

Den danske Lorenz

Anja Skaar Jacobsen, Københavns VUC

Det er ukendt for mange, at Danmark i 1800-tallet havde en betydningsfuld og internationalt anerkendt teoretisk fysiker ved navn Ludvig Valentin Lorenz (1829–1891). Hans vigtigste bidrag var inden for optikken og elektrodynamikken. Hans navn forveksles ofte med den samtidige og langt mere kendte hollandske fysiker og senere nobelpristager, Hendrik Antoon Lorentz, som tilmed arbejdede inden for de samme områder af fysikken som den danske Lorenz. Årsagen til forvekslingen er dels navne-sammenfaldet, dels at den danske Lorenz er ret ukendt, og dels misforståelser i forhold til prioriteten af en række videnskabelige opdagelser. Det er derfor på sin plads, at der kastes nyt lys over den betydningsfulde, men ofte glemte, danske Lorenz i form af en biografi, skrevet af Helge Kragh [1]. Biografien bør stå på enhver dansk fysikers hylde. Der findes en anden biografi om Lorenz, skrevet på tysk af fysikhistorikeren Mogens Pihl helt tilbage i 1939. Derudover findes der en række artikler af Kragh, Pihl og andre fysikhistorikere om Lorenz' forskellige fysiske arbejder, alle nævnt i bogens omfattende bibliografi. Kraghs biografi er skrevet på engelsk for at udbrede kendskabet til Lorenz ikke bare i Danmark men også blandt fysikhistorikere internationalt.

Bogen er primært en videnskabelig biografi, dvs. den handler først og fremmest om Lorenz' videnskabelige og teknologiske arbejder, og det synes også at være det mest interessante ved ham. Lorenz var den første egentlige matematiske fysiker i Danmark, for der var på det tidspunkt ingen tradition i Danmark for matematisk fysik. Tværtimod cementerede den magtfulde H. C. Ørsted sin ikke-matematiske tilgang til fysikken gennem sin efterfølger på universitetet og den Polytekniske Læreanstalt, C. V. Holten. Lorenz fulgte bl.a. Ørsteds forelæsninger i fysik og kemi på den Polytekniske Læreanstalt og var matematisk autodidakt. Der skulle et studieophold i Paris til at omvende Lorenz til matematisk fysik. På det tidspunkt var Lorenz omkring 30 år gammel. Han fik sin første stilling på den Kongelige Militære Højskole som 35-årig og blev, som 37-årig, medlem af det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Som 58-årig fik han tildelt Carlsbergfondets livslange støtte, som blev givet til "Mænd af anerkendt Dygtighed", hvilket gav ham mulighed for at forske på fuld tid (Niels Bohr modtog dette stipendium i 1924).

Hvis man ser bort fra Lorenz' videnskabelige arbejder, giver biografien et indtryk af ham som en usædvanlig kedelig mand: En introvert og sky, selvlørt videnskabsmand uden ambitioner; en ikke særlig god studerende og en uinspirerende lærer. Han havde ingen vennekreds og tog ikke del i det københavnske sociale liv. Ægteskabet med den smukke Agathe Fogtmann i 1862 beskrives i en enkelt sætning. Der er intet om, hvordan de mødtes eller deres barnløse liv sammen. Det sidste skyldes, ifølge Kragh, at der ikke længere

findes arkivmateriale til den del af Lorenz og Agathe Fogtmanns liv. Til gengæld spænder biografien bredt over Lorenz' forskelligartede videnskabelige bidrag; fra den rene matematiske fysik til de eksperimentalfysiske opdagelser og endelig til Lorenz' teknologiske opfindelser. Kragh bevæger sig elegant og ubesværet mellem de forskellige fagområder, som optog Lorenz, og Kragh får samtidigt sat Lorenz' bidrag ind i den rette fysik- og kemihistoriske kontekst i det 19. århundrede. Kragh er måske den eneste, der er i stand til at spænde så vidt, og biografien hænger derfor rigtig godt sammen. Bogen indeholder bonusmateriale i form af tre meget interessante tekster fra Lorenz' egen hånd: en upubliceret selvbiografi skrevet af Lorenz i 1877; en kort, upubliceret forelæsningsnote om matematikkens betydning for den del af fysikken, hvor sanserne ikke rækker, dvs. i beskrivelsen af lys, varme, elektricitet, magnetisme samt stofs atomare opbygning. Endelig er der en artikel fra 1867 om Lorenz' elektriske teori for lys.



