



Försvarshögskolan



---

# Interaktionen mellan naturvetenskap, militär och politik inom det svenska kärnvapenprogrammet 1959-1961

En studie om FOA:s hantering av ett exploderande forskningsfält

Mikael Elevant

C-uppsats Militärhistoria HT 2024

Handledare: Germund Larsson

## Abstract

From 1938 to 1961 the technological advancements within the field of nuclear weapons led to the field going from a purely theoretical stage to detonating a weapon that is believed to have been equal to roughly 2800 times the TNT-equivalents of the bomb dropped on Nagasaki. These advancements did not go unnoticed, and several smaller states attempted to acquire their own nuclear weapons. Sweden was one of those states. But to acquire these new weapons was no easy task. To overcome the hurdles of a highly technical field states had to combine political will, the necessary resources and technical expertise which inevitably caused friction between different professions. Several books and articles have been written about how Sweden attempted to overcome these frictions, and they often revolve around subjects such as the dual use of research between civil nuclear power and nuclear weapons, something that became known as “the Swedish line”. Discussions in the existing literature often deals with political, economical, and technical issues, but tends to be somewhat contradictory when it comes to answering questions about if and when the civil and military research fields were no longer dual use. However, these discussions have rarely taken the results produced by the organisation that was given the mission to build the devices into account, the Swedish National Defence Research Institute (FOA). The purpose of this paper is to try to fill a part of that gap by studying both the reports that were produced by the researchers at FOA and the board meeting protocols, which are accounts of meetings between mainly researchers and military officials, during the period between 1959 and 1961. This is done by applying a qualitative textual analysis focusing on terms related to fission and fusion. Even though the conclusions are limited due to the secrecy surrounding the subject and the limited knowledge this student possesses regarding advanced nuclear physics the research papers from FOA and the board meeting protocols do seem to indicate a key difference of opinion between the military and the physicists. Since Sweden was a small nation with a limited budget resources were limited, but with the field of nuclear weapons expanding in scope resources often became a point of contention between different members of the board. In these discussion it seems as though the military tended to prefer planning while the physicists seemed to prefer a more dynamic approach to resource allocation.

## Innehållsförteckning

Abstract.....	1
1. Inledning.....	3
1.1 Bakgrund .....	3
1.2 Teknisk bakgrund .....	4
1.3 Problemformulering .....	9
1.4 Avgränsningar.....	10
1.5 Syfte och frågeställning .....	11
1.6 Tidigare forskning och teori .....	12
1.7 Material och metod.....	17
2. Undersökning.....	20
2.1 Forskningsläge (k).....	20
2.1.1 Fission.....	20
2.1.2 Fusion.....	27
2.2 Forskningsmål.....	31
3. Avslutning .....	37
4.1 Slutsats.....	37
4.2 Vidare forskning.....	38
Käll- och Litteraturförteckning.....	40
Otryckta källor .....	40
Litteratur .....	40
Bilagor .....	43
Bilaga 1 - begreppsförklaringar .....	43

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund

Efter bombningarna över Hiroshima och Nagasaki den 6 respektive 9 augusti 1945 började världens ögon öppnas för den enorma förödelse kärnvapen kan åstadkomma. En enda kärnladdning, som var en kulminering av den strategiska bombningen som bedrevs under andra världskriget, kunde åstadkomma jämförbara skador på människor och material som tusentals kemiska explosioner. Även om just förmågan att förstöra kan tänkas vara det första som funderas på när begreppet ”kärnvapen” nämns är den tekniska utvecklingen kärnvapen genomgått värt att studera närmare, både ur ett tekniskt och ett tidsmässigt perspektiv. 1938 genomfördes experiment i Tyskland där det framkom att om vissa isotoper bombarderades med neutroner och splittrades kunde detta ge upphov till självupprätthållande kedjereaktioner som frigav mera energi än vad som krävdes för att initiera reaktionen. I efterdyningarna till denna upptäckt lades den teoretiska grunden för att både kunna alstra elektrisk energi och att tillverka sprängladdningar baserade på kärnreaktioner. Inom loppet av ungefär sju år hade kunskaperna utvecklats från övergripande teoretiska beräkningar till att praktiska lösningar hade tagits fram och därmed möjliggjort detonationen av den första ”atomladdningen” den 16 juli 1945, följt av detonationerna över Japan 21 respektive 24 dagar senare. Dessa detonationer, som var jämbördiga med explosioner av ca. 20 kt (Trinitytestet), 15kt (Hiroshima) och 20 kt (Nagasaki), hade gjorts möjliga genom att politiska beslut, militära överväganden och naturvetenskapliga genombrott samverkade under ett pågående världskrig.

