

REGNEFEILEN SOM FRARØVET HITLER ATOMBOMBEN

Edvald Reidar Stølevik Institutt for Kjemi-NTNU

Ved slutten av andre verdenskrig var Heisenberg og andre ledende tyske atomfysikere fanger i England innesperret på Farm Hall. Deres samtaler ble i hemmelighet avlyttet av de allierte. Fangene hadde tilgang til radio og fikk der høre nyheten om atombomben som ødela Hiroshima. Reaksjonen hos de tyske atomfysikerne var overraskende. Heisenberg sa dette: "Nei, den bomben er ikke en atombombe. Amerikanerne prøver å bløffe verden. Det er ikke en uranbombe. Helt umulig!" Hvorfor tok Heisenberg så grundig feil?

Gjennom hele krigen hadde Heisenberg og medarbeidere forsøkt å beregne den kritiske uranmassen som var nødvendig for å lage en uranbombe. Han kom til at flere tonn av den sjeldne uranisotopen U-235, eller plutonium, var svaret. Men den riktige kritiske massen var bare om lag 10 kg! Dette fikk enorme konsekvenser for avslutningen av andre verdenskrig. Tyskerne oppgav arbeidet med å lage en atombombe og konsentrerte seg om å utvikle uranreaktoren, som senere kunne produsere nok plutonium for en eventuell bombe. Men dette kjente ikke de allierte til før etter krigen. Farm Hall-rapporten ble gjort offentlig først i 1992.

Da Otto Hahn og Fritz Strassmann i 1939 oppdaget fisjon av uran-235, ble dette straks forstått av fysikere over hele verden: En fisjonsbombe var nå mulig! Energimengden som ville bli frigjort i fisjonsprosessen var allerede anslått av Rutherford og Soddy i 1903 til 10 tusen, ja, muligens en million ganger større enn ved noen kjemisk reaksjon. Men beregninger gjort av Frisch i 1939 viste at energimengden var større enn dette.

Den første tanken hos både tyske og allierte vitenskapsfolk var å utnytte energien kontrollert i en uranreaktor. Men muligheten for å lage en A-bombe ble kraftig påskyndet av krigsutbruddet. På den tiden var det uklart hvor mye uran-235 som måtte til for å få en eksplosjon. Niels Bohr uttalte i et foredrag i USA at dette neppe var mulig da så store mengder av uran-235 var påkrevet. Men kanskje ville det bli mulig på tross av disse første anslagene.

En ting var klart: En måtte benytte langsomme nøytroner da disse har større interaksjon med de kjerner som blir bombardert. Fermi hadde vist dette ved tidligere forsøk i USA. Frederic Joliot hadde også påpekt muligheten av å benytte en moderator som bremset nøytronene før de kolliderer med uran-kjernene. Men store mengder naturlig uran måtte til i alle fall: Mange tonn! Fra dette måtte så uran-235 utskilles ved separasjoner.

Naturlig uran består hovedsakelig av uran-238 og uran-235 i forholdet 139:1. Bohrs væskedråpe-modell for atomkjerner antydte at den sjeldne isotopen (235) kunne destabiliseres ved hjelp av langsomme nøytroner. De nøytronene som utsendes når urankjernen spaltes er igjen i stand til å spalte begge isotopene. Dermed kunne en A-bombe lages av naturlig uran mente man. Men Serber viste at bare 25% av de resulterende nøytronene etter spaltning har høy nok energi til å opprettholde en kjedereaksjon: uran-238 kunne ikke bidra effektivt til kjedereaksjon i en bombe.

En stund trodde alle at en god moderator ville kunne øke bombeeffektiviteten. Men det ble fort innsett at så ikke var tilfelle. Når kjedereaksjonen kommer til det punktet at oppvarmingen fordamper uranet, stopper reaksjonen. Selv i Hiroshima-bomben ble bare 2% spaltet mens resten ble spredd i atmosfæren. Med langsomme nøytroner ville ikke en A-bombe fungere. Men dette innså ikke Heisenberg og medarbeidere. De arbeidet under den forutsetningen at bomben/eksplosjonen bare kunne realiseres i en stor reaktor med enorme mengder uran til stede. Altså var dette ikke en mobil bombe. Dessuten kom tyskerne til den feilaktige konklusjonen at grafitt ikke ville fungere som effektiv moderator. Dermed ble de helt avhengige av tungtvann, som moderator til reaktoren.

Men det avgjørende punktet ble fort innsett av de allierte forskerne: Hvor mye uran-235 skulle til for å få en kritisk masse? Hvorfor eksisterer en slik grense? Forklaringen bygger på viten om at atomkjernen er meget liten: Ca. en ti-tusendedel av selve atomet. Det meste av atomet er tomrom. Et nøytron kan bevege seg flere cm i gjennomsnitt før det kolliderer med en kjerne, selv i så tett metall som uran. I en uranklump på størrelse med en ert vil nøytroner som avgies ved spaltning av kjernen nå overflaten og forsvinne uten å kolliderer med en ny kjerne. En kjedereaksjon oppstår ikke. I en stor uranklump vil nesten alle avspaltede nøytroner treffe nye kjerner og dermed oppstår en kjedereaksjon. Den kritiske massen har vi når kjedereaksjonen akkurat blir mulig. En kule av uran blir den mest effektive formen på uranklumpen. Det er den gunstigste formen som krever minst masse. Frisch og Peierls regnet ut at bare omlag ett kilo uran-235 var tilstrekkelig for å nå den kritiske massen. Det var nå klart at ca. 10 kg uran-235 ville skape en kraftig bombe.

Problemet var nå separasjon av de to uranisotopene. I 1941 arbeidet man intenst med separasjonsproblemet og flere metoder ble prøvd. Dette involverte et stort antall kjemikere og fysikere, samt store fabrikkanlegg, alt i hemmelighet. Fermi demonstrerte så at en uranreaktor fungerte. Plutonium-239 ble produsert og funnet mer effektivt enn uran-235 som spaltningmateriale. Ved direkte målinger på uran-235 ble så den kritiske grensen redusert til ca. 4 kg. A-bomben var ingen umulighet lenger. USA vedtok da Manhattan-prosjektet under ledelse av Oppenheimer for produksjon av atombomben. Tyskerne lyktes ikke i sine forsøk.

Da Heisenberg hørte om Hiroshima-bomben i 1945, trodde han fortsatt at flere tonn rent uran-235 var nødvendig. Altså benektet han at en A-bombe var brukt.

Det har vært mye diskusjon om hvorfor tyskerne ikke utviklet A-bomben. Her er noen av hovedpunktene:

- de hadde feilvurdert den kritiske massen (som fortalt her)
- de visste bedre, men lot de militære tro det motsatte
- de visste hvordan og gav de militære beskjed, men disse fant det for dyrt og satset på andre midler (raketter etc.)
- Hitler stanset utviklingen, han trodde ikke det ville bli "effektivt" i forhold til andre våpen

Dersom Hitler hadde hatt A-bomben er det trolig at han ville brukt den mot de allierte. Da ville sannsynligvis slutten av andre verdenskrig vært en atomkrig med grusomme konsekvenser for Europa.

En grundigere oversikt over alle hendelsene som her er referert, og mange interessante referanser til originale dokumenter, finner du i en artikkel av Jonothan Logan: The Critical Mass, American Scientist, vol. 84 (263-277).