Figur 1. Ludvig Valentin Lorenz (1829–1891)

I optikken har Lorenz slået sit navn fast med Lorenz-Lorentz-loven og Lorenz-Mie-spredning. Lorenz fremsatte i 1863 en elastisk lysteori, og på den baggrund udledte han en brydningslov, der viser sammenhængen mellem brydningsindeks og densiteten af stof. Lorenz publicerede denne lov i 1875. Den hollandske fysiker H. A. Lorentz udledte den samme lov i 1878, men ad en anden vej. Kragh argumenterer for, som andre før ham, at loven bør kaldes Lorenz-Lorentz-loven, men historisk blev rækkefølgen af de to fysikers navne vendt om i takt med den stigende berømmelse af den hollandske Lorentz i starten af det 20. århundrede. Formlen nævnes således også som Lorentz-Lorenz-formlen i Jan W. Thomsens forelæsningsnoter: *A First Course in Optics* [2]. I 1890 udviklede Lorenz en matematisk teori for spredning af lys på en gas af kugleformede molekyler. Med teorien bestemte han som en af de første en værdi

for det, vi i dag kalder Avogadros konstant ved at se på sollysets spredning i atmosfæren. Lorenz' teori er i det store hele ækvivalent med en teori fremsat af Gustav Mie i 1908, hvorfor teorien i dag kaldes Lorenz-Mie-spredning.

Lorenz gik sine egne veje. For eksempel troede han ikke på, at varme kan associeres med molekylernes bevægelse, og han troede heller ikke på en lysæter. At lysbølger krævede et medium i form af en æter til sin udbredelse, var ellers den dominerende opfattelse på den tid. Navnlig byggede J. C. Maxwells elektromagnetiske teori fra starten af 1860'erne på den antagelse. Lorenz fremsatte i 1867 en elektrodynamisk teori for lys, der var baseret på idéen om, at lys' vibrationer var identiske med elektriske strømme. Lorenz var ikke bekendt med Maxwells teori. Han var i stedet inspireret af Gustav Robert Kirchhoffs teori om elektriske strømme, som han kombinerede med sin egen elastiske teori for lys. I erkendelsen af, at lys og elektriske virkninger har en endelig udbredelsehastighed, som, han fandt, var meget tæt på lysets fart, indførte Lorenz som den første brugen af såkaldt retarderede potentialer i elektrodynamikken. De retarderede potentialer (i vakuum) kan med nutidig notation skrives som:

$$\phi(\mathbf{r}, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho(\mathbf{r}', t')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dv' \quad (1)$$

og

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{\mathbf{J}(\mathbf{r}', t')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dv' \quad (2)$$

hvor t' er den retarderede tid: $t' = t - |\mathbf{r} - \mathbf{r}'|/c$. Potentialerne afspejler, at det elektromagnetiske felt i punktet \mathbf{r} til tidspunktet t er forårsaget af strøm- og ladningskilder ($\mathbf{J}(\mathbf{r}', t')$ og $\rho(\mathbf{r}', t')$) i et andet punkt i rummet \mathbf{r}' på et tidspunkt i fortiden t' . Tidspunktet t' er netop retarderet i forhold til t med den tid, det har taget at rejse fra kilden til feltpunktet \mathbf{r} med lysets fart c . I fastlæggelsen af ovennævnte potentialer indførte Lorenz den betingelse, der nu bærer hans navn: Lorentz-gauge, som senere blev vist at være relativistisk invariant. Dvs. at denne gauge gælder i alle inertialsystemer, og den er dermed i overensstemmelse med relativitetsteorien. Maxwell benyttede i stedet betingelsen, som er kendt som Coulomb-gauge. Pudsigt nok kaldes en relativistisk invariant teori – og denne gang retmæssigt – også for en Lorentz-invariant teori. Det skyldes, at man anvender Lorentz-transformationen som forbindelse mellem inertialsystemerne.

