner om hastigheder på over 2000 km/s.

Figur 3 viser spektre af fra to forskellige objekter klassificeret som Små Røde Prikker.

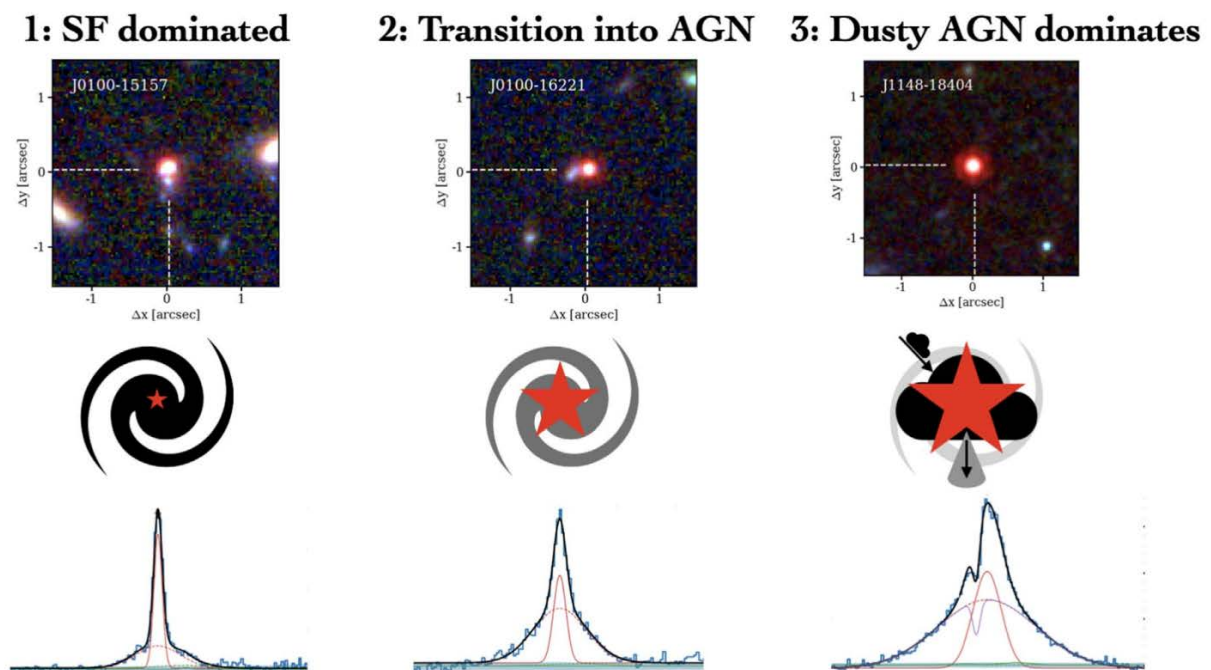
Supermassive (!) sorte huller

Vi kan beregne ud fra simpel Newtonsk dynamik, at for at opnå hastigheder på flere tusinde km/s, må massen af det centrale supermassive være ekstremt. Alt fra én til 100 mio. gange Solens masse er blevet udregnet for de mest ekstreme objekter, men bundet i det sorte hul som kun er ca. 10 gange Solens størrelse. Vores nuværende

forståelse af strukturdannelse har utroligt svært ved at kunne få så unge, supermassive sorte huller til at vokse til den størrelse så kort tid efter Big Bang. Der er tre mulige løsninger: Enten bliver supermassive huller dannet langt tidligere end vi først troede muligt (såkaldte primordiale sorte huller, lavet af urstoffet inden der kom stjerner og galakser), eller også er vores nuværende kosmologiske model forkert, eller måske er det slet ikke supermassive sorte huller vi ser.

Fænomenet bag de små røde prikker – unge aktive sorte huller eller kompakte stjernedannende galakser?

