

# ATOMENERGIKOMMISSIONEN — BAGGRUND OG ARBEJDE<sup>1</sup>

Af H. H. KOCH\*

Den danske atomenergikommission beskæftiger sig efter det mandat, kommissionen har fået tillagt i loven af 21. december 1955 alene med den *fredelige* — den civile — udnyttelse af kerneenergien.

Når jeg derfor skal gøre rede for kommissionen — dens baggrund og dens arbejde — i det beskedne omfang dette er muligt for en, der hverken er videnskabsmand eller tekniker, end ikke nationaløkonom — vil det umiddelbart blive forstået, at jeg må lade militærpolitiske og de dermed sammenhængende udenrigspolitiske problemer ligge. Hvor dybt indgribende de end er i vor tilværelse, og med hvor megen interesse vi end alle er optaget af dem.

Jeg mener også at burde overlade de fysiske grundbegreber samt de genetiske, biologiske og medicinske problemer til andre med større sagkundskab og skal kun lige strejfe synspunkter af almindelig sundhedsmæssig karakter.

Jeg skal derimod trække visse linier op i den udvikling, der uden for landets grænser har fundet sted i den industrielle udnyttelse af kerneenergien. Jeg skal derefter gøre rede for den danske atomenergikommission, dens struktur og dens hidtidige arbejde — for at slutte med at stille spørgsmålet om, hvorfor vi her i landet med så stor intensitet har taget et teknologisk betonet forskningsprogram op inden for dette felt — og forsøge at give svar herpå.

---

Uden at komme nærmere ind på den videnskabelige udvikling inden for kernefysikken i de første tyve-tredive år af dette århundrede — et arbejde som på helt enestående måde var præget af et intimt samarbejde i nært venskab mellem en række videnskabsmænd spredt over hele verden — må jeg minde om, at de første spaltninger af urankerner med neutroner først skete i 1938, og at det var i 1942, at det lykkedes for den italienske fysiker Enrico Fermi, som på det tidspunkt arbejdede i et laboratorium i Chicago, at sætte den første kædereaktion igang i en reaktor. Det var midt

---

1. Foredrag i Nationaløkonomisk Forening mandag den 24. marts 1958.

\* Departementschef, formand for atomenergikommissionens forretningsudvalg.

# ATOMENERGIKOMMISSIONEN — BAGGRUND OG ARBEJDE<sup>1</sup>

Af H. H. KOCH\*

Den danske atomenergikommission beskæftiger sig efter det mandat, kommissionen har fået tillagt i loven af 21. december 1955 alene med den *fredelige* — den civile — udnyttelse af kerneenergien.

Når jeg derfor skal gøre rede for kommissionen — dens baggrund og dens arbejde — i det beskedne omfang dette er muligt for en, der hverken er videnskabsmand eller tekniker, end ikke nationaløkonom — vil det umiddelbart blive forstået, at jeg må lade militærpolitiske og de dermed sammenhængende udenrigspolitiske problemer ligge. Hvor dybt indgribende de end er i vor tilværelse, og med hvor megen interesse vi end alle er optaget af dem.

Jeg mener også at burde overlade de fysiske grundbegreber samt de genetiske, biologiske og medicinske problemer til andre med større sagkundskab og skal kun lige strejfe synspunkter af almindelig sundhedsmæssig karakter.

Jeg skal derimod trække visse linier op i den udvikling, der uden for landets grænser har fundet sted i den industrielle udnyttelse af kerneenergien. Jeg skal derefter gøre rede for den danske atomenergikommission, dens struktur og dens hidtidige arbejde — for at slutte med at stille spørgsmålet om, hvorfor vi her i landet med så stor intensitet har taget et teknologisk betonet forskningsprogram op inden for dette felt — og forsøge at give svar herpå.

---

Uden at komme nærmere ind på den videnskabelige udvikling inden for kernefysikken i de første tyve-tredive år af dette århundrede — et arbejde som på helt enestående måde var præget af et intimt samarbejde i nært venskab mellem en række videnskabsmænd spredt over hele verden — må jeg minde om, at de første spaltninger af urankerner med neutroner først skete i 1938, og at det var i 1942, at det lykkedes for den italienske fysiker Enrico Fermi, som på det tidspunkt arbejdede i et laboratorium i Chicago, at sætte den første kædereaktion igang i en reaktor. Det var midt

---

1. Foredrag i Nationaløkonomisk Forening mandag den 24. marts 1958.

\* Departementschef, formand for atomenergikommissionens forretningsudvalg.

under krigen, og de fortsatte bestræbelser måtte koncentrere sig om mulighederne for at udnytte denne nye energiform i militært øjemed. Vi kender resultatet: 2½ år efter at Fermis reaktor havde bevist, at en kædereaktion var mulig, medvirkede de to atombomber over Hiroshima og Nagasaki til at bringe den anden verdenskrig til ophør.

Den politiske situation i de første efterkrigsår satte på grund af de militære sikkerhedshensyn tilsyneladende snævre grænser for den civile udvikling af atomenergien, og den var i hvert fald til hinder for meddelelse af oplysninger, der kunne sætte forskere og teknikere i andre lande end de, der under krigen var kommet ind i sagen, i stand til at arbejde på egen hånd. Først i slutningen af 1953 stillede præsident Eisenhower i De forenede Nationer forslag om iværksættelsen af et internationalt samarbejde om atomenergiens fredelige udnyttelse. I 1955 afholdtes i Genève den første store internationale videnskabelige atomenergikonference. Dokumentsamlingen herfra er stadig en vægtig del af grundlaget for det teknisk-videnskabelige arbejde med atomenergien.

Samme år indledte navnlig USA, men også England og Sovjetunionen et bilateralt atomenergisamarbejde med lande, som ikke hidtil havde haft muligheder for en indsats på dette felt.

