

Introduktion

”Nu er jeg blevet Døden”

Midt i juli 1945 var det mere end to måneder siden, Tyskland havde overgivet sig betingelsesløst til de allierede: USA, Storbritannien og Sovjetunionen. Anden Verdenskrig var dermed bragt til afslutning i Europa, men krigen rasede stadig i Østasien. Her nægtede Japan at overgive sig, selv om landets hær var trængt tilbage på alle fronter, og en overlegen flåde af amerikanske fly bombede det japanske hovedland dag og nat. Mens verdens opmærksomhed var vendt mod krigsskuepladsen i Fjernøsten og mod sejrherrenes topmøde i Potsdam i udkanten af Berlin, udspillede der sig mere end 10.000 kilometer fra hvert af disse brændpunkter en dramatisk begivenhed, som snart skulle få afgørende indflydelse på krigen i øst.

Natten mellem den 15. og 16. juli 1945 sov fysikeren Robert Oppenheimer næsten ikke. Som teknisk-videnskabelig leder af det gigantiske, hemmelige Manhattanprojekt havde han de foregående dage været ekstremt optaget af de sidste forberedelser til verdens første atomprøvesprængning, Trinity-testen.¹ Efter planen skulle den finde sted den 16. juli klokken 04:00 lokal tid i det valgte testområde, cirka 100 kilometer nordvest for byen Alamogordo i New Mexicos ørken. Bomben, som deltagerne i forsøget konsekvent kaldte ”tingesten”, var på plads i det ståltårn, der var bygget til formålet kort forinden. Den 15. juli om eftermiddagen havde Oppenheimer aflagt et sidste besøg i tårnet for at tjekke, at alt var i orden. Snesevis af betroede teknikere, videnskabsmænd og militærfolk var på plads i shelters med 10 til 30 kilometers afstand fra *ground zero*. Alt så ud til at være klart.

Men så begyndte vejret at drille. Meteorologerne varslede tordenbyger og ledsagende kraftige vindstød i løbet af natten. Hvis forudsigelsen forvandlede sig til virkelighed, kunne det blive nødvendigt at udsætte prøvesprængningen. Dels fordi teknikerne skulle være i stand til at udføre de planlagte målinger af eksplosionens størrelse og virkning, dels fordi de ansvarlige for forsøget ikke kunne leve med, at radioaktivt støv fra eksplosionen blev blæst



© Keystone-France / Getty Images

Lederne af Manhattanprojektet, professor Robert Oppenheimer (tv.) og general Leslie Groves, foran resterne af det ståltårn, hvorpå verdens første atombombe var anbragt, da den eksploderede den 16. juli 1945 kl. 05:29:21 New Mexico-tid.

ind over Alamogordo eller en anden by i nærheden. Bare tanken om, hvad det kunne medføre af dødsfald, stråleskader og avisoverskrifter, må have fået det til at løbe koldt ned ad ryggen på Oppenheimer.

Mellem klokken 2 og 3 om natten trak en voldsom tordenbyge med vindstød på 15-20 m/s ind over testområdet. Forsøget hang på dette tidspunkt i en tynd tråd, men en begyndende bedring i vejret fik Oppenheimer og general Leslie Groves, den militære leder, til at beslutte, at prøvesprængningen skulle finde sted et par timer senere, nærmere bestemt klokken 05:30. Tiden sneglede sig afsted, mens vejret klarede op, og dagslyset langsomt fik bugt med nattemørket. Klokken 05:10 lød det over en højttaler, at klokken nu var ”nul minus 20 minutter”. Teknikerne tjekkede en sidste gang deres instrumenter, og alle gjorde sig klar til at iagttage eksplosionen fra deres shelters gennem røgfarget glas eller mørke solbriller.

