

## Beslutningen om å lage en atombombe

Sommeren 1939:

Fysikerne Schilard og Wigner skrev til USAs president der de advarte om en mulig utvikling av «ekstremt kraftige bomber», og at USA burde anskaffe et lager av uranmalm og sette i gang forskning på kjedereaksjoner med spalting av urankjerner. For å sikre at brevet ville nå presidenten, fikk de Einstein til å skrive under, og brevet nådde presidenten 11. oktober 1939. Roosevelt satte da ned en komite for å vurdere innspillet. Komiteen konkluderte med at «uran ville være en mulig kilde til bomber som ville være langt mer destruktive enn noen kjente hittil».

19. januar 1942 undertegnet president Roosevelt beslutningen om at USA skulle lage atombombe basert på U235 og plutonium.

Manhattanprosjektet startet 13. august 1942.

Vitenskapelig leder: Robert Oppenheimer.

Militær leder: Leslie Groves. Totalt 500 000 ansatte

Anriking av uran:

Det vart prøvd en form for sentrifuge, men fikk det ikke til.

Tre ulike prosesser, alle ble brukt.

1. Gassdifusjon: i en gass der atomene har ulik masse, vil de letteste raskest vandre gjennom et filter. Prosessen er sen og må gjentas mange ganger.

2. Elektromagnetisk separasjon: utnytter masseforskjellen når urankjernene i gassform sendes gjennom et elektromagnetisk felt, lette kjerner avbøyes mest. Ineffektiv prosess.

3. Termisk diffusjon: Flytende uran fylles i rommet mellom to sylindriske rør. Den innerste veggen varmes opp, den ytterste avkjøles. De letteste atomene samles ved den varmeste veggen, de tyngste samles ved den kaldeste veggen. Da kan U235 samles opp på toppen av røret. Ineffektiv prosess.

Kritisk masse Uran 235 avhengig av anrikingen. 85 % anriking ca 50 kg. Man laget to halvkuler hver på 32 kg uran235 i hver sin ende av et lukket rør, plasserte sprengstoff slik at den ene halvkulen kunne skytes mot den andre. Da ville man øyeblikkelig få en overkritisk masse og kjedereaksjon ville være mulig. Man var så sikre på at den ville virke at det ble laget bare en. «Little boy».

Plutonium isolert første gang 14. desember 1940.

Den andre utviklingslinjen i Manhattanprosjektet.

Man oppdaget at når U238 ble bombardert med nøytroner, kunne et nøytron fanges inn i U238 og bli til U239 som øyeblikkelig sendte ut et elektron fra kjernen og ble til en kjerne med 93 protoner.  $\text{Np}_{93/239}$ , og den sender ut et elektron og blir til  $\text{Pu}_{94/239}$  er fisjonerbar slik som U235. Dette stoffet finnes ikke i naturen, men kunne produseres i kjernereaktorer.

Italieneren Enrico Fermi var i USA og ledet arbeidet med den første «enkle» kjernereaktoren som besto av uranklumper inne i grafitt. Fram til 1942 viste dette seg som en mulig vei, og det ble vedtatt å bygge en reaktor i januar 1943 i industriell skala som var i drift fram til høsten 1944. Reaktoren måtte fyres med en del av det anrikede uranet.

For å lage bomben, satset man på implosjon, dvs et skall med underkritisk masse som skulle krympe rundt en underkritisk kule i midten. Man var så usikre på om dette ville virke, at man laget to, hver med 6.4 kg plutonium. Den ene bomben ble testet 16. juli 1945. Testbomben virket. «Fat man».

Openheimer ble etterforsket og beskyldt for lekkasje til Sovjet, men det var Klaus Fuchs som sørget for det. Han arbeidet i Los Alamos med utviklingen av plutoniumbomben. Sovjet testet sin første plutoniumbombe i august 1953.