Ethvert større videnskabeligt eller teknisk fremskridt vil vel altid blive arbejdet igennem til sin yderste konsekvens. Men det er næppe urigtigt at sige, at der bag bestræbelserne for at nyttiggøre kerneenergien ligger en alvorlig bekymring for den almindelige energiforsyningssituation i verden. Overalt stiger energiforbruget år for år, og jordens reserver af kul og olie forbruges derfor i stigende tempo. For olies vedkommende er halvdelen af det samlede forbrug gennem tiderne sket efter den anden verdenskrigs slutning. Heller ikke vandkraftreserverne, som for enkelte lande udgør et betydningsfuldt supplement til de fossile brændsler, er ubegrænsede. Nye, hidtil upåagtede reserver af kul og olie kommer stadig til som følge af intensive geologiske efterforskninger, men de lettest tilgængelige forekomster er udnyttet først, og man må derfor forudse, at udgifterne ved udnyttelsen af de hidtil anvendte energikilder i det lange løb vil have en stigende tendens. På grund af svingninger i den økonomiske aktivitet kan det til tider se ud, som om energiforsyningsproblemet bliver mindre påtrængende, men disse konjunkturfænomener ændrer ikke ved det faktum, at teknisk-økonomiske forhold tilsiger, at brændselspriserne vil udvise en stigende tendens. Virkningerne af det voksende energibehov føles ikke ens i alle lande, og behovet for at tage supplerende energikilder i anvendelse er derfor af meget varierende styrke. På længere sigt er de muligheder, som atomenergien indebærer, imidlertid af afgørende betydning for hele verden.

Næsten som en optakt til den store videnskabelige konference i efteråret 1955 havde den engelske regering i begyndelsen af samme år offentliggjort

det første civile atomkraftprogram med det mål inden 1965 at opføre 12 atomkraftværker med en samlet elektrisk kapacitet på 1,5—2 millioner kW.

Fra at være et emne, der blev betragtet enten med frygt og ængstelse eller med en vis mystisk opfattelse af, at dette var noget, som kun få af verdens bedst begavede videnskabsmænd kunne forstå, blev det næsten med chokvirkning præsenteret for verdensoffentligheden som en praktisk realitet. Som noget, der bragtes lige ind i hverdagen på niveau med elværker og gasværker og varmegværker. Et nyt fyr under kedlen.

Såvidt man kan se, var der i særlig grad to forudsætninger for dette Englands drastiske skridt. For det første følte det, som om den engelske energiforsyningssituation var trådt ind i en kritisk fase, som man mente krævede omgående handling; i den engelske Hvidbog bruger regeringen udtrykket »a matter of urgency«, og for det andet var det gennem arbejdet på de militære atomenergianlæg gjort muligt for alvor at overveje at udnytte atomenergien som supplerende energikilde.

I et land, hvis økonomiske udvikling i særlig grad var blevet begunstiget af adgangen til en billig og rigelig energiforsyning, stod man nu i en situation, hvor kulproduktionen slet ikke forslog til at dække efterspørgslen.

Den engelske kulproduktion kulminerede allerede i 1913, da der produceredes 292 millioner tons stenkul. Dette produktionstal er det aldrig siden lykkedes at nå op på. Ved afslutningen af den anden verdenskrig var produktionen faldet helt ned til 186 millioner tons.

Efter at det engelske erhvervsliv påny var omstillet til fredsproduktion, nåede man dog i 1952 op på en produktion af 230 millioner tons; men herefter faldt produktionen til 225 millioner tons i 1955.

Som følge heraf og som følge af det stigende energiforbrug steg indførslen af kul til England fra ca.  $\frac{1}{2}$  million tons i 1952 til 11 millioner tons i 1955. Og samtidig hermed brugtes der i 1955 olie svarende til 35 millioner tons kul.

Atomenergien var en mulighed som supplerende energikilde, og man stod her i den situation, at man igennem det militære atomprogram havde fået samlet en stab af kyndige videnskabsmænd og en fond af uundværlige erfaringer. På grundlag af forsøgsreaktoren BEPO i Harwell og de plutoniumproducerende reaktorer i det militære anlæg Windscale havde man projekteret en reaktortype — nu bedst kendt under navnet Calder Hall — som hovedsageligt skulle anvendes til militære formål, nemlig produktion af plutonium; men som af økonomiske grunde desuden var indrettet til at afgive varme til elektricitetsproduktion. Denne reaktortype var i 1955 endnu ikke en realitet, idet den første reaktor af denne type først blev taget i brug i efteråret 1956. Men alligevel vovede man at basere det rent civile kraftprogram på denne type.

Det var sikkert på baggrund af de to nævnte forudsætninger: Ængstelsen

for ikke at kunne dække det stigende energibehov og den viden og erfaring, man havde opnået om kerneenergiens anvendelsesmuligheder, at England iværksatte sit omfattende atomkraftprogram — det første i verden. Programmet havde udtrykkeligt karakter af en skitse, en ramme som måtte rettes til, efterhånden som forholdene måtte gøre dette nødvendigt. På basis af de første gunstige rapporter fra driften af Calder Hall reaktoren satte regeringen i marts 1957 målsætningen for 1965 op til 5—6 millioner kW, det tredobbelte af den tidligere målsætning. Den samlede investering i disse værker er anslået til ca. 18 milliarder kroner. Man regnede med, at disse 6 millioner kW vil svare til 1/3 af den nyinstallerede effekt eller ca. 15 pct. af den samlede installerede effekt i 1965. Da anlægsudgiften pr. kW er større for atomkraftværkerne end for de kulfyrede elværker, betaler det sig bedst at udnytte atomkraftværkerne kontinuerligt til dækning af den permanente grundbelastning. Man regner derfor med, at disse værker bør være i drift i ca. 80 pct. af årets timer. Herved vil de sandsynligvis komme til at dække en fjerdedel af den samlede elforsyning i 1965 eller omkring halvdelen af tilvæksten i forbruget i tiden indtil 1965. I forbindelse med en afdæmpning af stigningen i elektricitetsforbruget synes det dog nu, som om programmet først vil være gennemført omkring 1967.

Programmet er iværksat, uden at man havde eller har nogen garanti for, at den valgte reaktortype nu også er den, der på blot lidt længere sigt er den bedste, og den tekniske udviklings hurtige forløb må øge risikoen for en tidlig forældelse af den anvendte type. For den engelske regering var det imidlertid mere afgørende, at mange og langvarige forberedelser nødvendigvis måtte gå forud for industriel produktion på dette område. Uddannelsen af den nødvendige stab af teknikere på alle niveauer, selve det grundlæggende konstruktions- og tegnearbejde, udviklingen og produktionen af specielle materialer og apparater — alt dette var noget, som skulle sættes igang snarest, hvis ikke år skulle gå til spilde under opbygningen af atomindustrien.