Præcis klokken 05:29:21 skete det, en hærskare af forskere og teknikere havde arbejdet hen imod i flere år.² Et lysglimt så kraftigt, at det for et øjeblik forvandlede den grå morgen til den lyseste dag, chokerede mange af de tilstedeværende, men det var kun begyndelsen til et sceneri, ingen mennesker før havde oplevet. Alle, der var med til Trinity-testen den dag, havde deres egen historie at berette. En af dem, fysikeren Isidor Rabi, beskrev sin oplevelse på denne måde:

Pludselig kom der et enormt lysglimt, det stærkeste lys, jeg nogensinde har set, eller som jeg tror nogen nogensinde har set. Det eksploderede; det glimtede; det borede sig lige gennem én [...]. Det syntes at vare for evigt. Man ønskede bare, det ville holde op; det varede nok kun cirka to sekunder. Til sidst var det ovre, lyset dæmpedes, og vi kiggede hen mod det sted, hvor bomben havde været. Der så vi en enorm ildkugle, der voksede og voksede. Den steg opad, mens den glimtede gult og rødt og grønt. Den så uhyggelig ud. Det virkede, som om den kom hen imod os. Noget helt nyt var lige blevet født. En ny forståelse af mennesket. En forståelse af den magt, mennesket havde fået over naturen.³

Alle, der oplevede eksplosionen, var dybt rystede over det, de så og hørte og mærkede den dag. Lufttrykket kastede sprængstofeksperten George Kistiakowski omkuld, fordi han vovede sig uden for det shelter, der beskyttede ham. Fysikeren Robert Serber blev blind i en kortere periode, fordi han dristede sig til at se direkte mod eksplosionsstedet med ubeskyttede øjne.

Og nobelpristageren Enrico Fermi, der ellers havde åndsnærværelse nok til at lave et hurtigt overslag over eksplosionens styrke ved at iagttage, hvor langt små papirstykker blev blæst væk af trykbølgen, var ude af stand til at føre sin bil, da han skulle tilbage til Los Alamos. Fælles for alle deltagere var deres umiddelbare fysiske fornemmelse af atombombens overvældende kraft, noget, som de aldrig kunne glemme.

Noget lignende har vore dages kernevåbenudviklere aldrig oplevet. Ifølge antropologen Joseph Masco, der gennem nogle år har fulgt vor tids bombespecialister meget nøje, betyder det, at de tilegner sig et abstrakt, ja, nærmest et tekno-æstetisk forhold til deres arbejde, som består i at designe nye raffinerede kernevåben på deres computere. Kernevåben, der som følge af det nugældende, altomfattende atomprøvestop ikke kan afprøves i praksis og derfor heller ikke giver deres skabere en sanseoplevelse som den, deltagere i Trinity-forsøget kom ud for den 16. juli 1945.⁴

Hvordan oplevede Manhattanprojektets videnskabelige leder, Robert Oppenheimer, selv den epokegørende eksplosion? Frank Oppenheimer, bror til Robert, var også med ved Trinity, hvor han overværede prøvesprængningen ved brorens side. Og Frank mener at huske, at broren umiddelbart efter detonationen vistnok bare sagde noget i retning af ”It worked”!⁵ Men da Robert Oppenheimer senere blev bedt om at beskrive, hvilke tanker der gik gennem hans hoved, da eksplosionen fandt sted, hævdede han, at det var nogle linjer fra hinduernes årtusindgamle skrift *Bhagavadgita*. Heri fortælles, hvordan guden Vishnu, der optræder i forskellige skikkelser, viser sig for den tvivlrådige helt prins Arjuna i form af et frygtindgydende væsen, der deklamerer: ”Nu er jeg blevet Døden, den, der lægger verdener øde” (”Now I am become Death, the Destroyer of Worlds”).⁶ Og den belæste Oppenheimer, der på universitetet havde gået til undervisning i sanskrit for at kunne læse *Bhagavadgita* på originalsproget, plejede at tilføje: ”Jeg tror, vi alle tænkte noget i den retning”. For selv om alle var lettede, glade og stolte over, at det enorme atombombeprojekt var bragt til en succesfuld afslutning, var de også klar over, at den næste atomsprængning højst sandsynligt ville medføre et stort antal dræbte og frygtelige lidelser for mange af dem, der overlevede eksplosionen i nærheden af det udvalgte mål.

Siden Trinity-forsøget den 16. juli 1945 har jordens beboere levet med bevidstheden om, at mennesket er i stand til at frigøre de enorme energier, der gemmer sig i atomkerner, og at det dermed formentlig også er i stand til

at udslette arten homo sapiens fra jordens overflade. Hvordan diverse lande, organisationer og enkeltpersoner har forsøgt at tackle den udfordring, vil vi forsøge at besvare i resten af denne bog. Emnet er bredt, men afgrænset ved, at bogen stort set kun omhandler atomteknologi udviklet til krigsformål. Brugen af atomteknologi i civil energiforsyning omtales kun i relation til kernevåbenproblematikken, når et land anskaffer kernevåben ved at gå omvejen over civil atomteknologi.