Forskere diskuterer stadig, hvad der fysisk kendetegner de Små Røde Prikker. Der er en bred konsensus om, at de må have en høj masse og en del kosmisk støv. Den dominerende teori er, at de Små Røde Prikker repræsen-



Figur 4. Eksempler på mulige fysiske fænomener, der ses i Little Red Dots [1]. Venstre: De stjernedannende områder i værtsgalaksen dominerer lysprofilen (stor, smal emissionskomponent). Midten: Vi ser et større bidrag fra det centrale supermassive sorte hul. Højre: Lyset fra det supermassive sorte hul dominerer nu lysprofilen, og ser ud til at være indlejret i en stor mængde kosmisk støv.

terer et specifikt udviklingsstadium af aktive galaksekerner, der stadig er indhyllet i støv, inden kernen bliver aktiv og kraftig nok til at blæse det omkringliggende materiale væk. Til sidst vil denne centrale, lysende kilde være kraftigere end alle de mia af stjerner i dens værtsgalakse tilsammen, og derved lyse som en lille "blå" prik, som vi har observeret 100 tusinder af på tværs af universet – kvasarer.

Der er dog et problem med denne teori, udover deres umådelige masser. Ingen på nær en enkelt eller to af disse objekter ser ud til at have kraftig røntgenstråling – et andet kendetegn ved aktive galaksekerner. Der er derfor flere forskere [4], blandt andet fra Niels Bohr Institutet, der peger på, at de Små Røde Prikker kan være kompakte stjernedannende galakser med unge stjerner og støv, der opvarmes af intens stjernedannelse. Ligeledes er det heller ikke helt klart, om de brede emissionslinjer nødvendigvis skal komme fra det gas omkring et supermassivt sort hul. En alternativ løsning kan være at det kommer fra gas i det stjernedannende område eller meget unge stjernehober, som vil have en interessant implikation: vores observationer kan tyde på at vi i virkeligheden ser dannelsen af de første stjernehober (såsom Omega Centauri i Mælkevejen) for mere end 12 mia. år siden. I realiteten er der sandsynligvis tale om en blanding af flere fænomener. Interessant bliver det at følge afdækningen af dette nye, hidtil ukendte kosmiske fænomen.

Litteratur

- [1] J. Matthee m.fl. (2024) "Little Red Dots: An Abundant Population of Faint Active Galactic Nuclei at $z \sim 5$ Revealed by the EIGER and FRESCO JWST Surveys", *The Astrophysical Journal*, bind **963**, side 129.
- [2] M. Killi m.fl. (2024) "Deciphering the JWST spectrum of a 'little red dot' at $z \sim 4.53$: An obscured AGN and

its star-forming host", *Astronomy & Astrophysics*, bind **691**, side A52.

- [3] D.D. Kocevski m.fl. (2024) "The Rise of Faint, Red AGN at $z > 4$: A Sample of Little Red Dots in the JWST Extragalactic Legacy Fields", arXiv:2404.03576 [astro-ph.GA].
- [4] J.F.W. Baggen m.fl. (2024) "The Small Sizes and High Implied Densities of 'Little Red Dots' with Balmer Breaks Could Explain Their Broad Emission Lines without an Active Galactic Nucleus", *The Astrophysical Journal Letters*, bind **977**, side L13.



Kasper Elm Heintz er astrofysiker fra Niels Bohr Institutet (2016), og ph.d. fra Islands Universitet (2019). Efter et par år som postdoc vendte han tilbage til Danmark i 2022 som adjunkt ved Niels Bohr Institutet. Kasper arbejder som observationel astrofysiker, og forsker i dannelsen af de første stjerner og galakser og grundstoffernes kosmiske oprindelse i stjerne-eksplosioner.



Laura Fuglsang er astrofysiker fra Niels Bohr Institutet (2024). Hun er udlært snedker og arbejdede i faget i flere år, hvorefter hendes kreative side førte hende til Kunstakademiet i Wien. I 2018 skiftede hun spor og fordybede sig i astrofysik. Fra juni 2025 vil Laura arbejde ved det Nordiske Optiske Teleskop på La Palma, hvor hun vil beskæftige sig med observationel astrofysik og instrumentering.

Minigolf – breddeopgave 114 med kommentar

Af Jens Højgaard Jensen, IMFUFA, INM, RUC.

Her bringes løsning og kommentar til opgaven fra forrige nummer samt en ny opgave. Opgaven i sidste nummer af Kvant var denne breddeopgave (nr. 114 her i Kvant):

Breddeopgave 114. Minigolf

Hvor stor en fart skal en minigolfkugle, der ruller hen imod et lodret loop, mindst have, for at rulle rundt i loopet uden at falde ned? Begrund svaret.