Idag er de første 4 store atomkraftværker under opførelse, alle af Calder Hall typen. I samarbejde med den engelske atomenergistyrelse, som iøvrigt står for produktionen og efterbehandlingen af uranbrændselselementerne, har store industrisammenslutninger, dannet med dette formål for øje, stået for konstruktionen af disse kraftværker, som er bestilt af de for elforsyningen ansvarlige myndigheder. Hermed er engelsk industri for alvor kommet de tekniske problemer med atomenergien ind på livet, og atomenergistyrelsen har på det civile område kunnet koncentrere sig om at videreføre forskningen med henblik på at finde frem til stadig mere økonomiske reaktortyper.

I USA var forudsætningerne på det ene af de to afgørende områder andre end i England, og udviklingen har da også fået et andet forløb. Den ameri-

kanske forsyningssituation er stadig karakteriseret ved en let og billig adgang til mange forskellige energikilder. USA råder over ca. 1/3 af verdens samlede kulreserver, eller ca. 1000 milliarder tons. Og disse kulforekomster er i det store og hele lettilgængelige. Ydermere er USA stadig verdens største producent af olie og naturgas. Og i mange egne af De forenede Stater er der rigelige mængder af vandkraft. Som følge af disse gunstige betingelser var den gennemsnitlige kulpris i USA i 1953 kun 4,90 dollars pr. ton ved minen og 6,50 dollars ved elværkerne. Samme år kostede importerede amerikanske kul i Europa ca. 16 dollars pr. ton.

USA havde således tid til at vente og vælge. Samtidig havde naturligvis det militære atomenergiprogram medført, at USA's erfaringer på atomenergiområdet ikke var mindre end Englands og dets stab af atomforskere og teknikere i alle led større. Mange forskellige reaktorer var blevet konstrueret, og specielt havde man allerede fra den anden verdenskrig tid rådighed over anlæg til fremstilling af beriget uran, som indeholder mere af den spaltelige uranisotop end de 0,7 pct., der findes i det naturlige uran.

I stedet for at bygge kommercielle atomkraftværker har man derfor i Amerika orienteret det civile atomenergiprogram mod et bredt anlagt laboratoriarbejde. Man har påtaget sig at undersøge mere end 100 forskellige måder at producere atomkraft på, og man koncentrerer sig nu om at afprøve de mest lovende metoder i prototypereaktorer. Der er så mange uudforskede problemer og så mange faktorer, som må passes sammen, at selv et land med USA's ressourcer har svært ved at dække samtlige områder.

Skal man vælge naturligt eller beriget uran som brændsel? I tilfælde af, at man vælger beriget uran, hvilken berigelsesgrad skal man da anvende?

Skal man anvende almindeligt vand, tungt vand, grafit eller helt andre stoffer til nedbremsning af neutronerne? Eller skal man eventuelt helt undvære moderator og lade spaltningsprocessen foregå ved hjælp af ubremsede neutroner, som det sker i de såkaldte hurtige reaktorer?

Ved valg af kølemiddel kan det komme på tale at anvende almindeligt vand, tungt vand, visse organiske stoffer, flydende metaller og forskellige luftarter.

Man må endvidere tage stilling til, hvilken temperatur reaktoren skal arbejde ved. Man ønsker naturligvis højst mulig arbejdstemperatur; men metallisk uran ændrer struktur ved temperaturer på 6—700 grader, og dette medfører store vanskeligheder for arbejdet med at sætte temperaturen i vejret.

Det må overvejes, i hvilken form uranet kan anbringes i reaktoren, om det skal være som metallisk uran eller som en uranilte. Indkapslingen af uranet kan ske ved hjælp af flere forskellige materialer, og man må tage stilling til, hvilket materiale det under de givne forudsætninger er mest hensigtsmæssigt at anvende.

Medarbejdere i kommissionen har hjulpet mig med at stille denne liste op — eksemplernes mangfoldighed og de vanskeligheder, der er forbundet med deres løsning, kompliceres ved, at der er en vekselvirkning mellem alle disse faktorer, således at f. eks. valget af vand som kølemiddel over indflydelse på, hvilke materialer man kan bruge til indkapsling af brændslet. Det er ikke nogen enkel opgave at finde den optimale kombination af disse mange faktorer. — Man følte sig imidlertid i USA i den situation, at man havde tid til at gennemarbejde en række af disse problemer, inden man gik igang med egentlige atomkraftværker.

Da der således i de første mange år efter den linie, det var naturligt at følge, alene kunne blive tale om store udgifter og ingen nævneværdige indtægtsmuligheder, blev det — til trods for de stærke liberalistiske traditioner i landet — væsentligst den amerikanske atomenergikommission, som måtte finansiere programmet. Atomenergiprogrammet har ført mange amerikanske virksomheder ind i et udviklingsarbejde på dette område, og der er fremstillet adskillige forskningsreaktorer, som der har vist sig at være et marked for både i og uden for USA. Med hensyn til kraftreaktorer synes det derimod, som om USA's industri har overvurderet behovet og undervurderet de teknisk-økonomiske vanskeligheder. Industrien synes i øjeblikket at være ved at tilpasse sin indsats efter en mere realistisk vurdering.

Der er endelig en tredje magt — Sovjetunionen — som i lighed med England og USA står med en stor stab af videnskabsmænd og teknikere, som ved at arbejde med atomenergiens militære anvendelse er blevet fortrolig med den nye teknik. Energiforsyningsmæssigt står Sovjetunionen, så vidt man kan bedømme, dog nærmest i en situation, der svarer til USA's. De geografiske forhold i Sovjetunionen gør det imidlertid efter de meddelelser, der er offentliggjort herom fra russisk side, på grund af transportomkostningernes størrelse fordelagtigt at bringe atomenergien i anvendelse i unionens europæiske dele og Uralområdet. I juni 1954 sattes i Moskva det første demonstrationsatomkraftanlæg i gang, og den nuværende 5-års plan går ud på at videreføre udviklingsarbejdet og samtidig hermed at opføre atomkraftværker med en samlet kapacitet på 2—2,5 millioner kW.