Litt om fusjon:

He – kjernen  $\text{ppnn}$ , er lettere enn summen av de fire enkeltpartiklene. Hvis vi kunne starte med  $\text{ppnn}$  og bygge en He-kjerne, ville vi få energi til overs. Kunne vi lage ett gram, ville det rekke til 10 000 husstander hver med forbruk 20 tusen kWh per år. Det er vrient å få til, men sola og alle stjernene får det til. Vi kaller det fusjon. Da jeg studerte på 60-tallet sa man: kanskje i løpet av 20 år kunne man får utnyttet fusjonsenergi til fredelige formål, de sier det fortsatt!

Edward Teller og Hydrogenbomben. Den første fullskala test ble gjort 1. november 1952, effekten 700 ganger sterkere enn «Little boy»). Sovjet sin første hydrogenbombe i november 1955.

Egoforedrag høsten 2023

Litt kjernefysikk. Bygger på en artikkel av professor emeritus Eivind Grøn, Oslo MET og UIO.

Protonet oppdaget i 1920 av Ernest Rutherford,  $m_p = 1.00728 \cdot 10^{-27}$  (uud)

Nøytronet i 1932 av James Chadwick,  $m_n = 1.00865 \cdot 10^{-27}$  u (udd)

Kjernefysikk som egen gren av fysikken i begynnelsen av 1930-åra, og egenskapene til en rekke atomkjerner ble undersøkt. Viktig funn: Alle atomkjerner besto av protoner og nøytroner som vi kaller kjernepartikler, og massen av en kjerne er alltid mindre enn summen av massen til kjernepartiklene.

Forutsetningen for Manhattanprosjektet var Oppdagelsen av fisjon:

Fysiker Lise Meitner fra Østerrike og Kjemiker Otto Hahn fra Tyskland arbeidet sammen i Tyskland og bombarderte Uran med nøytroner. Lise Meitner måtte rømme fra Tyskland i 1938 siden hun var jøde. Hun slo seg ned i Sverige. Men Otto Hahn og Fritz Strassmann fortsatte, og da oppdaget de grunnstoffet Barium sammen med det nøytronbombarderte uranet. Hahn forsto ikke hvordan dette kunne skjedd, og skrev til Lise Meitner høsten 1938. Ved juletid kom Lises nevø Otto Frisch på besøk, han også fysiker ved Niels Bohrs institutt i København, på besøk til Lise Meitner. Med utgangspunkt i Bohrs ide om at atomkjernen kunne sammenliknes med en vanddråpe, kom de på at hvis kjernen fanget inn et nøytron, kunne den begynne å vibrere og tilslutt klyves i Barium og den andre biten måtte være Krypton og da måtte det i tillegg være 3 nøytroner. Frisch og Lise skrev da en vitenskapelig artikkel som Frisch tok med tilbake til København og leverte til Niels Bohr. De kalte det de hadde sett for fisjon. Bohr tok artikkelen med til USA og den ble offentliggjort i februar 1939. Otto Hahn fikk Nobelprisen i 1944, Lise Meitner ble ikke nevnt.

I naturen finnes Uran i to former, begge med 92 protoner,  $U_{92/235}$  ( $^{143}\text{N}$ ) (0,7%), den andre  $U_{92/238}$  (146). Det er bare  $U_{92/235}$  som kan fisjonere. Når den blir truffet av et nøytron som ikke har for stor hastighet, klyves den i to, en Bariumkjerne ( $^{56/137}$ ) og en kryptonkjerne ( $^{36/94}$ ) + 3 frie nøytroner. Samla masse til de to nye kjernene pluss de tre nøytronene er mindre enn massen til  $U_{92/235}$ . Massen som er blitt borte svarer til frigjort energi etter Einsteins  $E = mc^2$ .

Man forsto straks at hvis de tre frigjorte nøytronene fikk treffe nye uran $^{235}$  kjerner, ville dette kunne utløse en kjedereaksjon.

Våren 1940. Otto Frisch, Universitetet i Birmingham gjennombrudd i beregning av kritisk masse for Uran $^{235}$ , og skrev en artikkel som beskrev for første gang hvordan en atombombe kunne lages. Satte i gang britisk komite 10. april 1940 for å vurdere om de kunne lage en atombombe.