Løsning

En minigolfkugle med radius r og massen m har inertimomentet $I = \frac{2}{5}mr^2$ om centrum. Hvis den ruller rent henad den vandrette bane med farten v , er vinkelhastigheden ω i dens rotation omkring centrum

bestemt ved rulningsbetingelsen $v = r\omega$. Den kinetiske energi er

$$E_{\text{kin,bane}} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{7}{10}mv^2. \quad (1)$$

I toppunktet af et cirkulært loop er den kinetiske energi, forudsat minigolfkuglen stadig ruller rent, tilsvarende givet som $\frac{7}{10}mu^2$, hvor u er kuglens hastighed i toppunktet. I grænsesituationen, hvor der netop ikke er nogen normalreaktionskraft i toppunktet, er u ifølge Newtons anden lov, anvendt på cirkelbevægelsen af kuglens massemidtpunkt, givet ved:

$$mu^2/(R - r) = mg, \quad (2)$$

hvor R er radius i det cirkulære loop og g tyngdefeltstyrken. I grænsesituationen er kuglens kinetiske energi i toppunktet derfor $E_{\text{kin,top}} = \frac{7}{10}mv^2 = \frac{7}{10}mg(R-r)$. Samtidig er kuglens massemidtunkt i toppunktet flyttet afstanden $2(R-r)$ opad i tyngdefeltet, og dens potentielle energi er derfor øget med $E_{\text{pot}} = 2(R-r)mg$.

Det følger da af energibevarelsen, at den mindste værdi af $E_{\text{kin,bane}}$, der skal til for at minigolfkuglen ikke falder ned på vej rundt i loopet, er givet ved:

$$E_{\text{kin,bane}} = E_{\text{kin,top}} + E_{\text{pot}}. \quad (3)$$

Altså, $\frac{7}{10}mv_{\text{min}}^2 = \frac{7}{10}mg(R-r) + 2mg(R-r) = \frac{27}{10}mg(R-r)$, hvoraf ses, at minigolfkuglen til en start mindst skal have farten

$$v_{\text{min}} = \sqrt{\frac{27}{7}g(R-r)}. \quad (4)$$

for at rulle rundt i loopet uden at falde ned.

Kommentar

Opgaven og løsningen af den er ikke forbeholdt breddekurset på RUC. Opgaven med tilhørende løsning er meget udbredt ved indledende mekanikundervisning på alverdens universiteter. Der findes f.eks. demonstrationsudstyr i handelen til eftervisning af resultatet, hvor en kugle fra varierende højder fra hvile kan rulle ned ad en skråtstillet, retlinjet skinne, der er tangent til en cirkulær loop, på hvis inderside kuglen kan rulle videre rundt. Udfordringen er da eksperimentelt at finde den minimale højde, hvorfra kuglen ruller ned ad skinnen og stadig ruller rundt i loopet uden at falde ned.

Karl C. Mamola og William A. (Toby) Dittrich (M og D) har imidlertid ved hjælp af højhastighedsvideooptagelser fundet stor forskel mellem på den ene side det teoretiske resultat svarende til min ovenstående løsning, hvor den mekaniske energi er bevaret, og på den anden side eksperimentelle resultater ved brug af et undersøgt demonstrationsudstyr [1]. For at komme rundt i loopet, uden at falde ned, skal kuglen i demonstrationsforsøget starte sin bevægelse betragteligt højere oppe ad en skråtstillet skinne, end beregnet ud fra mekanisk energibevarelse. M og D fandt, at kuglen mistede ca. 10% af sin mekaniske energi på vej ned af skinnen og ca. 20% af sin mekaniske energi ved overgangen mellem retlinjet bevægelse og cirkulær bevægelse.

Det kan ikke være så svært at slippe af med de 10%. Kuglen både skrider og ruller åbenbart ned ad skinnen, så der udvikles gnidningsvarme. Demonstrationsudstyret må, for at sikre ren rulning ned ad skinnen, udstyres med en længere skinne med mindre hældning i forhold til vandret og/eller forsynes med større statisk gnidningskoefficient mellem skinne og kugle ved ændret materialevalg.