Viderutvecklingen inom kärnvapenområdet skedde även efter andra världskriget slut, under kalla kriget. 1952 detonerade USA den första ”vätebomben” som använde sig av både fissions- och fusionsreaktioner, vilken resulterade i en explosion som motsvarade ca. 10 Mt (Ivy Mike). Denna var dock extremt otymplig och var till för att visa att konceptet som skulle bli känt som Teller-Ulam designen var mer än bara teori. Därför behövdes insatser för att få till en laddning som var praktisk att hantera för militära ändamål och 1954 detonerades en ca. 15 Mt (Castle Bravo) laddning på Marshallöarna. Kulmen på denna tekniska utveckling som syftade till att maximera hur kraftiga vapen som kunde tas fram skedde 1961 då Sovjetunionen detonerade en uppskattningsvis 56 Mt laddning samt tog fram ett koncept på ett vapen som kunde ha haft en sprängverkan likvärdig med ca. 100 Mt TNT. På ca. 23 år hade

kunskapen om ohämmade kedjereaktioner inom det kärnfysiska fältet gått från försök i laboratorieskala till att detonera en laddning som var omkring 2800 gånger – och ett koncept för en laddning som uppskattades vara omkring 5000 gånger – starkare än den första ”atomladdningen” som detonerade 1945. Då flera olika problem inom flera kunskapsområden behövde lösas mellan labbstadiet och konstruktionen av en praktiskt hanterbar laddning krävde framställningen av kärnvapen flera specialister inom olika högteknologiska fält.

Det svenska kärnvapenprogrammet, som pågick ca. 1947-1972, var inget undantag. De vapen som behandlats ovan togs fram av stormakter med mycket mera omfattande resurser, något som gjorde Sveriges utgångsläge för att ta fram denna typ av vapen väldigt annorlunda. Detta visas inte minst i hur den svenska linjen angående kärnvapenfrågan kom att utformas. I ett tidigt skede i forskningen fanns det en stark koppling och ett starkt samarbetsfokus mellan den civila kärnkraftens utveckling, som huvudsakligen bedrevs av AB Atomenergi, och den militära grenen, vilken hamnade under försvarets forskningsanstalt (FOA).<sup>1</sup> Vidare kom FOA:s ansvarsområde att bli indelat i två program efter 1957/1958: Skyddsforskning (S-programmet) och Konstruktionsprogrammet (L-programmet), där det senare hade som mål att ta fram förutsättningar för ett svenskt anskaffande av kärnvapen.<sup>2</sup> Att det svenska kärnvapenprogrammet var så starkt kopplat till att forskningen skulle ha dubbla användningsområden gjorde att politiska beslutsfattare, militärer och naturvetare alla behövde samarbeta inom ett snabbt utvecklande kunskapsfält. När personal från olika yrkeskategorier, med olika kulturer, olika utgångspunkter och ibland även olika sätt att konversera skall samarbeta inom ett område som är väldigt dynamiskt uppstår alltid risken för att friktioner mellan olika yrkesgrupper uppstår.

## 1.2 Teknisk bakgrund

De diskussioner som förekommer i kommande avsnitt kan bli svåra att föra om inte en rudimentär introduktion till hur kärnvapen fungerar presenteras. Initialt behandlas hur det nödvändiga materialet tas fram för att få till en självupprätthållande kedjereaktion (fissilt material). Sedan ges en kort introduktion till komponenter som oftast

---

<sup>1</sup> T. Jonter, *Kärnvapenforskning i Sverige – Samarbetet mellan civil och militär forskning, 1947-1972*, SKI Rapport 02:19, 2002, sid. 7-11

<sup>2</sup> W. Agrell, *Svenska förintelsevapen – Utvecklingen av kemiska och nukleära stridsmedel 1928-70*, Historisk Media, Lund, 2002, sid. 160.

förekommer i en atomladdning och i grova drag hur fissions- och fusionsladdningar skiljer sig åt. Även Bilaga 1 – begreppsförklaringar innehåller information som kan vara användbar för kommande avsnitt.

