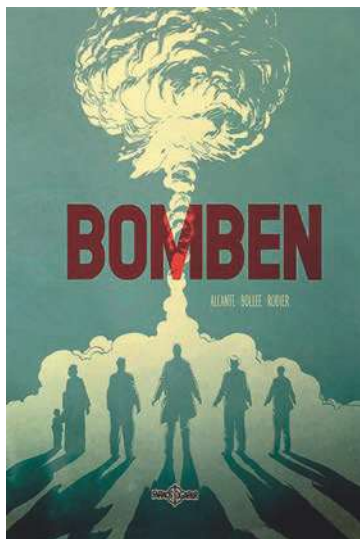


# Aktuelle bøger: Tre værker om atombomben

Michael Cramer Andersen og Jens Olaf Pepke Pedersen, *KVANT*, og Christopher Pethick, Niels Bohr Institutet og Nordita

## Atombomben på tegneserieform

*Alcante, Bollée og Rodier*, "Bomben", oversat af Vigan. Forlaget Faraos Cigarer, 2025, [www.forlagetfaraos.dk](http://www.forlagetfaraos.dk), 472 sider i sort/hvid, 348 kr.



Denne tegneserie fortæller historien om udviklingen og anvendelsen af de første atombomber i 1945. Det er en stor og tung bog om et tungt emne og genren er historisk fiktion. Den bygger på den virkelige historie men der er brugt kunstnerisk frihed til at skabe en sammenhængende historie.

I modsætning til filmen *Oppenheimer* spiller lederen af Los Alamos-projektet ikke den fremtrædende rolle som han gør i filmen. Denne bog tegner et mere bredt billede, hvor mange sidehistorier supplerer hinanden og flettes sammen. Fortælleren er grundstoffet uran, der i jeg-form starter fortællingen med opdagelsen af radioaktivitet og udvinding af uran i en afrikansk mine.

Fysikeren Leo Szilard udtænkte kædereaktionen i 1929. I 1938 forlod Szilard, som var jøde, det nazistiske Tyskland. Samme år fik Enrico Fermi nobelprisen og forlod det fascistiske Italien med sin jødiske kone. De to fysikere samarbejdede i USA om at skabe en kontrolleret kædereaktion. Fortællingen skifter til en japansk familie i Hiroshima, hvor den ældste søn som pilot deltager i krigen mod Kina.

I USA følger vi Fermi og Szilard der sidder på en café og diskuterer spaltning af atomkerner, der fører til en kædereaktion. Szilard ser for sig at det kan bruges i en bombe, men Fermi minder om at man ikke kender en isotop der afgiver neutroner ved spaltningen. Året efter demonstrerer Szilard at der dannes frie neutroner i et forsøg med uran. Szilard beder Einstein om hjælp til at

påvirke politikerne og få sikret forekomsterne af uran inden Tyskland kommer først.

Nu får politikere og militæret på begge sider af Atlanten travlt med at finde ud af, om det er muligt at anvende atomkernespløtning i et våben. Den dygtige fysiker Heisenberg træder ind på scenen i Tyskland og i USA indtager general Hoover en ledende rolle.

Med det japanske angreb på den amerikanske base ved Pearl Harbor og krigserklæringer mod USA fra både Tyskland og Italien, tvinges USA ind i krigen. Der bliver taget initiativ til at bygge fabrikker som kan fremstille uran med et højt nok indhold af uran-235, så det kan bruges til at fremstille en bombe.

I 1942 gennemføres den første kontrollerede kædereaktion i en reaktor i Chicago under ledelse af Fermi. I mellemtiden forsøger de allierede i samarbejde med norske agenter at sabotere et norsk anlæg, der producerer tungt vand. Det tunge vand kan bruges af tyskerne som moderator i deres reaktor og en sabotage ville slå fjenden tilbage. Anlægget ligger dog et ufremkommeligt sted og er godt bevogtet, så flere forsøg med luftangreb mislykkes, inden det til sidst lykkes at sabotere anlægget uden dog at sætte det helt ud af spil. Da en sending tungt vand senere sendes med færge fra Norge mod Tyskland vælger sabotørerne at sænke færgen ved en sprængning, hvilket koster civile liv.