Et vigtigt spor i bogen er den betydning, som udviklingen af kernevåben har haft på opfattelsen af videnskabens etiske og politiske position i samfundet, herunder på forskernes eget selvbillede. Diskussioner om videnskabens etiske konsekvenser strækker sig langt tilbage i historien. Men den tog en helt ny drejning den dag i 1945, da Oppenheimer og de andre videnskabsfolk blev konfronteret med det enorme lysglimt fra Trinity og konstaterede, at ”tingesten” virkede. I praksis blev videnskaben tættere forbundet med storpolitik, kommercielle interesser og militære prioriteter. Det rejste nye spørgsmål om videnskabens betydning og samfundsansvar. Også blandt videnskabsfolkene selv.

Diskussionerne har ikke mindst udspillet sig i tidsskriftet *Bulletin of the Atomic Scientists*, som forskere med forbindelse til Manhattanprojektet etablerede få måneder efter afslutningen på Anden Verdenskrig. *Bulletin* lancerede Dommedagsuret i juni 1947. Med Dommedagsuret forsøgte dets skabere at visualisere, hvor tæt menneskeheden efter deres vurdering var på den ultimative atomkatastrofe på dette tidspunkt. Den store viser på Dommedagsuret er dog ikke forblevet i samme position, siden uret blev skabt. Gennem de efterfølgende årtier er viserindstillingen af og til ændret på baggrund af beslutninger truffet i kredsen omkring *Bulletin*. Siden 1947 har tidsskriftets redaktions- og ekspertgruppe således flyttet den store viser i alt 24 gange i takt med storpolitiske begivenheder, fremkomsten af nye kernevåbenteknologier og fredsbevægelser op- og nedture.

I *Bulletins* spalter har redaktionen gennem tiden givet udfoldede begrundelser for de skiftende viserindstillinger, som ikke har til formål at forudsige verdens undergang, men at give en vurdering af den givne trusselsituation, menneskeheden befinder sig i som følge af kernevåbenedes udvikling og udbredelse.⁷ Urets indstillinger hverken kan eller bør aflæses som en objektiv angivelse af, hvor tæt mennesket er på et atomart ragnarok. *Bulletins* Dommedagssur er snarere et politisk ur, som ansporer til politisk forandring i håndteringen af kernevåbenspørgsmålet. Uret forstås bedst

som et tiltag, der har til formål at skabe en effekt hos modtageren og i sidste instans anspore denne modtager til at handle.⁸ En ændret indstilling på Dommedagsuret er i mange tilfælde blevet afsendt og modtaget som en advarsel om, at menneskeheden er tæt på en atomkatastrofe. Men ændringerne af viserindstillingerne er undertiden også blevet afsendt og modtaget som en opmuntring, når en eller flere atommagter er slået ind på en kurs, som kredsen omkring *Bulletin* har været enig i og derfor har ønsket at anspore til yderligere skridt i samme retning. Derfor er det lige så vigtigt at interessere sig for de tidspunkter i vores historie, hvor uret er blevet stillet tilbage, som for de tidspunkter, hvor det er blevet stillet frem. Det agter vi at gøre i denne bog, hvor vi bruger Dommedagsuret som en rød tråd i vores udlægning af kernevåbnenes globale historie. Og vi afslutter bogen med en gennemgang af såvel forsvareres som kritikeres vigtigste argumenter for og imod dette ikoniske ur.

Kapitel 1

Urankernens hemmeligheder afsløres

Kernekern fysik anno 1932

I de første tre årtier af 1900-tallet gennemløb fysikken en udvikling, der var lige så dramatisk som den naturvidenskabelige revolution i 1600-tallet. Den nye revolution var dels knyttet til navnet Albert Einstein, der med sin relativitetsteori fra 1905 og 1915 fik afrundet den klassiske fysik på smukkeste vis, dels var den forbundet med en række navne som Max Planck, Marie Curie, Ernest Rutherford, Niels Bohr, Werner Heisenberg og mange flere. Gennem deres kombinerede indsats opnåede videnskabsfolkene en dyb forståelse af atomernes opbygning og af de lovmæssigheder, der styrer atomare og kernefysiske processer.