Inden jeg nu skal vende mig til de hjemlige forhold, vil jeg lige ganske kort omtale vore to nordiske nabolande, som tidligere end de fleste andre lande uden for atomstormagterne havde mulighed for at sætte kræfter ind på at arbejde med atomenergiteknikken.

Norge fuldførte i samarbejde med Holland allerede i 1951 en reaktor ved Kjeller. I denne reaktor indgår tungt vand fra Norsk Hydro og uran, som det var lykkedes for hollandske videnskabsmænd at skjule under besættelsen. Med Kjeller-reaktoren har man bl. a. produceret isotoper og drevet en reaktorskole. Staben i forsøgsanlægget på Kjeller har endvidere konstrueret

en reaktor, der er under opførelse ved Halden. Denne type er tænkt udviklet til levering af industridamp og eventuelt til anvendelse i skibe.

Energiforsyningssituationen i Norge er på afgørende måde gunstigere end i de fleste andre europæiske lande, idet vandkraftressourcerne, som danner grundlaget for landets forsyning med den billigste elkraft i Europa, ikke forventes fuldt udnyttede før omkring år 2000. Til trods herfor har man alligevel ikke ment at have råd til at lade være med at beskæftige sig med atomenergien.

I Sverige, hvor vandkraftreserverne forventes fuldt udnyttede allerede omkring 1980, er situationen lidt anderledes. Kort efter krigen påbegyndtes en udnyttelse af den uranholdige olieskifer i Mellemsverige, og i 1954 fuldførtes i Stockholm en reaktor med svensk uran og tungt vand fra Norge. Det svenske atomenergiprogram er endnu ikke lagt i så faste rammer som f. eks. det engelske, men det omfatter en udvidelse af uranproduktionen fra de nuværende 10 til 120 tons pr. år omkring 1964, opførelsen af en forsøgsstation, Studsvik, med 2 forskningsreaktorer og opførelsen af et kombineret kraft- og varmeværk i nærheden af Stockholm. Dette værk ventes helt igennem at blive af svensk konstruktion. Særlig interessant er det svenske forsøg på at anvende atomenergien til boligopvarmning, som for tiden beslaglægger godt 30 procent af det samlede energiforbrug i Sverige.

Uden at gå i detaljer tør jeg måske sammenfatte det billede, jeg har søgt at tegne over udviklingen ude omkring i verden, derhen, at de lande, som med udgangspunkt i omfattende militære programmer fik en særlig tidlig start på dette område, hidtil har bevaret dette forspring og for et enkelt lands — Englands — vedkommende endda har nået det punkt, hvor atomenergien indpasses som et væsentligt led i landets elkraftforsyning. Imidlertid udgør forsøgsvirksomheden, som danner kernen i alle øvrige landes bestræbelser inden for atomenergien, også i de oprindelige atommagter en væsentlig del af deres programmer.

Som tidligere nævnt blev året 1955 skelsættende i det internationale atomenergisamarbejde, og de muligheder, der forelå, blev fulgt hurtigt op fra dansk side. Allerede i juni måned kunne den i foråret 1955 nedsatte foreløbige atomenergi-kommission meddele, at der var truffet samarbejdsaftaler såvel med USA som med England — aftaler der muliggjorde bistand til opførelse af de for et egentligt industrielt forskningsprogram fornødne forskningsreaktorer og sikrede de for et sådant program nødvendige mængder beriget uran.

Efter at den foreløbige kommission dernæst havde erhvervet arealer ved Risø, fandt man det derfor rimeligt gennem en særlig lov at etablere en permanent organisation, der kunne råde over fornøden videnskabelig og teknisk sagkundskab, og som tillige ville kunne varetage samarbejdet med



tilsvarende institutioner i andre lande og internationale organisationer inden for atomenergiområdet. Resultatet af disse overvejelser blev gennemførelse af loven om en atomenergikommission af 21. december 1955. Det fastslås i loven, at der ved sammensætningen af denne kommission, der under finansministeren er den øverste statslige instans i atomenergiarbejdet, skal drages omsorg for, at den videnskabelige og tekniske forskning og de væsentligste samfundsinteresser, der er forbundet med den fredelige udnyttelse af atomenergien, er repræsenteret. Ved nedsættelsen af kommissionen, som består af 24 medlemmer, har man derfor lagt den helt afgørende vægt på en bred repræsentation for industrien, landets kraftværker og den videnskabelige forskning, ligesom man i et vist begrænset omfang har sørget for repræsentation fra andre direkte interesserede kredse, derunder i første række arbejderbevægelsen. Derimod er f. eks. statens centrale administration ikke repræsenteret i kommissionen. At tillægge et sådant kollektivt organ, en kommission, så store forvaltningsopgaver, som tilfældet her er, er en nydannelse i dansk forvaltningspraksis. Men nye mål nødvendiggør ofte nye midler, og der er efter min mening ingen tvivl om, at man her har handlet rigtigt. Herpå tyder både erfaringerne fra udlandet og de erfaringer, vi nu har for de første 2 år af atomenergikommissionens virksomhed. Skal man såvel fra samfundets som fra videnskabens, industriens og kraftværkernes side gøre sig håb om virkelig at gøre en teknologisk indsats og sikre, at samfundet ikke løber risiko for at sakke agterud i en kommende udvikling på dette område, må det — naturligvis under behørig parlamentarisk kontrol — blive de kredse, der på afgørende måde er interesserede i forskningens resultater, som kommer til at øve direkte indflydelse på tilrettelæggelsen og gennemførelsen af forsøgsarbejdet.