### Framtagning av material

De två fissila materialen som behandlas i denna uppsats,  $^{235}_{92}\text{U}$  och  $^{239}_{94}\text{Pu}$ , har sin utgångspunkt i naturligt uran som går att utvinna ur gruvor. Naturligt förekommande uran består vanligen till 99,3%  $^{238}_{92}\text{U}$  och 0,7%  $^{235}_{92}\text{U}$ . Härifrån finns två huvudsakliga processvägar för att få till vapengradigt material; anrikning och bridning. Anrikning går ut på att öka halten  $^{235}_{92}\text{U}$  till  $\geq 85\%$  istället för ursprungliga 0,7%. Det finns flera potentiella tillvägagångssätt, varav några är gasdiffusion, centrifugering och termisk diffusion. Det mest centrala som dessa processer har gemensamt är att de använder skillnaden i massa mellan  $^{238}_{92}\text{U}$  och  $^{235}_{92}\text{U}$  för att skilja dem åt och att de ofta kräver avsevärda mängder energi.<sup>3</sup> Ett problem med detta tillvägagångssätt för svenskt vidkommande under tiden som kärnvapenprogrammet pågick var att den anrikningsgrad som krävs för civil verksamhet är mycket lägre än för vapengradigt material. Exempelvis används ca. 2-5% anrikat uranbränsle i de flesta lättvattenreaktorerna.<sup>4</sup> Alltså stod svenska staten inför dilemmat om det kärntekniska fokuset skulle läggas på att anrika uran för både civilt och militärt bruk eller om det naturliga uranet skulle användas för att brida plutonium för båda dessa sektorer. Det slutade med att den svenska linjen gick ut på att ta fram kärnvapen som en biprodukt från den civila kärnkraftsforskningen via bridning av  $^{239}_{94}\text{Pu}$  genom att få till en kedjereaktion med låganrikat uran och tungt vatten som moderator.<sup>5</sup> Det önskade resultatet var detsamma för det svenska kärnvapenprogrammet som för dagens kärnvapenmakter, nämligen att splittrande  $^{235}_{92}\text{U}$ -isotoper skall ge upphov till tillräckligt många neutroner som både kan upprätthålla en kedjereaktion samtidigt som  $^{238}_{92}\text{U}$ -isotoper kan absorbera en neutron för att efter en viss tid sönderfalla till  $^{239}_{94}\text{Pu}$ . Resulterande plutonium kan sedan separeras från det övriga kärnbränslet.<sup>6</sup> Idén bakom

---

<sup>3</sup> B. Goodwin, *Nuclear weapons technology 101 for policy wonks*, Center for global security research, Lawrence Livermore National Laboratory, 2021, sid. 17.

<sup>4</sup> L. Oliver, J. Peterson, K. Wilhelmsen. *Forskningsreaktorer – en analys med fokus på icke-spridning och exportkontroll*, Strålsäkerhetsmyndigheten rapport nr. 2013:02, sid. 7.

<sup>5</sup> Jonter, *Kärnvapenforskning i Sverige – Samarbetet mellan civil och militär forskning, 1947-1972*, SKI Rapport 02:19, 2002, sid. 11.

