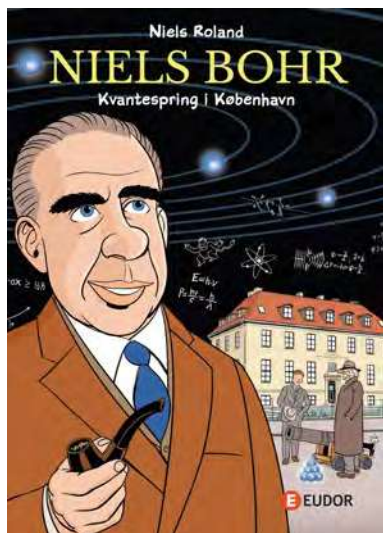


# Aktuelle bøger

Michael Cramer Andersen, KVANT

## Bohrs kvantespringeri



Niels Roland, “Niels Bohr – Kvantespring i København”, 2024, Forlaget Eudor, 140 sider, 249,50 kr.

Denne tegneserie er tegnet og forfattet af Niels Roland, der bl.a. er kendt for talrige striber om videnskabelige emner i bl.a. Weekendavisen. Bogen er et led i markeringen af 100-året for Niels Bohr Institutet og Bohrs nobelpris og er støttet af Novo Nordisk Fonden. Tegneren har undervejs modtaget feedback fra flere forskere og sin bror Kaj Roland, der er fysiker.

Bogen er opdelt i fire dele: Springet, Usikkerheden, Spaltningen og Arven.

Første del starter i 1932. Bohr byder læseren velkommen til sit institut for teoretisk fysik. Han har indbudt mange af de forskervenner, som besøgte instituttet i 1920'erne, og som var med til at udvikle kvantemekanikken. Vi præsenteres bl.a. for Landau, Gamow, Meitner, Ehrenfest, Delbrück, Heisenberg, Dirac og Pauli. To af Bohrs sønner, Aage på 10 år og Ernest på 8 år, løber rundt og leger og får en tur på Gamows motorcykel. Inden fortællingen giver sig i kast med kvantefysikken, forklarer Bohr nogle af grundbegreberne i klassisk fysik. Bohr træder ofte ind og ud ad døre til et rum (en faktaboks) med overskriften “laBOHRatorium”, når nogle begreber skal udfoldes lidt. Bohr springer nu tilbage til sin studietid. Først hos Thomson i Cambridge og derefter hos Rutherford i Manchester. Problemerne med at forklare atomets stabilitet og Bohrs løsning med sin atommodel beskrives meget underholdende. Elektronens kvantespring mellem to baner illustreres ved, at Bohr forsvinder i en røgsky i én bane, og derefter dukker han op i en anden bane. Han passerer ikke rummet mellem banerne. Tilbage på instituttet holder gæsterne oplæg for hinanden i det historiske auditorium A, og de forbereder en sketch, hvor Bohr spiller rollen

som Gud. De begynder at tale om Einstein, som ikke er med, da han er flygtet fra Tyskland til USA.

I anden del fortæller Bohr, hvordan han som nydævnt professor i 1916 ansatte sin første videnskabelige medarbejder Hendrik Kramers og en sekretær Betty Schultz. De havde i starten ét lille kontor. Efter nogle år fik Bohr sit eget Institut for Teoretisk Fysik i 1921. Bohr inviterede flere yngre talentfulde fysikere der bl.a. kom fra Göttingen, hvor Sommerfeld havde en gruppe, der forskede i kvantefysik. Vi hører om opdagelsen af grundstof nr. 72, som blev forudsagt og fundet i 1922 i laboratoriet i kælderen på Bohr Institutet, og derfor fik navnet Hafnium. Vi ser de unge fysikere spille bordtennis i biblioteket, mens de diskuterer de nye ideer i fysikken og biografteren, hvor Bohr har taget sine medarbejdere med ind for at se en western, samt diskussionerne efter filmen om, hvorfor det altid er helten, der skyder først og vinder i dueller. En duel med Bohr som cowboyhelt er illustreret i bedste spaghettiwesternstil.



**Figur 1.** Niels Bohr henter Albert Einstein ved Hovedbanegården, hvor de tager en sporvogn mod Trianglen. Her er Bohrs nye institut på Blegdamsvej under opførelse, men de to fysikere bliver så optagede af deres samtale, at de glemmer at stå af.

Bohr og Heisenberg tager på vandretur og diskuterer om elektroner er bølger eller partikler i et dobbeltspalteeksperiment. Mens de to venner går og sludrer uskyldigt, ser man en paddehattesky i baggrunden fra en atombombe. Heisenberg er plaget af høfeber og rejser til øen Helgoland. Her kan han koncentrere sig om at formulere matrix-mekanikken, hvor elektronens position og impuls ikke kommuterer ( $p \times q \neq q \times p$ ). Dobbeltspalteeksperimentet forklares i et laBOHRatorium med Bohr og Heisenberg. Tilbage i auditorium A (i 1932) er gæsterne i fuld gang med at tegne og fortælle på tavlen. Gamow fører kridtet (der er anvendt nogle af hans originaltegninger i bogen). Vi hører om Schrödingers besøg i 1926. Bohr tager på skitur i Norge, mens Heisenberg tilbage i København formulerer ubestemthedsprincippet på en af sine ture i Fælledparken. Tilbage igen fra Norge formulerer Bohr komplementaritetsprincippet. I bogen skriver Bohr det op på vinduet under et besøg på kagehuset La Glace.