Vender vi os så til atomenergikommissionens hidtidige virksomhed, var de to første vigtige opgaver, man stod overfor, at samle og efterhånden udbygge en passende medarbejderstab og at påbegynde forsøgsanlæggets opbygning og vælge de reaktorer, som skønnedes mest egnet til under vore forhold at gennemføre et adækvat teknologisk forskningsprogram. For at kunne sikre sig og navnlig fastholde en teknisk videnskabelig stab af høj kvalitet — en nødvendighed på et så nyt og kompliceret område — må man kunne byde sit personale vilkår svarende til dem, der bydes i den private industri. Hverken mere eller mindre. Byder man mindre, kan man ikke på længere sigt tiltrække eller fastholde sin medhjælperstab — erfaringer fra udlandet har i så henseende talt deres tydelige sprog. Og hvis man byder mere, vil ordningen lægge sig hindrende i vejen for, at medarbejdere på rolig vis kan glide ud til industrien og kraftværkerne — og en af kommissionens opgaver er jo netop at sørge for, at de direkte interesserede industrier og kraftværker kan påregne at råde over veluddannet personale, efterhånden som behovet herfor melder sig.

Med hensyn til valget af reaktortyper førte indgående overvejelser og forhandlinger med udenlandsk sagkundskab til, at man valgte 3 reaktorer: en amerikansk med ganske lav effekt fortrinsvis til uddannelse og mere teoretisk præget forskning, en større amerikansk type med beriget uran til videnskabelige og indledende teknologiske forsøg og til isotopfremstilling samt en stor engelsk teknologisk forskningsreaktor.

Det vil føre for vidt at komme ind på alle de organisatoriske opgaver, kommissionen har været stillet overfor for at sikre, at den danske indsats på atomenergiområdet blev fremmet passende og på hurtig vis. Jeg vil dog gerne opholde mig ved et enkelt punkt.

Det har fra visse sider været hævdet, at kommissionen ved gennemførelsen af sin opgave: ikke at sætte kostbar tid over styr har tilrettelagt forsøgsanlæggets opbygningsfase på en sådan måde, at anlægsarbejderne er blevet for dyre. Jeg kan her sige, at dette ikke er rigtigt. Skal man føje yderligere kommentarer til, vil jeg sige tværtimod. Foreløbige undersøgelser, der er foretaget af boligministeriet på revisionens foranledning, og hvorved omkostningerne ved bygningen af kommissionens laboratoriegrupper er sammenlignet med andet lignende offentligt byggeri har vist, at medens priserne pr. enhed såvidt boligministeriet kunne skønne har været identiske, har vores byggetid været noget under halvdelen. Dette forhold kan sikkert føres tilbage til en rationel og meget stram tilrettelæggelse af byggeriet, men også til, at alle har været optaget af at yde deres bedste. Forhåbentlig kan det resultat, vi på dette punkt har nået, nyttiggøres inden for kommende større anlægsarbejder.

Helt bortset fra de af den korte byggetid flydende rentebesparelser, der jo skulle tages med i betragtning, hvis der var tale om en privat bygherre, har det naturligvis været af væsentlig værdi, at kommissionens medarbejderstab har kunnet komme så meget tidligere igang med forskningsarbejdet.

Arbejdet på forsøgsstationens arealer ved Risø påbegyndtes i juli 1956, og de første laboratorier for kemi, reaktorudvikling, elektronik og fysik samt værksted og meteorologistation m. v. blev taget i brug i maj-juni 1957. Allerede forinden, i april, var det til landbrugsforsøg indrettede gammafelt sat i drift. Efter laboratorierne fulgte færdiggørelsen af bygningen til den første — mindre — amerikanske reaktor, DR1, og 15. august kom selve reaktoren igang. Siden er i efteråret og i løbet af vinteren landbrugsforsøgs-laboratorierne, laboratoriet for strålingskontrol, bibliotek, kantine og visse af de til den større amerikanske reaktor, kaldet DR2, hørende værksteder og laboratorier taget i brug. DR2 selv bliver antagelig færdig inden udgangen af 1958.

Tilbage står herefter af det oprindeligt planlagte anlægsprogram bygningen af den engelske forsøgsreaktor »Pluto«, som vi her i landet kalder DR3, med tilhørende bygninger, der skal indeholde værksteder, visse laboratorier

m. v. Arbejdet med denne forsøgsreaktor, hvortil brændslet er højt beriget uran, og i hvilken der i modsætning til de to før nævnte reaktorer anvendes tungt vand, er meget omfattende og forventes først afsluttet i efteråret 1959. Ved opførelsen af denne reaktor har der været enighed om i videst muligt omfang at lade den danske industri få leverancer af de forskellige reaktor-komponenter. Gennem løsningen af sådanne rent konkrete opgaver håber man på at bidrage til at stille industrien ind på de mange specielle opgaver, der dukker op, når der er tale om reaktorbyggeri. En betragtelig del af reaktoren — ialt ca. 30 pct. — vil blive leveret af danske firmaer. Trods stor villighed fra de engelske konstruktørers side til at lægge mest muligt arbejde på danske hænder, har det dog vist sig, at en lang række enkeltarbejder på grund af gældende licens- og patentordninger har måttet gives til engelske firmaer, som i samarbejde med den engelske atomenergistyrelses forsøgsanlæg har udført et stort udviklingsarbejde og ofret betydelige midler på at opnå teknisk viden. Dette forhold, der ikke er specielt engelsk, illustrerer med tydelighed nødvendigheden af, at man inden for vort lands grænser tager fat på dette område, med mindre man på forhånd vil opgive at yde en selvstændig indsats.

Parallelt med den fremadskridende anlægsvirksomhed er selve forsøgsstationen kommet igang og det teknisk-videnskabelige forsknings- og forsøgsarbejde påbegyndt.

Næppe nogen vil vente, at jeg skal gå dybere ind på de teknisk-videnskabelige forskningsprogrammer. Lidt vil jeg dog gerne sige om arbejdet på Risø. Fra det meget omfattende arbejdsfelt bør der således mindes om, at kemi-afdelingen siden juni 1957 i samarbejde med Kryolitselskabet Øresund har haft et intensivt arbejde igang med undersøgelse af metoder til udvinding af uran og thorium af den grønlandske malm, som blev fundet i Skovfjordsområdet. Det er endnu ikke muligt at sige noget om, hvor meget der er af den pågældende malm, og ved borningsundersøgelser skal der i år og næste år foretages en samlet afgrænsning og vurdering af de i området påviste forekomster af radioaktive mineraler. Den fundne malm indeholder i gennemsnit 400—500 gr. uran pr. ton, og med den nuværende teknik ville en rentabel udnyttelse kræve et højere uranindhold. Dette hænger dog sammen med mulighederne for uranets udvindelse af malmen, som er af en anden sammensætning end de hidtil udnyttede uranmalme og derfor stiller videnskabsmændene over for nye problemer.