<sup>6</sup> B. Goodwin, *Nuclear weapons technology 101 for policy wonks*, sid. 17.

bridning med tungt vatten är att både lätt och tungt vatten kan verka som moderatorer i en kärnkraftsreaktor. Däremot har lätt vatten en större sannolikhet att absorbera neutroner. Detta gör att tungvattenreaktorer, i regel, kan använda lägre anrikat bränsle än lättvattenreaktorer.<sup>7</sup>

### Fissionsladdning

Vid tillverkningen av en fissionsladdning behövs en kritisk massa av fissilt material samt att materialet anordnas på ett sådant sätt en exponentiell kedjereaktion kan initieras. 2 huvudprinciper finns för att uppnå detta; den första, pistol-varianten, på engelska ”gun-type”, kan användas om tillräckliga mängder anrikat uran finns tillgängligt. Principen kommer inte att gås igenom i detalj då den inte var aktuellt för Sveriges del. Generellt kan det nämnas att en ”gun-type”-laddning går ut på att inom kort tid (mikrosekunder) föra samman två subkritiska massor av fissilt material till en sfär och initiera laddningen genom att injicera neutroner.<sup>8</sup> Den andra varianten, vilken var relevant för svenskt vidkommande, var en laddning baserad på implosion där kemiska sprängämnen som är riktade mot laddningens centrum detonerar så att det fissila materialet trycks ihop. När detta sker ökar de fissila isotopernas densitet, varvid chanserna till att de neutroner som både injiceras och de som frigörs vid fission absorberas av och splittrar andra kärnor. Detta fissila material tenderar att inte vara en solid sfär i mera moderna laddningar, utan formas på så sätt att det bildas ett hålrum. Detta hålrum bidrar främst till laddningens effektivitet, det vill säga hur mycket av det fissila materialet som kommer att användas vid en detonation genom ökad tröghet i anordningen. Med tröghet menas här att mera energi krävs för att motverka de krafter som försöker implodera laddningen. Denna ökade effektivitet beror även på det som kallas *tamper*. En tamper kan ha två huvudsakliga uppgifter, även om separata material ibland används. Det första är att öka tiden då fissionsreaktioner kan pågå. En exponentiell kedjereaktion leder till att så mycket energi frigörs att den kritiska massan kommer att sprängas isär och därmed inte längre vara en kritisk massa. Läger vi till det faktum att den största mängden energi som frigörs i ett kärnvapen sker i de sista iterationerna av den fördubbling eller tredubblingen som visas i figur 1 – bilaga 1 så innebär detta att ju längre tid reaktionerna får pågå desto kraftigare blir den resulterande

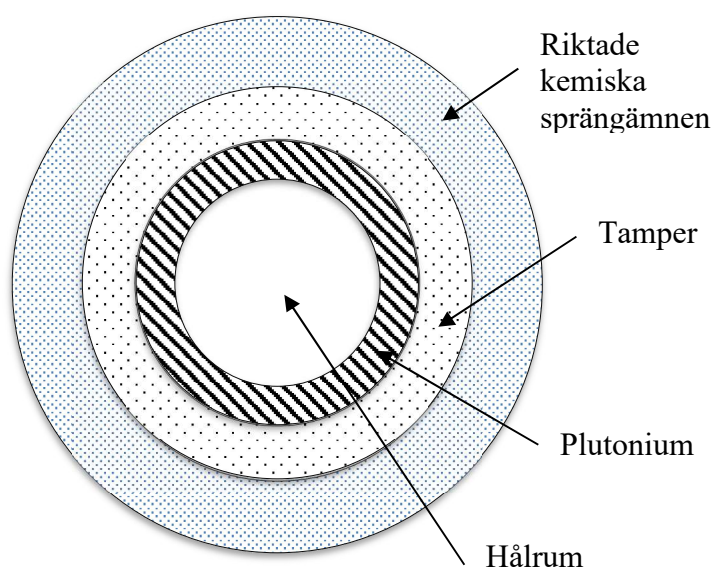
---

<sup>7</sup> L. Oliver, J. Peterson, K. Wilhelmsen. *Forskningsreaktorer*, sid. 8.

<sup>8</sup> B. Goodwin, *Nuclear weapons technology 101 for policy wonks*, sid. 19.

detonationen. Båda dessa syften kan klaras av genom att omge det fissila materialet med exempelvis beryllium, naturligt uran och/eller  $^{238}\text{U}$ .<sup>9</sup> Det andra syftet för tampern kan vara att agera som en neutronreflektor. Idén här är att bibehålla de fria neutroner som frigörs inom den kritiska massan och därmed öka sannolikheten för att en högre andel av det fissila materialet kommer till användning innan materialet sprängs isär.<sup>10</sup> Observera att ibland kan en reflektor förekomma utan att laddningen nödvändigtvis använder en tamper.