Men hvad med de 20%? De skyldes et stød mellem bane og kugle når krumningsradius for bevægelsen af massemidtunktet af kuglen ændrer sig diskontinuert.

I breddeopgaven ændrer krumningsradius sig fra ∞ til $R-r$, når minigolfkuglen bevæger sig ind i bunden af loopet. Normalreaktionen mellem kuglen og banen ændrer sig da på meget kort tid fra mg til $mg + mv^2/(R-r)$. Interaktionen mellem kugle og bane afsætter så svingningsenergi i kugle og/eller bane ved stødet. Ved brug af resultatet fra ligning (4) ses det, at normalreaktionen ved stødet mindst øges med faktoren

$$(mg + mv_{\text{min}}^2/(R-r))/mg = 1 + 27/7 \approx 5, \quad (5)$$

når minigolfkuglen er på grænsen til ikke at kunne rulle rundt i loopet uden at falde ned.

Da vi stillede minigolfopgaven til eksamen havde jeg aldrig tænkt på eller hørt om et stødfænomen som det, der er på tale her, selvom fænomenet har været kendt længe. M og D har således en henvisning til en bog fra 1883, hvor fænomenet er knyttet til risikoen for afsporing af jernbanetog. For at mindske risikoen skal overgangen fra én krumningsradius til en anden for jernbaneskinnerne ske glidende, fx ved et skiftespor. Også ved konstruktionen af rutsjebaner er det almindeligt at ændre krumningsradius gradvist ved starten på et loop.

Jeg er ikke ked af, at min løsning af minigolfopgaven ikke er så lige til at eftervise i praksis. Et er at lære fysik, noget andet er at lære at tænke som en fysiker. På samme måde som, at et er ordforråd, noget andet er sprogbeherskelse. Det andet forudsætter det første, men er en mere omfattende sag. En kok skal udover at kunne følge opskrifter også kunne udvikle nye. På samme måde med en fysiker. Og den eksperimentelle afvigelse fra min standardløsning af minigolfopgaven åbner for træning i at lære at tænke som fysiker. F.eks. ved eksperimentelt projektarbejde. Hvordan afhænger tabet af mekanisk energi af indgående former og materialer? Og hvorfor?

Breddeopgave 115. Gnidningsvarme fra rotation

Inden næste nummer af Kvant udkommer kan læserne eventuelt overveje løsningen til denne opgave fra breddekurset på RUC (fra eksamen januar 2022, nr. 115 i rækken her i Kvant):

To cylindre, den ene hul, den anden inden i den første, er ophængt, så de kan rotere gnidningsfrit om deres fælles midterakse. Den første cylinders indre radius er svagt større end den anden cylinders ydre radius. Den ydre cylinder sættes i rotation, medens den indre er i hvile. Ved et uheld opstår der imidlertid på et tidspunkt gnidningskontakt imellem cylindrene. De ender derfor med at rotere sammen. Hvor stor en del af startenergien bliver til varme? Begrund svaret.

Løsning og kommentar bringes i næste nummer af Kvant.

Litteratur

- [1] K.C. Mamola og W.A. Dittrich (2021) "Energy loss and jerk on the loop-the-loop", *Am. J. Phys.*, bind **89**, side 583–588.

Maskiner lærer at forske – Kunstig intelligens som værktøj til at forstå universet