For reaktorgrupperne gælder det, at man i enighed med industrien har påbegyndt arbejdet med reaktorberegninger for nogle lovende, men i dag mindre udviklede kraftreakortyper. Forskning — også teknisk målforskning — må jo være at søge efter ny viden og ny oplysninger. De påbegyndte overvejelser vil føre frem til forsøgsarbejder og navnlig til reaktorforsøg. Ved tilrettelæggelsen af programmet har man været opmærksom på inter-

essen for de muligheder, der kan komme til at foreligge for at anvende reaktorer til fremdrift af skibe. Jeg bør nævne, også fordi det har fundet omtale i dagspressen, at mulighederne for en udnyttelse af brintkerneenergien ved fusion er genstand for overvejelser i en særlig gruppe under fysikafdelingen. Det er dog vist rigtigt at understrege, at fusionen foreløbig kun er en mulighed, ikke en realitet. For fissionens vedkommende gik der kun 4 år, fra processen blev opdaget i 1938, til man havde den første uranreaktor i brug i 1942. Fusionsprocessen har været kendt siden begyndelsen af 1930-erne, og endnu har man ikke den første eksperimentelle brintreaktor igang. Alligevel er det klart, at man må følge udviklingen på dette område med interesse og omhu og om muligt bidrage til den.

Længe inden indflytningen på Risø havde man foretaget en nøje registrering af den såkaldte baggrundsaktivitet, som kommer fra strålingen fra jorden, verdensrummet og det radioaktive nedfald fra kernevåbenforsøgene. Det er et nødvendigt led i forarbejderne til et anlæg som Risø. Og disse målinger må fortsættes også efter, at anlægget er taget i brug. Målingerne omfatter prøver af aktiviteten i jorden, i vandet og i luften omkring Risø, og de metoder, som man har bragt i anvendelse under dette arbejde, har vakt interesse blandt eksperter uden for landets grænser. Sammen med kemikerne har denne afdeling beskæftiget sig indgående med spørgsmålet om en forsvarlig behandling af affaldsprodukter fra reaktorerne og andet radioaktivt spild. Dette spørgsmål er naturligvis af væsentlig betydning i et lille og tætbeholdt land som Danmark. Der må her ofres særlig store anstrengelser for på én gang at skabe den størst mulige sikkerhed og alligevel nå frem til metoder, som muliggør økonomisk anvendelse af atomenergien. Et forskningsarbejde på dette område kan være lønnende.

Arbejdet på Risø omfatter ikke alene reaktorstudier. Også jordbrugsforskningen har fået arbejdsplads på Risø, og der drives i en særlig afdeling bestrålingsforsøg og planteforædlingsforsøg.

Konservering ved radioaktiv bestråling af frugt, kød og grøntsager er taget op, og man håber på en udvidelse af forsøgsmulighederne til disse formål — behandling af fisk og fiskeprodukter vil der også blive tænkt på.

Anvendelsen af radioaktiv bestråling og radioaktive isotoper er imidlertid ikke begrænset til de her nævnte områder. Inden for såvel lægevidenskaben som industrien er der et stadigt stigende behov for anvendelse af radioaktive isotoper og strålingskilder. Det er da også tanken, at man på Risø i fuld forståelse med Isotopcentralen under Akademiet for de tekniske Videnskaber i et vist omfang skal fremstille radioaktive isotoper og måske navnlig kortlivede isotoper, som man ikke hidtil har haft rådighed over her i landet.

Ved siden af arbejdet med forskningsproblemerne har man på Risø iværksat en uddannelsesvirksomhed, som både omfatter kommissionens egne med-

arbejdere og teknikere fra industrien. Allerede inden Risø kunne tages i brug, havde kommissionen afholdt to teoretiske kurser, og forleden afsluttedes et tredje — det første der kunne holdes i auditoriet på Risø. Siden den første amerikanske reaktor DR1 blev færdig, er denne uddannelsesvirksomhed udvidet med afholdelsen af praktiske reaktorkurser ligeledes med deltagere såvel fra industrien som fra atomenergikommissionens egen stab. Der sidder således allerede i dag ude i industrien godt et halvt hundrede medarbejdere, der har været igennem denne grundlæggende uddannelse i landets egen reaktorskole.

Disse kurser — teoretiske som praktiske — der vil blive fortsat har ved siden af de kundskaber, deltagerne erhvervede, haft den store mission at bringe industriens og atomenergikommissionens medarbejdere sammen og derved knyttet kontakter, der i fremtiden kan udnyttes til begge parter gavn. Ligeledes har man forsøgt ved lån af medarbejdere fra industrien at knytte personer med speciel viden til sig for kortere og længere tid, efter udløbet af hvilken den pågældende kan gå tilbage til sin oprindelige arbejdsgiver og udnytte de erfaringer, der er indhøstet i udlånsperioden. Forholdet til industrien må nødvendigvis i ganske særlig grad være i kommissionens tanker. Industriens interesse for at komme igang med et arbejde på dette felt har som bekendt ført til stiftelsen af et selskab til atomenergiens industrielle udnyttelse, Danatom. Dette selskabs medarbejdere og studiegrupper har løbende kontakt med Risø, og kommissionen er repræsenteret i selskabets forretningsudvalg og repræsentantskab. Men også betydende enkeltvirksomheder har taget opgaver op på dette område, og fra kommissionens side håber vi på en livlig udveksling af idéer og erfaringer. Det er for virkeliggørelsen af kommissionens mål åbenbart, at det er af betydning at finde frem til frugtbare former for samarbejde med de industrier, og herunder naturligvis elværkerne, der har produktionsmæssig interesse i udviklingsarbejdet på Risø. Hittidige erfaringer synes at vise, at dette samarbejde og denne hjælp til gensidig gavn kan tilrettelægges smidigt og effektivt — herfor skulle jo også erhvervslivets væsentlige deltagelse i selve kommissionen borge.