Figur 1.1.1. Principskiss för en typ av fissionsladdning.



Källa: W. Agrell, *Svenska förintelsevapen*, sid. 151.

### Boostad fissionsladdning

En boostad fissionsladdning utgår ifrån samma princip som beskrivits ovan med ett viktigt tillägg: en deuterium- och tritiumblandad gas som förs in i anordningens centrum. Då fissionsreaktionerna börjar ske efter att de kemiska sprängladdningarna påbörjat implosionen och initierande neutroner har tillförts ökar trycket och temperaturen i kärnan så pass att fusionsreaktioner kan ske mellan deuterium och tritium. Denna fusionsreaktion resulterar i både en ökad verkan då energi frigörs och att allt fler fria neutroner alstras. Detta tillskott av fler neutroner leder till att ännu mera fissilt material kan undergå fission innan anordningen spränger isär sig själv. En

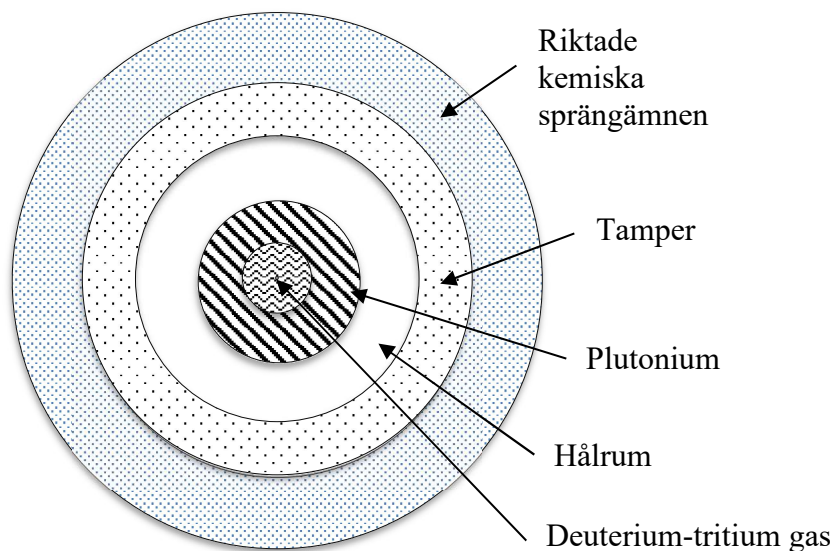
<sup>9</sup> W. Agrell, *Svenska förintelsevapen*, sid. 152.

<sup>10</sup> B. Goodwin, *Nuclear weapons technology 101 for policy wonks*, sid. 20.



boostad fissionsladdning kan beskrivas som att initiala fissionsreaktioner ger upphov till fusionsreaktioner som i sin tur genererar mer fission.<sup>11</sup>

Figur 1.1.2. Principskiss för en typ av boostad fissionsladdning.



Källa: B. Goodwin, *Nuclear weapons technology 101 for policy wonks*, sid. 23.

### Fusionsladdning (Termonukleär laddning)

Då det inte framgår att svenska kärnvapenprogrammet syftade till att framställa termonukleära laddningar behandlas dessa inte i någon vidare bemärkelse i denna uppsats. De är ändå värda att nämnas då tekniken och kunskapen som krävs för att förstå dem är länkade med både skyddsforskning och mera allmän fusionsforskning. I princip är dessa uppbyggda av en primär och en sekundär laddning, även om flera steg än två kan förekomma, omgivna av en behållare som reflekterar röntgenstrålning. Den primära laddningen kan bestå av just en boostad fissionsladdning vilken initierar en sekundär laddning som huvudsakligen består av litium, vilket kan sönderfalla till tritium och helium om neutroner absorberas, och deuterium. Denna litium-deuterium kärna (eller litiumdeutrid) omger sedan en fissil kärna. Den primära laddningen ger upphov till röntgenstrålning och neutroner vilka båda bidrar till att fissionsreaktioner i den sekundära laddningens kärna samt fusionsreaktioner mellan deuterium och tritium sker. Under denna fusionsprocess frigörs även stora mängder snabba neutroner som kan användas för att klyva  $^{238}_{92}\text{U}$ -isotoper.<sup>12</sup> Detta gör att just  $^{238}_{92}\text{U}$  kan vara extra

<sup>11</sup> B. Goodwin, *Nuclear weapons technology 101 for policy wonks*, sid. 23.