Andreas Nygaard, Institut for Fysik og Astronomi, Aarhus Universitet

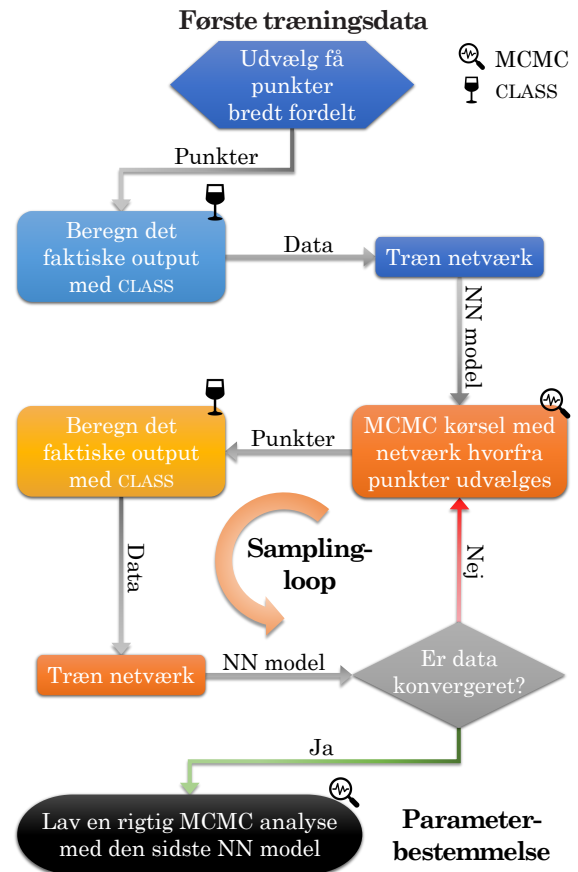
Observationer og modeller

Universet er enormt. Afstande til fjerne galakser er helt ubeskriveligt store, men alligevel kan vi beregne både universets alder og dets sammensætning. Dette er dog ikke noget vi kan gå ud og måle direkte med et teleskop, så i stedet må vi måle andre ting. Det kunne fx være den kosmiske mikrobølgebaggrund som er et levn fra det helt tidlige univers, hvor elektroner og protoner blev bundet til hinanden, således at lys ikke længere kunne spredes på frie ladede partikler. Denne baggrundsstråling kan derfor give os rigtig meget information om det tidlige univers. Derudover kan vi måle de store afstande til fjerne galakser ved at udnytte den kendte lysstyrke af supernovaer type Ia, og dette kan give os en ide om universets nuværende udvidelsesrate, H_0 .

At måle disse ting er selv sagt ikke nok til at sige noget om hverken universets alder eller dets indhold. Hertil skal vi benytte os af vores teoretiske viden om de fysiske love, der beskriver universet (generel relativitetsteori, statistisk fysik, partikelfysik) til at konstruere modeller, der kan forudsige hvad vi burde observere i form af bl.a. baggrundsstråling og udvideshastigheden af universet. Vores teoretiske modeller har vist sig at være rigtig gode til at forudsige samme slags data som det vi kan observere, men den præcise konfiguration af parametre, såsom energitæthederne af stråling, mørkt stof, mørk energi, osv., kan være svær at bestemme. For at finde den teoretiske model, der producerer det data, som bedst passer med vores observationer, er vi nødt til at prøve os frem med mange hundredetusinder til flere millioner af forskellige konfigurationer af parametre. En meget brugt metode er den såkaldte Markov chain Monte Carlo (MCMC) metode [1], hvor punkter i parameterrummet indsamles baseret på deres *likelihood* – et mål for hvor godt data passer med modellen. Det besværlige i denne metode er netop, at det kræver et så højt antal af modelberegninger, eftersom en enkelt af disse kan tage flere sekunder. Når antallet af påkrævede modelberegninger er oppe på $\sim 10^5$ – 10^6 , så kan den fulde proces tage ugevis i CPU-tid.

Selvom vores nuværende forståelse for universet kan beskrive en meget stor del af observationerne, er der stadig nogle få ting som vores almindelige teorier ikke kan beskrive til fulde. Dette medfører at en stor del af forskningen i kosmologi drejer sig om at teste forskellige udvidelser af vores teorier om universet op mod forskellige sæt af observationsdata. I takt med at mere og mere præcist data bliver tilgængeligt fra nye eksperimenter, er vi derfor både nu og i fremtiden nødt til at benytte os af mange MCMC-processer med forskellige kosmologiske modeller og data. Den tunge

beregningstid af modellerne udgør derved et potentielt problem for hastigheden af fremskridt.