Udviklingen af bomberne tager form i Los Alamos og de hemmelige fabrikker producerer mere og mere beriget uran. Arbejderne her får ikke engang at vide hvad maskinerne laver. Der planlægges også en bombe baseret på plutonium, som er restproduktet fra fissionsreaktorer.

I 1944 går de allierede i land i Normandiet på D-dag med store tab. Forskerne har ikke fundet det rette design på detonerer af bomben. Der er heller ikke meget viden om radioaktive stoffers virkning på kroppen og læger begynder at sprøjte plutonium i patienter der alligevel forventes at ville dø, for at studere virkningen.

I 1945 spidser krigen til i både Japan og Italien, hvor Mussolini bliver skudt, samt Tyskland, hvor Hitler begår selvmord. Men selv om krigen måske kan finde en afslutning i Europa nægter japanerne at overgive sig. Politikere, militær- og videnskabsfolk diskuterer, om man skal bruge atombomben mod japanerne og hvilke mål det skal være. De er uenige og flere videnskabsfolk prøver at standse den militære udnyttelse af deres værk. Den første bombe testes i midten af juli 1945.

Der går storpolitik i det og den amerikanske præsident vil demonstrere sin magt. Bombeflyene gøres klar og nedkaster bomber i to japanske byer. Vi ser familiefaren, der har mistet sin pilotsøn i en selvmordsmission, iagttagende at den ene atombombe nærmer sig, og han pulveriseres af varmebølgen fra eksplosionen.



**Figur 1.** En mand udslettes af varmebølgen fra atombombeeksplosionen. Tegning fra bogen.

De efterfølgende rædsler med forbrændte ofre, der kastes i massegrave, og overlevende med stråleskader illustreres i barske billeder. Der efterrationaliseres både blandt politikere og videnskabsfolk. Kort tid efter krigens afslutning grundlagde FN Atomenergi kommissionen (UNAEC), der havde til formål at regulere udnyttelsen af kerneenergi. Oppenheimer blev formand i 1947.

Initiativet til “Bomben” kom fra den belgiske tegneserieforfatter Alcante (Didier Swysen), der i flere år havde ønsket at lave en stor historisk fortælling om atombombens tilblivelse. Han kontaktede den franske forfatter Laurent-Frédéric Bollée, som er kendt for store episke fortællinger, og de udviklede over flere år et fælles manuskript med mange vinkler. Den canadiske tegner Denis Rodier blev valgt, fordi hans realistiske streg og evne til at håndtere mørke temaer passede perfekt til emnets alvor. Projektet blev udgivet i 2020 og har siden vundet en række priser.

Tegneserien er spændende læsning, og man bliver fanget af Rodiers udtryksfulde sort-hvide streg. De historiske personer ligner de virkelige personer, og dialogen udspiller sig på baggrund af bygninger og landskaber, som er med til at fastholde opmærksomheden.

Det er en kompliceret historie og tegneserien fungerer godt som en lærerig og underholdende introduktion til et vigtigt kapitel i verdenshistorien. Det betyder ikke så meget, at dele af historien er fiktion, og om der måtte være faktuelle fejl. Budskabet er ikke til at tage fejl af. Opdagelsen og udnyttelsen af kerneenergi har

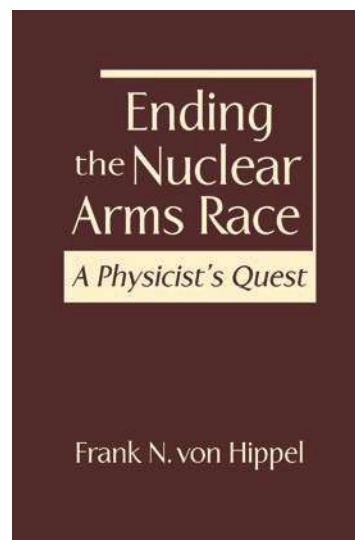
sat sit præg på verden. Atombomben var medvirkende til at afslutte anden verdenskrig, men var samtidig en demonstration af et grufuldt masseødelæggelsesvåben. Med opfindelsen fulgte et våbenkapløb, en kold krig og nedrustning. Atomvåben spiller stadig en rolle i den internationale magtbalance, men krige udkæmpes stadig med konventionelle våben. Med sine 80 år på bagen er det måske på tide at atombomben går på pension.

Bogen er udgivet med støtte fra Statens Kunstfond.