<sup>12</sup> B. Goodwin, *Nuclear weapons technology 101 for policy wonks*, sid. 18-24.

användbart i en sådan laddning där det kan bidra till att öka energin som frigörs genom att verka som tamper.<sup>13</sup>

Denna bakgrund har utöver målet att ge en kort introduktion till tekniska aspekter gällande kärnvapens utformning försökt att problematisera en klar indelning mellan fission och fusion i olika typer av vapen och mellan civila och militära ändamål. Fission och fusion kunde användas tillsammans för att få till vissa egenskaper. Dessutom krävdes en ökad förståelse för hur processerna kunde samverka för att uppskatta vilka konsekvenser som behövde förberedas för. Därav blir både en hård indelning mellan civil och militär forskning samt skydds- och konstruktionsforskning problematisk då förståelse för den ena kunde ge insyn i den andra.

### 1.3 Problemformulering

Med denna tekniska bakgrund kan vi gå vidare med problemformuleringen. Överlappningen mellan skyddsforskning och konstruktionsforskning verkar, liksom den civila och den militära forskningen, ha varit omfattande i ett initialt stadium. Kunskaper som togs fram gällande hur skydd skulle utformas mot kärnvapen krävde kunskaper om hur dessa vapen fungerade och kunde därav även användas för att ta fram egna kärnvapen. Då svenska staten hade omfattande krav på sig gällande militär förmåga, som en del av neutralitetspolitiken, samt begränsade resurser som behövde delas upp mellan de militära vapengrenarna blev svenska linjen, med målet att forskningsresultaten skulle kunna ha dubbla användningsområden, central. Tidigare forskning indikerar att denna dubbelanvändning blev allt svårare att rättfärdiga över tid mellan den civila och den militära forskningen. Då forskning inom kärnfysik samt dess användningsområden till en början handlade om just kärn- och kedjereaktioner samt hur de kunde initieras och upprätthållas verkar den initiala forskningen ha varit användbar för både kärnkraft och för kärnvapen. Dock började dessa kunskapsfält divergera över tid då de olika fälten hade olika mål med liknande typer av fysikaliska reaktioner. Kärnkraften syftade till att begränsa en kedjereaktion så att energi kunde frigöras på ett kontrollerat, säkert och kontinuerligt sätt medan kärnvapen syftade till att få denna kedjereaktion att ske ohämmat. Den kontroll som skedde, med exempelvis en tamper, var till för att maximera mängden energi som frigjordes under en mycket begränsad tid. Detta ledde till att den civila och den militära forskningen slutligen

---

<sup>13</sup> B. Goodwin, *Nuclear weapons technology 101 for policy wonks*, sid. 23-24.

behövde separeras, vilket enligt tidigare forskning kan ha varit en bidragande orsak till att den militära konstruktionsforskningen lades ned. En viktig anledning till detta anses ha varit att kostnaderna för anskaffningen av svenska kärnvapen blev allt för omfattande ur både ett ekonomiskt och ett politiskt perspektiv. Argumentationen kring detta bygger till viss del på när ”nådstöten” för konstruktionsprogrammet skedde, om vilket det råder oenighet. Några årtal som kan argumenteras för är 1968 då Sverige skrev på icke-spridningsavtalet (NPT – Non-Proliferation Treaty) eller år 1972 då FOA:s plutoniumlaboratorium lades ned.<sup>14</sup> Om det huvudsakligen var politiska och ekonomiska skäl som låg bakom detta torde splittringen mellan den civila och den militära forskningen ha skett innan konstruktionsforskningen fick begränsade resurser allokerade till sig från politiskt och/eller militärt håll. Denna uppsats kommer att behandla frågan om ekonomiska och politiska faktorer ger en komplett bild över varför konstruktionsforskningen lades ned. Kan det vara så att forskningen som syftade till anskaffning av kärnvapen hindrades innan schismen mellan den civila och den militära forskningen och i så fall av vad?