Men også udover landets grænser er atomenergikommissionen draget ind i et omfattende samarbejde. Det har traditioner og rødder tilbage til videnskabsmændenes tidligste familieforbindelse med hinanden — det overflødig gør ikke den levende videnskabelige, uformelle kontakt og inspiration, men skulle gerne støtte den.

De nordiske lande er på initiativ af Nordisk Råd søgt sammen i et kontaktudvalg med repræsentanter for atomenergiforskningen, forvaltningen og industrien til at følge landenes planlægning og virksomhed inden for atomenergiområdet og at fremme de muligheder, der måtte frembyde sig for nordisk samarbejde, bl. a. evt. industrielt samarbejde på reaktorområdet.

I Europa har OEEC's medlemslande oprettet et særligt organ til fremme af den fredelige udnyttelse af atomenergi, og det ser ud til, at dette samarbejde, som har været forberedt gennem et par år, allerede om kort tid vil afføde konkrete resultater. Planerne for et europæisk anlæg til kemisk separation af bestrålede brændselselementer er nu så langt fremme, at aftalen om selskabets oprettelse i løbet af 1958 må forventes at kunne blive fremlagt til ratifikation i deltagerlandenes parlamenter. Endvidere drøftes for tiden mulighederne for et samarbejde om konkrete reaktorprojekter af forskningsmæssig interesse — i hvilken forbindelse bl. a. den norske reaktor ved Halden er på tale.

Vort samarbejde udadtil er dog ikke begrænset til de nævnte organer med regional karakter, men foregår også inden for den nyoprettede Internationale Atomenergiorganisation, der afholdt sin første generalforsamling i Wien i efteråret 1957. Denne organisation er endnu i sin etableringsfase, og planerne for dens virksomhed ikke lagt fast — i almindelighed kan det vel siges, at man ikke bør undervurdere værdien af, at videnskabsmænd, teknikere og diplomater regelmæssigt mødes til drøftelse af denne den civile side af kerneenergi-problemerne, hvis anden side — den militære — stadig rummer så store bekymringer og giver anledning til så store overvejelser.

Jeg har nu forsøgt at give Dem et indtryk af atomenergi-kommissionens mangesidede virksomhed. Der har hos regering og folketing og jeg tror også hos befolkningen som helhed været enighed om, at man i Danmark ikke havde råd til at holde sig uden for arbejdet med atomenergiens muligheder. Men selvom det af alle føles som en naturlig ting, at vi på samme måde som de fleste andre lande har taget teknologisk bestemt målforskning op inden for dette område, kan man jo godt prøve at efterspore de reelle motiver hertil — det er jo ikke blot det, at sådan gør de andre også.

Lad os se på de to forudsætninger, som jeg nævnte i forbindelse med omtalen af det engelske atomkraftprogram og det amerikanske atomenergi-arbejde.

Med hensyn til den nødvendige stab af videnskabsmænd og teknikere og det fornødne fond af erfaringer kan det vist siges på den måde, at vi, som alle ved, havde en betydelig erfaring på det grundvidenskabelige område, men ingen eller kun ganske ringe erfaring om reaktorteknik. Vi har nu fået samlet en stab på om ved 125 videnskabsmænd og teknikere på Risø og har allerede igennem 1½ års tid haft fuld kraft på uddannelsen og på tilrettelæggelsen af forsøgsprogram og udviklingsarbejde. Men endnu mangler vi en del i at have en så stor stab og et så stort erfaringsgrundlag, at vi tør hævde at være rustede til at gå igang med et egentligt atomkraftprogram.

Med hensyn til vores almindelige energiforsyningssituation har Danmark igennem hele dette århundrede været henvist til at dække mellem 90 og 95 pct. af energiforbruget ved hjælp af importeret brændsel. Det er derfor

ikke som i England et skræmmebillede, at brændselsimporten viser en stigende tendens. I dette århundrede har den gennemsnitlige stigning i Danmarks energiforbrug været 3 pct. om året svarende til en fordobling ca. hvert 20. år.

I 1956 svarede det samlede danske energiforbrug til brændværdien af 12 millioner tons stenkul, og brændselsimporten havde en værdi af 1650 millioner kr., svarende til 18,5 pct. af den samlede import.

Ser man på energiens anvendelse, vil man se, at opvarmning, husholdning og lys lægger beslag på 46 pct. af energiforbruget. Til transport, herunder navnlig vejtransport, medgår 18 pct., og industrien samt erhvervslivet iøvrigt tegner sig for de sidste 36 pct.

Ser vi dernæst på fordelingen efter energiformer, konstaterer man, at i 1956 medgik 18 pct. af det samlede brændselsforbrug til elektricitetsproduktionen, som er den produktion, man først og fremmest tænker på i forbindelse med atomenergien. Ser man yderligere på stigningen i elforbruget, viser det sig, at de offentlige elværkers salg til forbrugerne i perioden fra 1921 til 1955 er steget fra 145 mill. kWh til 2.850 mill. kWh. For perioden som helhed har stigningen i gennemsnit været 9,2 pct. om året, hvad der er ensbetydende med en fordoblingsperiode på 8 år. Medvirkende hertil har det været, at man gennem en koncentration af elektricitetsproduktionen på få store økonomiske værker har kunnet opnå, at elpriserne er faldet meget i relation til priserne på andre former for energi. Meget tyder på, at elektricitetsforbruget fortsat vil stige i et hurtigere tempo end det almindelige energiforbrug.

Over for OEEC har vi her fra landet oplyst, at der i årene 1958, 59 og 60 skal færdiggøres 550.000 kW. Lægger man hertil erstatning for udslidte og forældede værker, synes man at have en indikation af de rammer, inden for hvilke overvejelserne om atomenergiens anvendelse til elforsyning vil komme til at bevæge sig. Man bør dog måske hertil føje, at Sverige som nævnt vil forsøge sig med at anvende atomkraften til opvarmningsformål, og at dette også kan blive en vej, vi kan komme til at betrede.