Michael Cramer Andersen

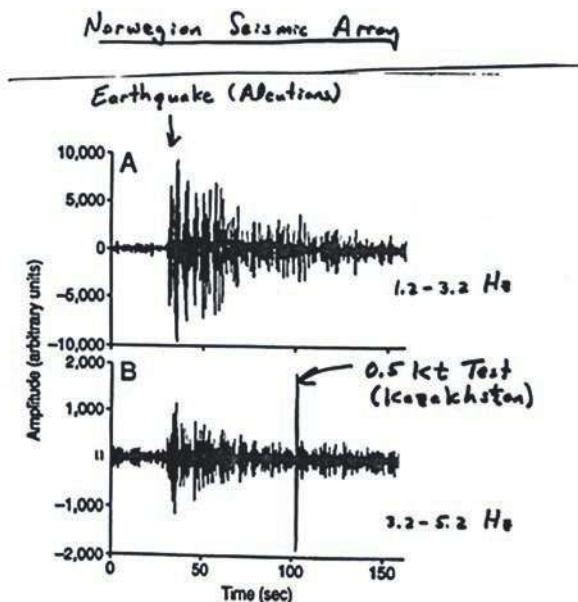
## Videnskabens rolle i atomnedrustning

*Frank N. von Hippel, “Ending the Nuclear Arms Race. A Physicist’s Quest”, Lynne Rienner Publishers, Boulder, USA, 2025, 297 sider, illustreret, 110 USD (hardcover eller e-bog).*



Denne bog er et vidnesbyrd om styrken ved at anvende kvantitativ tænkning på samfundsmæssige udfordringer. Frank von Hippel er medstifter af Princeton Universitys program for videnskab og global sikkerhed, som gennem årene har uddannet mange af den yngre generations førende eksperter på området. Han opnåede en ph.d. i partikelfysik ved University of Oxford og havde efterfølgende postdoc-stillinger ved University of Chicago og Cornell University, før han under Vietnamkrigen blev adjunkt ved Stanford University. Her begyndte hans interesser i stigende grad at rette sig mod anvendelsen af videnskabelige metoder på problemer af bred samfundsmæssig betydning.

Selvom han også har arbejdet med andre emner, såsom effektiviteten af bilmotorer, har hans stærkeste fokus været nuklear sikkerhed – især at reducere truslen fra atomvåben. En af hans store succeser var at bidrage til en amerikansk NGO’s seismiske overvågning på sovjetisk territorium, et vigtigt skridt mod en omfattende traktat, der forbyder atomprøvesprængninger. Selvom traktaten ikke er trådt i kraft på grund af manglende ratifikation, har den etableret en norm mod sådanne sprængninger, og siden 1998 har kun Nordkorea udført prøvesprængninger – i alt seks.



**Figur 1.** Seismiske målinger foretaget af NORSAR, det norske seismiske institut, af en mindre sovjetisk atomprøvesprængning svarende til 500 tons TNT under et jordskælv. Selvom prøvesprængningen ikke ses i 1,2-3,2 Hz-dataene, er den tydelig i 3,2-5,2 Hz-dataene. Figur fra bogen.

I august 1985 annoncerede Mikhail Gorbatsjov, der samme år var blevet leder af Sovjetunionen, et midlertidigt stop for sovjetiske prøvesprængninger. To måneder senere mødte von Hippel fysikeren Evgenii Velikhov i København ved markeringen af 100-året for Niels Bohrs fødsel. Velikhov, en fremtrædende plasmafysiker og Gorbatsjovs rådgiver i atomvåbenkontrol, foreslog, at det sovjetiske stop kunne få større international opmærksomhed, hvis en troværdig tredjepart foretog seismiske målinger nær prøvesprængningsområdet. Von Hippel kontaktede potentielle samarbejdspartnere i USA, og resultatet blev, at et hold under ledelse af Tom Cochran fra NGO'en *The Natural Resources Defense Council* etablerede en seismisk overvågningsstation i Kasakhstan og begyndte at indsamle data i 1986. Mens skiftende amerikanske regeringer afviste et stop for prøvesprængninger, var Kongressen mere lydhør og vedtog i 1993, med folkelig opbakning, et forbud mod amerikanske prøvesprængninger.