Kragh kortlægger i store detaljer, hvordan Lorenz' elektrodynamiske teori blev modtaget blandt datidens fysikere, inkl. Maxwell. Han diskuterer de mulige årsager til, at Lorenz' teori, på trods af international interesse og almen anerkendelse, hurtigt blev glemt, endda tilsyneladende af Lorenz selv, og at det alene blev Maxwells teori, der overlevede til i dag. Kragh vover dog ikke en forenklet årsagsforklaring. At Lorenz ikke selv promoverede sin teori, udover at han publicerede den internationalt, har uden tvivl haft betydning for kendskabet til den. At Maxwell kritiserede Lorenz' teori, har sikkert også haft stor betydning. Dertil kommer, at de magnetiske virkninger ikke nævnes explicit i Lorenz' teori, og at vektorpotentialer altså ikke

associeres med det magnetiske felt. Sandsynligvis var det også en medvirkende årsag, at fysikerne sent i det 19. århundrede var optagede af at studere lysæterens egenskaber, og æterens fysik var stort set synonym med Maxwells elektrodynamik.

Udover at være en eminent matematisk fysiker, var Lorenz også en fremragende eksperimentalfysiker, og parallelt med de teoretiske udledninger lavede han præcisionseksperimenter med optisk brydning og til bestemmelse af metallers specifikke termiske og elektriske modstand. Lorenz nåede frem til, at forholdet mellem et metals varmeledningsevne og elektriske ledningsevne er proportionalt med den absolutte temperatur; en empirisk lov, der refereres til som Wiedeman-Franz-Lorenz-loven, da Gustav Wiedeman og Rudolph Franz før Lorenz fandt proportionaliteten ved stuetemperatur. Lorenz' bidrag til denne lov er altså temperaturafhængigheden, og proportionalitetsfaktoren kaldes Lorenz-tallet.

I 1873 publicerede Lorenz, hvad der senere blev til Lorenz-metoden til bestemmelsen af modstandsenheden ohm. Ohm blev på det tidspunkt (og indtil 1948) fastlagt ud fra en kviksølvstøjle med faste dimensioner (betegnelsen Ω blev fastlagt i 1867 baseret på den fonetiske lighed mellem ordene ohm og omega). Lorenz udviklede et genialt apparat, der involverede en roterende kobberplade omsluttet af en spole i kredsløb med den kviksølvstøjle, der skulle måles på. Ved at variere rotationshastigheden af kobberpladen kunne man finde det punkt, hvor den skabte, elektromotoriske kraft over kobberpladen balancerede spændingsfaldet over kviksølvstøjlens. Lorenz' metode blev efterfølgende den industrielle standardmetode i England. Blandt Lorenz' teknologiske bidrag kan også nævnes den bemærkelsesværdige elektromagnetiske dynamo, som han konstruerede i samarbejde med instrumentmageren Christopher Peter Jürgensen i 1880. Dynamoen, der havde en virkningsgrad på 97%, fik guldmedalje på den første internationale elektricitetsudstilling i Paris i 1881, men den blev aldrig sat i produktion.

Desværre nåede Lorenz ikke at få megen glæde af sit livslange Carlsberg-stipendium. Han var kun 62 år gammel, da han døde af et hjerteanfald.

Litteratur

- [1] Helge Kragh (2018) *Ludvig Lorenz. A Nineteenth-Century Theoretical Physicist*, Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, 280 s.
- [2] Jan W. Thomsen (2010) *A First Course in Optics*, The Niels Bohr Institute, s. 35.



Anja Skaar Jacobsen er ph.d. og dr.scient. i videnskabs-historie og arbejder som fysik- og kemilærer på Københavns VUC. Hun er p.t. også tilknyttet Niels Bohr Arkivet i forbindelse med det internationale forsknings-projekt: History of Interpretations of Quantum Mechanics.