I sine videre overvejelser vil man sikkert være opmærksom på, at anlægsudgiften for atomkraftværker foreløbig — selv for et konkurrencedygtigt værk — er omkring tre gange så høj som for et konventionelt elværk af samme størrelse. Dette betyder en merudgift på flere hundrede millioner kroner til opførelse af et enkelt elværk, hvilke må rejse betydelige finansieringsproblemer.

Går vi så fra anlæg og investering over til brændslet — uranet — vil det ses, at produktionen af uran har været i stadig stigning. I 1957 modtog den amerikanske atomenergikommission, der er langt den største aftager af uran i den frie verden, ialt 20.000 tons uranoxyd fra producenter i ind- og udland. Allerede ved udgangen af 1959 regner man med at være oppe på en

produktion af 40.000 tons uranoxyd i den frie verden. Heraf vil USA og Canada formentlig hver tegne sig for 15.000 tons, mens Sydafrikas produktion forventes at udgøre 6.000 tons. I øjeblikket anvendes produktionen ikke væsentligt til de civile programmer, men disse vil sandsynligvis i løbet af en halv snes år efter de programmer, der er lagt op, blive af afgørende betydning for uranproduktionen og uranpriserne. Alene til et enkelt atomkraftværk af den type, der for tiden opføres i England, med en effekt på 300.000 kW, skal der anvendes 500 tons uran som første ladning. Selvom det årlige forbrug i et sådant kraftværk kun bliver 1/10—1/20 af ladningen, vil et dansk atomkraftprogram fordre så betragtelige mængder, at man ikke har kunnet undlade at skaffe sig oplysning om mulighederne for at skaffe uranet inden for landets grænser.

På foranledning af den foreløbige atomenergikommission blev der allerede i sommeren 1955 iværksat en ekspedition til Skovfjordsområdet i Sydgrønland til eftersøgning af radioaktive mineraler. Denne ekspedition efterfulgtes af nye ekspeditioner i 1956 og 1957, hvorfra man hjembragte sådanne indikationer for uran og thorium, at næste sommers videre forskningsprogram i Grønland vil blive udbygget med prøveboringer og gennemført af Grønlands Geologiske Undersøgelse i samarbejde med Kryolitselskabet Øresund.

Sideløbende med de detaljerede undersøgelser på bestemte indikationer er der tilrettelagt, foreløbigt for et femår, en væsentlig intensivering af Grønlands Geologiske Undersøgelse's almindelige geologiske kartering. Der er grund til at understrege, at geologerne hverken kan give oplysninger om forekomsten af uran eller andre stoffer, førend de har fået gennemført en tilfredsstillende geologisk kortlægning af landet.

Vil man herefter forsøge at placere Danmark i det skema, vi begyndte med at stille op, kunne man måske med en grov tilnærmelse sige, at vi ikke føler os i den samme tvangssituation som England og på den anden side på grund af vore manglende brændselsressourcer næppe tør regne med at have så god tid for os som Amerika. Det er da vigtigt at udnytte de år, som vi måske har, indtil en beslutning om overgang til elfremstilling ved atomenergi må træffes, bedst mulig. Tiden kan være velanvendt. Som vi har set, drejer det sig i atomkraftanlæg om meget væsentlige investeringer. Det må derfor være af vigtighed at undgå fejlinvesteringer, og man kan vel yderligere have lov til at håbe på, at den forskning, som drives, og som vi nu efterhånden kommer i stand til at bidrage til, kan føre frem til en billig-gørelse også af disse anlæg. Det er vigtigt her at være opmærksom på, at selv et land som England, der er gået ind i et egentligt atomkraftprogram, ikke alene fortsætter sin forskningsvirksomhed, men væsentligt udvider den. Samtidig med, at forskningen på de kendte anlæg fortsætter, er man ved Dounreay i det nordligste Skotland meget langt fremme med fuldførelsen



af et nyt forsøgsanlæg, og for kort tid siden påbegyndtes opførelsen af yderligere et forsøgsanlæg Winfrieth Heath ved den engelske kanalkyst. Arbejdet spænder over mange forskellige reaktorprojekter, som skal gennemarbejdes for at finde frem til de mest økonomiske former.

I sammenligning med de bestræbelser, man gør sig i England og med det meget bredt anlagte forskningsprogram, vi kender i Amerika, er det klart, at et anlæg som Risø, stort som det synes for vore forhold, kun er en beskednen indsats. Men med dette anlæg, dets laboratorier og dets forsøgsreaktorer er der herhjemme skabt mulighed for, at vi ikke alene den dag, elværkerne bestemmer sig til, at det næste værk skal være baseret på atomenergien, har uddannede folk, der kan vælge og vrage og på forsvarlig vis kan påtage sig driften af de nye anlæg, men at vi også ude i industrien har den viden og erfaring, som er nødvendig for, at industrien kan påtage sig sin del af denne opgave og måske også på større eller mindre områder kan gøre sig gældende uden for landets grænser.

Som jeg håber, De har fået indtryk af, er arbejdsfeltet ikke begrænset til produktion af kraft, men spænder over et vidt område fra planteforædling og konservering af fødemidler over metalindustri, elektronik, til nye kunststoffer og medicinsk og biologisk forskning. Med de mange bånd, der allerede er knyttet mellem Risø og industri og andre forskningsinstitutter — her og i udlandet — og med de impulser, et nyt og frisk initiativ vel altid giver, har vi samtidig med at bistå dansk erhvervsliv i dets bestræbelser på videre udbygning mulighed for at bidrage til den almindelige teknisk-videnskabelige udvikling.

Ved sin hjemkomst efter et længere ophold i USA kunne kommissionens formand, professor Niels Bohr, over for kommissionen berette, at han under sit ophold havde konstateret, at anseelsen og tilliden til vort land var styrket, efter at man havde set, hvordan vi udnyttede mulighederne for at være med i udviklingen med hensyn til atomenergiens udnyttelse. For de fortsatte bestræbelser vil det i væsentlig grad være afgørende, om vi forstår på Risø at skabe et frugtbart teknisk-videnskabeligt milieu — et åndeligt klima med ro og tillid omkring det betydningsfulde arbejde, der foregår.