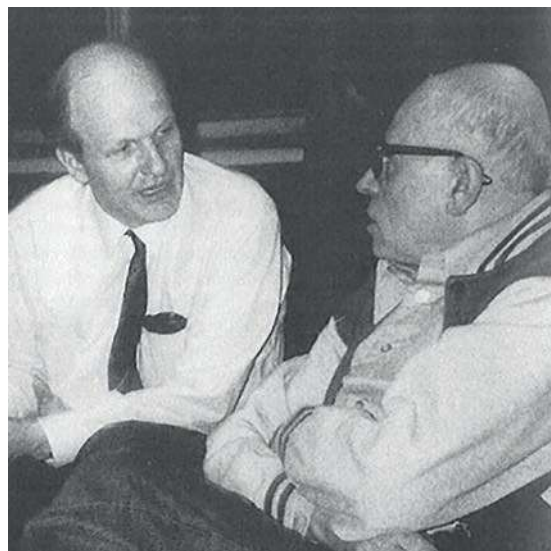
Bogen beskriver flere eksempler på fejlagtige konklusioner i officielle rapporter, og hvordan det med offentligt tilgængelige kilder var muligt at korrigere dem og i mange tilfælde påvirke politiske beslutninger. Blandt eksemplerne er en rapport om sikkerheden ved atomkraftværker, hvor antallet af kræfttilfælde efter en ulykke blev undervurderet med mere end en størrelsesorden, fordi de langsigtede virkninger blev ignoreret. Von Hippel har også været en markant modstander af brugen af plutonium som brændsel i civile reaktorer på grund af risikoen for våbenanvendelse.

En anden bemærkelsesværdig indsats var "Sortehavsekperimentet" i 1989. Sovjetunionen ønskede, at fremtidige våbenkontrolaftaler skulle omfatte både krydsermissiler fra skibe og interkontinentale ballistiske missiler. Den amerikanske regering hævdede, at det var umuligt at skelne mellem konventionelt bevæbne-

de krydsermissiler og dem med atomsprænghoveder. I eksperimentet målte sovjetiske og amerikanske hold gammastråler og neutroner fra et atombevæbnet krydsermissil om bord på et sovjetisk krigsskib og viste, at de to typer sprænghoveder kunne adskilles uden at demontere missilet. Et sådant samarbejde mellem USA og Rusland er i dag næsten utænkeligt.



**Figur 2.** Forsiden af den sovjetiske avis Pravda, som rapporterer om et møde mellem Mikhail Gorbatsjov (til venstre) og en gruppe internationale eksperter i våbenkontrol. På billedet til højre er Frank von Hippel den anden fra venstre på den nærmeste side af bordet, og til højre for ham sidder Evgeny Velikhov. Joseph Rotblat, som modtog Nobels fredspris i 1995 sammen med *Pugwash Conferences on Science and World Affairs*, sidder på den anden side af bordet. Fra bogen.



**Figur 3.** Første møde mellem von Hippel og Andrei Sakharov, i februar 1987. Foto fra bogen (af Jeremy Stone.)

I 2020 var von Hippel med til at grundlægge *The Physicists Coalition for Nuclear Threat Reduction* ([physicistscoalition.org](http://physicistscoalition.org)). Organisationen arbejder for at reducere truslen fra kernevåben gennem mobilisering indenfor de fysiske videnskaber både i USA og internationalt.

Det har den gjort ved, bl.a., at holde kollokvier – indtil videre flere hundrede af dem – om kernevåben

på universiteter og forskningscentre.<sup>1</sup>

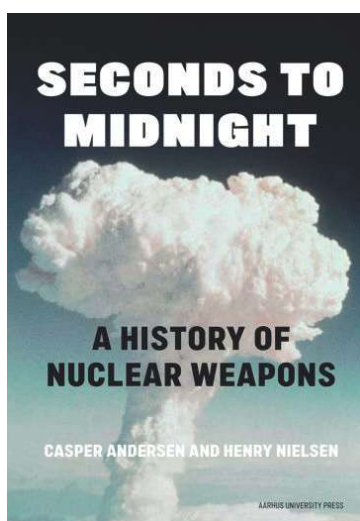
Bogen kan varmt anbefales. Den demonstrerer, hvordan en kvantitativ videnskabelig tilgang til samfundsproblemer – selv med beskedne ressourcer – kan påvirke selv de mest komplekse politiske beslutninger.