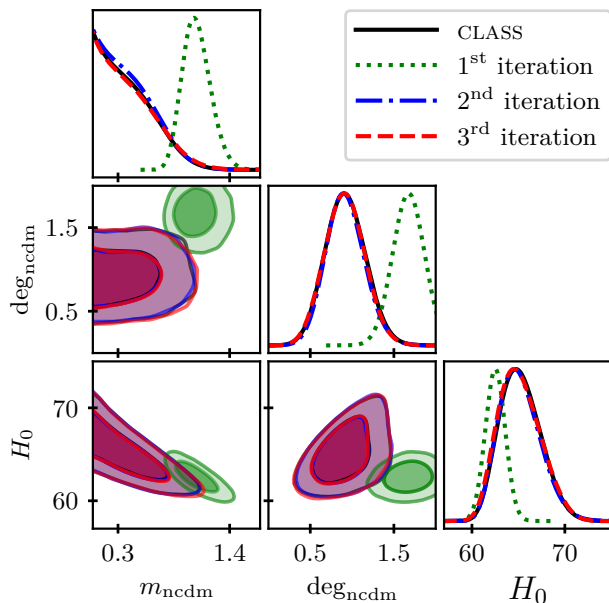


Figur 1. Et flowchart over den iterative proces. Forskellige neurale netværker (NN) trænes med data indsamlet i den foregående iteration ved en MCMC-proces. Det fortsætter indtil data indsamlet i to på hinanden følgende iterationer konvergerer. Det faktiske output regnes med koden CLASS [3].

Kunstig intelligens baner vejen

Vi kan komme dette problem til livs ved at bruge kunstig intelligens til at emulere modellerne, så de tunge beregninger begrænses. Først beregnes et mindre sæt af udvalgte faktiske modeller ($\sim 10^4$), hvilket bruges til at træne et kunstigt neuralt netværk til at efterligne opførslen af modelberegningerne. Det neurale netværk kan så interpolere (og til en vis grad ekstrapolere), for at estimere resultatet af modelberegningerne andre steder i parameterrummet, og en sådan emulering af modellerne er mere end 1000 gange hurtigere end den faktiske modelberegning. Ved at bruge det neurale netværk i stedet for de faktiske modelberegninger i MCMC-processen, kan den samlede tid således bringes ned til få minutter.

En stor del af min forskning har været udviklingen af koden CONNECT [2], der optimerer hvordan de få punkter til træning af emulatoren skal udvælges. Dette har ledt til en iterativ proces, hvor det neurale netværk optimeres gennem gentagne MCMC-processer, der bruger neurale netværke til at indsamle ny træningsdata til næste iterations neurale netværk. Denne proces sørger for at det indsamlede træningsdata repræsenterer parameter-rummet præcis der, hvor der er stor likelihood og hvor den endelige MCMC-proces derfor vil samle punkter. Dette er opsummeret i et flowchart i figur 1.



Figur 2. Sandsynlighedsfordelinger for modelparametrene m_{ncdm} , $\deg_{\text{ncdm}}$ og H_0 fundet ved både at bruge faktiske modelberegninger i MCMC-processen (CLASS) og ved at bruge tre netværke fra forskellige iterationer af den iterative proces implementeret i koden CONNECT. Disse resultater er opnået ved sammenligning med kosmisk mikrobølgebaggrundsdata indsamlet af den Europæiske Rumorganisation ESA's Planck mission [4].

Ved at indsamle træningsdata på denne automatiske måde (kendt under paraplybegrebet *active learning*), kan man klare sig med meget færre punkter til træning af de neurale netværke, og dette betyder færre af de faktiske modelberegninger. Med de færdigtrænede netværke kan man så køre en MCMC-proces for at undersøge den kosmologiske model som netværket emulerer beregningerne af. Herved kan man opnå sandsynlighedsfordelinger (*Bayesianske posterior-fordelinger*) af de forskellige parametre der beskriver modellen. Et eksempel på dette kan ses i figur 2, hvor en model med en variabel neutrino masse, m_{ncdm} , og udartethed, $\deg_{\text{ncdm}}$, er blevet undersøgt med både de faktiske modelberegninger udført af koden CLASS [3] og med de neurale netværke fra forskellige iterationer af den iterative proces beskrevet ovenfor. Her ses det tydeligt hvordan netværkerne bliver gradvist bedre fra iteration til iteration indtil de matcher resultatet fra de faktiske beregninger.

Nye muligheder

Med introduktionen af disse hurtige emulatorer er det nu muligt at benytte metoder, der ikke før er blevet brugt til kosmologisk parameterbestemmelse. Dette

skyldes både at emulatorerne er mange størrelsesordener hurtigere, men også at de, på grund af deres simple opbygning, kan differentieres nærmest gratis. Dette låser op for gradient-baserede metoder der er langt mere effektive og konvergerer hurtigere. Ved at lade gradienterne af likelihood'en med hensyn til parametrene guide samplingen, så kan de mest optimale parameterkonfigurationer bestemmes meget nemmere.