Fortællingen bevæger sig videre med Bohr og Einsteins diskussioner om kvantefysikkens realisme. I auditorium A på Institutet opføres sketchen bygget over Goethes Faust, og snart tager gæsterne hjem.



**Figur 2.** Bohr og Heisenberg diskuterer atommodeller på vandretur.

Tredje del foregår i 1930'erne til 1950'erne. Bohr er flyttet ind i Carlsbergs Æresbolig i 1931. Hitlers magtovertagelse i Tyskland i 1933 fører til hjerneflugt af mange fysikere af jødisk slægt. Bohrs bror Harald, der er blevet professor i matematik, får sit eget matematiske institut ved siden af Bohrs institut på Blegdamsvej. Bohr begynder at studere atomkernen som en væskedråbe sammen med Wheeler. Urankernes spaltning (fission) opdages kort før, at Tyskland besætter nabolandene og kernefysik bliver politisk. Bohr får besøg af Heisenberg, som er blevet leder af det tyske atomvåbenprogram, hvilket fortvivler Bohr. Bohr rejser til USA med sin søn Aage og bliver involveret i Manhattanprojektet. I 1944 forsøger Bohr at overbevise verdens ledere om, at udnyttelsen af atomenergien ikke skal holdes hemmelig, men deles åbent og udnyttes fredeligt. Han var dog næsten alene med det synspunkt, og blev betragtet som en spion, der delte fortrolige oplysninger med russerne. Efter atombombesprængningerne ender anden verdenskrig. Bohr genoptager arbejdet med at imødegå Einsteins kritik af, at kvanteteorien er ufuldstændig.

Bohr, Einstein og Schrödinger diskuterer det berømte katteekspærimenter. Det munder ud i et par kvantespring frem i tiden til Bells ulighed i 1964 og Aspects forsøg i 1982, som støtter Bohrs fortolkning. Bohr hædres med elefantordenen i 1947 og får et våbenskjold med Yin og Yangsymbolet, der symboliserer komplementaritet. I slutningen af 1950'erne er Bohr med til at grundlægge det europæiske kernefysikcenter CERN i Geneve og forskningscenteret RISØ i Danmark. Han er ved at blive gammel. Men i tegneserien bliver figuren forynget og er klar til endnu et kapitel.

I fjerde del er en ung Bohr på besøg i en fremtid hvor kvantefysikken bliver anvendt til mikrochips, lasere, hospitalsscannere og mobiltelefoner. Kvantefysikken bliver anvendt i radioaktive sporstoffer til diagnostisering, kvantebits, kvantekryptering og kvantecomputere (tegningen af denne på side 129 blev først brugt på KVANTs temanummer om kvantecomputeren, nr. 4, december 2023). Historien slutter med, at Bohr besøger sit gamle institut og den nye Niels Bohr Bygning på Jagtvej for til sidst at køre væk i en sporvogn sammen med sine gamle venner.

Niels Roland har i tyve år beskæftiget sig med formidling af videnskab i tegneserier, så han har de bedste forudsætninger for at skabe et værk som dette. Det er en tætsammenvævet fortælling, der på forbilledlig vis kombinerer videnskabshistorie og fysikformidling i en spændende historie. Tegneren og forfatteren fortæller selv at, "Vægten i tegneserien er lagt på en fabulerende rundtur i kvantefysikkens univers med tegneseriens særlige muligheder for at lege med tid, rum og kontinuitet, alt sammen nøglebegreber i kvantefysikken." Der er mange spring i tid og rum i historien, og det kan godt virke lidt forvirrende i starten. Men da hovedpersonen Bohr ofte taler direkte til læseren og minder om hovedhistorien, bliver læseren ført sikkert igennem fortællingen.



**Figur 3.** I tegneserien træder Bohr ofte ind og ud ad døre til et rum (en faktaboks), når nogle begreber skal udfoldes lidt.

Bohr er ofte citeret for at have sagt, at "kvante-verdenen er principielt uanskelig." Dette siger han også i tegneserien på side 121. Baggrunden for dette "billedforbud" var, at den klassiske determinisme tilsyneladende brydes i kvantefysikken. Man kan principielt ikke forestille sig, hvordan en elektron bevæger sig, da det er svært at tænke på den som bølge og partikel samtidig, og at den kan være to steder på én gang. Bohr har måske nok ret i, at ét billede ikke er nok. Nu har vi en hel tegneserie til at spore sig ind på kvanternes mærkelige verden. Plus alt det, man kan tænke sig sker mellem billederne. Roland lykkedes rigtig godt med at falsificere Bohrs billedforbud.

Det er ifølge denne anmelder en sand kraftpræstation at skabe en bog som denne, der er både saglig og humoristisk og undertiden også en æstetisk nydelse at læse. Der er til mange timers oplysende og underholdende selskab med Bohr og hans venner. Bogen har internationalt format og vil i engelsk oversættelse kunne konkurrere med de bedste videnskabelige "graphic novels".

Alle, der er interesseret i Bohr, kvantefysik eller en godt tegnet historie kan få glæde af bogen. Aldersgrænsen er sat fra 13 år og opefter. Bogen er oplagt til elever på fysik B eller A, og classesæt kan købes med rabat.

Se desuden interviewet med tegneren Niels Roland på næste side.