Von Hippel har også en personlig tilknytning til København. Hans forældre, Arthur von Hippel, senere professor ved MIT, og Dagmar Franck, datter af James Franck (kendt fra Franck-Hertz-eksperimentet), tilbragte et år i København efter at være flygtet fra Tyskland i 1930'erne. Arthur spillede en central rolle i opbygningen af eksperimentel kernefysik på Niels Bohr Institutet ved at hjælpe med anskaffelsen af en Cockroft-Walton-højspændingsakcelerator fra Tyskland.

Christopher Pethick

## Atomvåbnenes historie

Casper Andersen og Henry Nielsen, “Seconds to Midnight. A History of Nuclear Weapons”, Aarhus Universitetsforlag, 2025, 280 sider, illustreret, 300 kr.



Casper Andersen og Henry Nielsens bog *Minutter i Midnat* er nu udkommet i en engelsk og opdateret udgave. De to forfattere har tidligere skrevet om den danske udgave af bogen fra 2022 i *Kvant*<sup>2</sup>, og den engelske udgave er udvidet med et nyt og afsluttende kapitel om *Den tredje Atomalder*. Ifølge forfatterne er Den tredje Atomalder kendetegnet ved både teknologiske og politiske ændringer, som er blevet særligt tydelige efter Ruslands angreb på Ukraine i 2022, og som for første gang siden afslutningen på den kolde krig har fået antallet af atomvåben til at stige.

Forfatterne bemærker, at den teknologiske kompleksitet er vokset fordi konventionelle våben også kan bruges strategisk, og noterer især, at atomvåbenmagterne er blevet mere villige til at true med deres atomvåben

for at påvirke udfaldet af konventionelle krige. Dermed fungerer atomvåben ikke længere udelukkende som den ultimative afskrækkelse. Et andet kendetegn er, at de politiske institutioner og aftaler om våbenkontrol og ikke-spredning, som blev udviklet omkring afslutningen på den kolde krig, er blevet svækket. Samtidig øger det stigende fokus på civil udnyttelse af atomenergi risikoen for spredning af atomvåben.



**Figur 1.** Niels Bohr (nr. to fra venstre) i København i 1934, sammen med fire andre kernefysikere. To af dem, Edward Teller (nr. fire fra venstre) og Otto Frisch (nr. fem fra venstre) bidrog også væsentligt til udviklingen af atomvåben. Foto fra bogen.

Situationen er ikke blevet mere stabil efter genindsættelsen af Donald Trump som præsident. Han har annonceret et multilagsmisilforsvarssystem, *Golden Dome*, der skal beskytte mod ballistiske missiler, krydsermissiler og hypersoniske trusler – også fra rummet. Trump har udtalt, at systemet skal være “fuldt operationelt” inden hans valgperiode udløber i 2029. Bekymringen er, at dette blot vil accelerere atomvåbenkapløbet, fordi USA’s strategiske rivaler vil se sig nødsaget til at udvide deres atomare kapaciteter.

Trumps politik i forhold til krigen i Ukraine, hvor han stort set har støttet Putin, og usikkerheden om, hvorvidt USA’s atomare beskyttelse stadig omfatter Europa, har også haft betydning. Det har således fået Frankrigs præsident Macron til at foreslå, at de franske atomvåben kan få en “europæisk dimension”, ligesom usikkerheden om USA’s politik i Fjernøsten har fået Japan, Sydkorea og Taiwan til at overveje atomvåben.

Endelig bemærker forfatterne, at offentlighedens bekymring omkring kernevåben næsten forsvandt efter den kolde krig og skiftede fokus, som i de seneste årtier har været på globale klimaændringer. De noterer dog, at interessen for atomvåben igen er stigende og håber, at truslen vil blive betragtet på linje med klimaforandringer: som en global udfordring, der angår hele menneskeheden. De advarer afslutningsvis om, at den fortsatte udvikling og spredning af atomvåben ikke skaber den tryghed, mange længes efter.?

Jens Olaf Pepke Pedersen

<sup>1</sup> Videoer af nogle af dem kan ses på <https://physicistscoalition.org/colloquia/>.

<sup>2</sup> Se artiklen “Fysikerne mellem videnskab og politik”, *Kvant*, bind 35, nr. 1 (april 2024), side 37–40.