En anden, lidt mere finurlig, anvendelse af de ultrahurtigere evalueringstider af emulatorerne er at de emulerede størrelser, hvilket typisk er observable, der direkte kan sammenlignes med data (fx power-spektret af den kosmiske mikrobølgebaggrund), kan visualiseres meget hurtigt, og de forskellige parametres indvirkning på de observable kan derved lynhurtigt undersøges. Til dette har jeg udviklet appen CosmoSlider, som både findes for iOS og som webbaseret app kompatibel med alle platforme. Appen fungerer ved at man justerer værdierne af parametre på de respektive slider hvorefter et neuralt netværk beregner og viser power-spektret for den kosmiske mikrobølgebaggrund i realtid. Dette ville slet ikke kunne lade sig gøre uden en emulator, da den mindste forskydning i en slider ville kræve en tung modelberegning, hvilket ville ophobe sig hvis slideren trækkes længere.

Der er stadig meget at udforske når det kommer til de mange muligheder i kunstig intelligens og kosmologi, og eftersom kunstig intelligens er et forskningsområde i sig selv, er der mange eksisterende metoder der er værd at prøve i kosmologisk sammenhæng. Analyser af store mængder af data fra næste generation af observationelle eksperimenter bliver hele tiden mere og mere effektive, og det er spændende hvordan kunstig intelligens forsat vil kunne hjælpe os på vores rejse til at forstå universet.

Litteratur

- [1] W. K. Hastings (1970) "Monte Carlo sampling methods using Markov chains and their applications", *Biometrika*, bind 57, side 97–109.
- [2] A. Nygaard, E.B. Holm, S. Hannestad og T. Tram (2023) "CONNECT: a neural network based framework for emulating cosmological observables and cosmological parameter inference," *JCAP*, bind 05, side 025.
- [3] D. Blas, J. Lesgourgues og T. Tram (2011) "The Cosmic Linear Anisotropy Solving System (CLASS) II: Approximation schemes," *JCAP*, bind 07, side 035.
- [4] N. Aghanim m.fl.; Planck (2020) "Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters," *Astron. Astrophys.*, bind 641, side A6. [Erratum: *Astron. Astrophys.*, bind 652, side C4 (2021)].



Andreas Nygaard er ph.d. fra Aarhus Universitet og postdoc ved Zürich Universitet, hvor han arbejder med at emulere beregningstunge kosmologiske simuleringer for at analysere universets massefordeling og struktur.



Nyt fra Dansk Fysisk Selskab

Maren Malling



Invitation til Dansk Fysisk Selskabs årsmøde 2025

DFS Årsmøde er årets højdepunkt og samler fysikere fra institutter, forskergrupper og virksomheder i hele Danmark til to dage med spændende plenar-foredrag om den nyeste forskning, tematiske parallelsessioner, en poster session med præmier, en lækker 3-retters middag samt socialt samvær og netværksmuligheder!

Mødet finder sted den 14.-15. maj 2025 i Demant/Oticon Salen på DTU, Danmarks Tekniske Universitet, Anker Engelunds Vej 101, 2800 Kongens Lyngby og arrangeres i samarbejde med DTU Fysik.

Programmet byder i år på 14-18 sessioner med emner som kvantefysik, energiteknologier, ultrahurtige målinger, kerne- og partikelfysik, faststoffysik, AI, astrofysik og meget mere.

I år markerer vi det internationale år for kvantevidenskab og -teknologi (quantum2025.org), og mødet byder på flere spændende præsentationer om de nyeste udviklinger inden for dette hastigt voksende felt.

De inviterede keynote-talere er:

- Louise Sandberg Sørensen, professor ved DTU Space,
- Morten Kjergaard, lektor ved Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet, og NNF Quantum Computing Programme (NQCP), samt
- Jens Kehlet Nørskov, professor ved DTU Fysik.