I 1932 vidste fysikerne således, at alle atomer består af en meget lille, positivt ladet kerne, hvormed der kredser et antal negativt ladede elektroner. I et neutralt atom vil elektronernes samlede negative ladning perfekt afbalancere kernens positive ladning. Det letteste atom er brintatomet, som kun har én positiv ladning, en såkaldt proton, i kernen og én negativ ladet elektron udenom. Fysikerne vidste også, at næsten hele atomets masse er koncentreret i atomkernen. Endelig var de klar over, at alle andre atomkerner end brintkernen måtte indeholde andet end protoner, for ellers passede masserne slet ikke. Den næstletteste atomkerne er kernen i grundstoffet helium. Selv om den kun indeholder to protoner, har den en masse, som er cirka fire gange så stor som protonens masse. Løsningen på dette problem kom netop i 1932. Det år påviste den engelske fysiker James Chadwick eksistensen af en hidtil ukendt neutral partikel, hvis masse er næsten den samme som protonens masse. Denne partikel kaldte han en neutron, og med den til rådighed var det pludselig nemt at forstå, hvordan de forskellige grundstoffer er opbygget.

Hvert grundstof er karakteriseret ved antallet af protoner i dets kerne. Et neutralt atom af dette grundstof indeholder nøjagtig det samme antal elektroner, da hver proton bærer én positiv elementarladning og hver elektron bærer én negativ elementarladning.

I et bestemt grundstof vil der foruden det karakteristiske antal positivt ladede protoner i kernen også være et antal neutroner, der ingen elektrisk ladning har. Det samlede antal protoner og neutroner i kernen kaldes massetallet.

I jorden kan man finde grundstoffer med et antal protoner i kernen, der ligger mellem 1 og 92. Grundstoffet med én proton i kernen er som nævnt brint, også kaldet hydrogen, der betegnes ved symbolet H. Grundstoffet med to protoner i kernen er helium (He). Grundstoffet med otte protoner i kernen er ilt, også kaldet oxygen, der betegnes ved symbolet (O). Og grundstoffet med 92 protoner i kernen er uran (U). Grundstoffer med mere end 92 protoner i kernen kan dannes i menneskeskabte maskiner, men forekommer ikke naturligt på jorden, eller i hvert fald kun i ekstremt små mængder.

Grundstoffer findes i flere varianter, kaldet isotoper. Tag for eksempel uran. I alle urankerner er der præcis 92 protoner, men antallet af neutroner kan variere. De vigtigste isotoper i uran er U-235 og U-238, hvor 235 og 238 er massetallet, altså det samlede antal protoner og neutroner i de to isotoper. Af disse isotoper er U-238 langt den hyppigst forekommende. 99,3 procent af det uran, man finder i jorden, er U-238 og kun 0,7 procent er U-235.

Nogle isotoper er stabile, mens andre er ustabile og henfalder spontant til en isotop af et andet grundstof under udsendelse af forskellige typer stråling. Ustabile isotoper kaldes også radioaktive isotoper. Helt af sig selv finder der altså grundstofforvandlinger sted i naturen, men man kan også kunstigt fremkalde grundstofforvandlinger. Det kan for eksempel ske ved at beskyde et grundstof med protoner, der er accelereret i en dertil designet maskine, en såkaldt accelerator. Det lykkedes første gang i 1932 på Rutherford's laboratorium i Cambridge, da de to engelske fysikere John Cockcroft og Ernest Walton beskød grundstoffet lithium, der har tre protoner i kernen, med accelererede protoner og konstaterede, at der herved blev dannet to heliumkerner, der jo hver indeholder to protoner.

Den listige neutron

Med opdagelsen af neutronen stod det klart, at der i naturen må findes enorme og hidtil ukendte kræfter, der holder atomkernerne sammen. Tænk for eksempel på en heliumkerne, der består af to protoner og to neutroner. Ud fra almindelig elektricitetslære er det ikke til at forstå, at en sådan kerne kan eksistere. De to positivt ladede protoner er jo meget tæt på hinanden og må altså frastøde hinanden med en stor elektrisk kraft. For at kernen kan holde sammen, må der derfor også være tiltrækkende kræfter mellem protonerne og neutronerne. Men ikke nok med det, disse kernekræfter må være meget stærkere end de elektriske frastødningskræfter mellem protonerne, for ellers ville det være let at splitte atomkerner ad. Og det er det normalt ikke, tværtimod.

Ved at accelerere positivt ladede protoner i en accelerator og sende dem ind mod for eksempel helium, ilt eller uran, kan fysikerne finde ud af, hvor stor energi der skal til for at slå en atomkerne i stykker. Det gjorde de mange steder i løbet af 1930'erne, og de fandt, at den energi, hvormed en kernepartikel er bundet i kernen, typisk er nogle millioner gange større end den energi, hvormed en elektron er bundet i et atom.

Den energi, der bliver frigivet i en brændeovn eller i en benzinmotor, kaldes kemisk energi, og den har kun noget med udveksling af elektroner at gøre. Kernepartiklerne sker der ikke noget med i kemiske processer. Mange videnskabsfolk spurgte derfor sig selv, om den typisk mange millioner gange større energi, der er gemt i atomkerner, kunne udnyttes i praksis. I princippet er svaret ja, mente fremtrædende astrofysikere, for allerede i 1930'erne blev de klar over, at det netop må være energifrigørende kerneprocesser, der sker i centrum af solen og andre stjerner. Men kan sådanne processer også realiseres på jorden? Det var der nogen uenighed om. De fleste var dog nok enige med den berømte eksperimentalfysiker Ernest Rutherford, som var Niels Bohrs mentor, der i 1933 udtalte, at al snak om udnyttelse af energien i atomernes kerner var ren tågesnak.⁹

Selv om videnskabsfolk endnu ikke var i stand til at udnytte kerneenergi i praksis, kunne de i hvert fald studere kerneprocesser i laboratoriet. Og her viste neutronen sig at være det ideelle projektil. Mens en positivt ladet proton skal accelereres op til en meget høj hastighed for at overvinde den elektriske frastødningskraft fra en anden positivt ladet kerne, kan en neutron – der jo ikke bliver elektrisk frastødt – nærmest snige sig ind i en

kerne og forårsage kernereaktioner af forskellig slags. Det var relativt billige forsøg, som ikke krævede store og dyre accelerators, og derfor blev de foretaget mange steder rundt om i europæiske laboratorier, men især i Rom under fysikeren Enrico Fermis ledelse. Han beskød systematisk det ene grundstof efter det andet med neutroner og blev på den måde i stand til at fremkalde mange hidtil usete kernereaktioner og producere en række nye isotoper. På et tidspunkt var han nået til grundstoffet med det højeste antal protoner i kernen, altså uran. Her observerede han nogle ejendommelige fænomener, som han ikke kunne forklare, men så skete der noget, som fik ham til at afbryde sine forsøg.

I 1938 blev Fermi nemlig tildelt nobelprisen i fysik for sin forskning i grundstofomdannelser ved hjælp af neutroner. Det var en stor ære, og han skulle naturligvis, som traditionen bød, have prisen overrakt i Stockholm på Alfred Nobels dødsdag den 10. december. Det fik han også, men i stedet for at rejse hjem til Rom benyttede han lejligheden til at flygte til USA med sin kone, Laura Fermi. Hun var jøde, og Fermi forudså de problemer, hans familie snart kunne komme til at stå over for i det fascistiske Italien. Her var man på dette tidspunkt i gang med at indføre racelove vendt mod jøderne, sådan som det for længst var sket i Hitlers Tyskland. Mange – heriblandt Fermi – var klar over, at det trak op til en ny storkrig med Tyskland og Italien som allierede. Tyskland havde i foråret 1938 uden videre indlemmet Østrig i Hitlers nazistiske storrig. I september samme år havde Hitler gennem Münchenaftalen opnået Frankrig og Storbritanniens godkendelse af, at Tyskland også skulle have overladt grænselandet mellem Tyskland og Tjekkoslaviet. Berøvet sine grænsefæstninger kunne Tjekkoslaviet nu kun vente på den endelige tyske besættelse. Den kom i foråret 1939. Kort efter begyndte Hitler at stille krav om grænserevisioner med Polen. Men nu ville Frankrig og Storbritannien ikke være med længere. Begge lande lovede, at de ville erklære Tyskland krig, hvis det gjorde alvor af sine trusler over for Polen.

Juleferien, der rystede verden

I de urolige år fra 1932 til 1938 foregik der mange steder forsøg med at udnytte den i 1932 opdagede neutron til grundstofforvandling. Som nævnt havde Fermi længe udført den slags forsøg i Rom, men i sommeren og efteråret 1938 var den kendte kemiker Otto Hahn og hans assistent Fritz Strass-