Det foreløbige program med oversigt over sessioner og oplægsholdere kan ses på:

daniskfysiskselkab.dk/program-arsmode-2025/

Særligt for yngre forskere og studerende er årsmødet en fremragende mulighed for at præsentere sit arbejde for fagfæller, og vi opfordrer alle interesserede til at indsende et abstract for en kort præsentation eller poster. Vi modtager bidrag indenfor alle områder af fysik. Der uddeles pengepriser for de bedste poster-præsentationer, og vinderne vil blive præsenteret på selskabets sociale medier samt i Kvant.

Indkaldelse til DFS Generalforsamling 2025

Dansk Fysisk Selskabs generalforsamling for 2025 afholdes torsdag den 15. maj 2025 kl. 15:30 i Demant Salen, Danmarks Tekniske Universitet, Anker Engelunds Vej 1, 2800 Kgs Lyngby.

Dagsorden:

1. Formandens beretning
2. Godkendelse af regnskab
3. Godkendelse af vedtægtsændringer
4. Forslag fra medlemmer
5. Valg af revisor
6. Eventuelt

Forslag fra medlemmer kan indsendes til bestyrelsen via email inden generalforsamlingen eller fremsættes mundtligt til mødet.

Opkrævningen af årskontingent for 2025

Opkrævningen af årskontingentet for 2024 er nu veloverstået, og vi vil gerne takke vores medlemmer for deres fortsatte støtte!

Mange har allerede tilmeldt sig automatisk kortbetaling eller Betalingsservice, hvilket betyder, at fremtidige kontingentopkrævninger sker helt automatisk. Det sparer besværet med at holde øje med e-mails, postkasse og netbank.

DFS har nu også indført virksomhedsbetaling. Det betyder, at medlemmer kan tilknytte deres virksomhed eller gruppe og lade dem betale kontingentet via EAN, hvis de kan få en aftale med deres ledelse. Derudover kan man give sine medarbejdere eller studerende et årsabonnement til Dansk Fysisk Selskab, hvilket er en oplagt mulighed for at styrke fagligheden i fællesskabet.

Medlemmerne bedes bruge vores medlemsportal medlemslogin.foreningsadministration.dk til at opdatere deres personlige informationer. Har man ikke adgang, kan man skrive til mail@daniskfysiskselkab.dk, så sender vi loginoplysninger.

Årskontingentopkrævningen har hidtil været bagudbetalt, men vi overgår gradvist til forudbetaling. Vi flytter opkrævningen tre måneder tilbage hvert år, indtil vi i 2028 er fuldt forudbetalt. Vi forbeholder os retten til ikke at refundere kontingentet ved udmeldelse i løbet af perioden. Årskontingentet for 2025 opkræves fra august 2025, og kontingentsatser for 2025 er: Ordinære medlemmer: 450 kr, studerende: 200 kr, ph.d.-studerende: 200 kr, pensionister: 300 kr.

Fra forsker til folk

Dorte Olesen, SNU



Figur 1. Udstillingen “Fra forsker til folk” opstillet i Viborg Katedralskoles festsal. Foto: Peter Arnborg Videsen.

Udstillingen “Fra forsker til folk” markerer 200-året for SNU og fortæller hvordan naturvidenskab har skabt konkrete forandringer i vores hverdag. Fra H.C. Ørstedes opdagelse af elektromagnetismen, der banede vej for elektricitet i samfundet, og nu driver vindmøller og elbiler, til Niels Bohrs atommodel, der har givet os atomkraft, moderne elektronik og nye diagnosemetoder i medicin.

Udstillingen blev første gang åbnet i Rundetaarn i august 2024 og flyttede sidst i oktober videre til Odense, hvor den stod til medio januar 2025. Den havde i Rundetaarn i alt 132.083 besøgende, herunder 49 skoleklasser.

Fra 18. februar til 10. april er udstillingen opstillet i festsalen på Viborg Katedralskole, og efter tiden i Viborg håber vi at få udstillingen videre til mindst endnu én lokation i Jylland, før den lander hos det store bibliotek DOKK1 i Aarhus den 28. november, hvor den

skal stå i 2 måneder.



Figur 2. Teamet bag udstillingen på Viborg Katedralskole (VK). Fra venstre: rektor Helge Markussen (VK), lektor Peter Arnborg Videsen (VK), Gregers Mogensen (SNU), lektor Anne Marie Rasmussen (VK) og projektkoordinator Claus Berg (SNU). Foto: Dorte Olesen.