#### 1.4 Avgränsningar

Då fokuset för denna uppsats ligger på dubbelanvändningen av forskningsresultat inom både civila och militära applikationer samt skydds- och konstruktionsforskning finns flera alternativ till avgränsningar. Det skulle vara möjligt att studera detta ända från experimenten i Tyskland 1938 fram till nedläggningen av FOA:s plutoniumlaboratorium 1972. Med de begränsningar som gäller för en C-uppsats görs dock bedömningen att en studie över perioden mellan 1959 och 1961 är rimlig. Fram till 1959 hade FOA tre avdelningar där varje avdelning ansvarade för ett specifikt kunskapsfält och det var främst, dock inte exklusivt, FOA avdelning 2 (allmän fysik) som arbetade med kärnvapen. 1959 tillkom Avdelning 4 (kärnfysik och kärnkemi), vars uppgifter inkluderade samordningen av den relevanta naturvetenskapliga forskningen för verkningar och utnyttjande av kärnvapen samt skyddet emot dessa.<sup>15</sup>

Som avslut på undersökningsperioden verkar Torsten Rapps befordran till ÖB 1961 vara intressant. Agrell argumenterar för att Rapp kan ha varit mera tveksam till

---

<sup>14</sup> W. Agrell, *Svenska förintelsevapen*, sid. 312.

<sup>15</sup> Riksarkivet, 014:Ö, Avdelning 4 expeditionen.

<https://sok.riksarkivet.se/arkiv/whCyPah93I15t19YNWuFA4>

(Hämtad 2024-12-10)

svenska kärnvapen än sin föregångare, även om det sedan argumenteras att just dennes befordran inte bör överbetonas.<sup>16</sup> Om vi däremot lägger till att tidigare ÖB, Nils Swedlund, anses ha varit pådrivande<sup>17</sup> samt att Rapp kom ifrån flygvapnet är det inte orimligt att avsluta undersökningsperioden när en ny ÖB tillträdde, även om undersökningen inte bör lägga alltför mycket vikt vid just Rapp. Att flygvapnet tas upp har att göra med att under den period som skall undersökas började flygvapnet framföra vissa tveksamheter gällande ett svenskt anskaffande av kärnvapen, inte minst på grund av de förväntade kostnaderna för det kommande Viggenprojektet som konkurrerade med kärnvapenprogrammet.<sup>18</sup>

Eftersom avgränsningen är satt till 1959-1961 behöver ett problem hanteras, nämligen att flera rapporter från FO4 är hemligstämplade. Görs en extremt översiktlig läsning, i detta fall endast rubrikerna, av de hemligstämplade rapporter från FOA 4 framstår det som att i alla fall två rapporter som gavs ut mellan 1959 och 1961 direkt kan kopplas till konstruktionen av en kärnladdning och därmed vara av intresse, nämligen AH 4102-45 *Konstruktion och direkt verkan av små kärnvapen* och CH 4102-443 *Om storleken av en 50 kt laddning*.<sup>19</sup>

Med detta i bagaget dras slutsatsen att avgränsningen bör kunna fastställas till mellan 1959 och 1961 med förbehållningen att information kan ha förbisetts i de rapporter som utkom från FOA 4.

## 1.5 Syfte och frågeställning

Denna undersökning skall syfta till att studera *i vilken utsträckning interaktionen mellan forskarna på FOA och den militära ledningen inom FOA spelade en roll i att konstruktionsprogrammet inte fullföljdes*. För att svara på detta behöver några operationaliserande frågor hanteras:

- Vilket var det rådande forskningsläget (k)<sup>20</sup> när det gällde konstruktionsforskningen mellan 1959 och 1961?

---

<sup>16</sup> W. Agrell, *Svenska förintelsevapen*. sid. 282-287.

<sup>17</sup> W. Agrell, *Svenska förintelsevapen*. sid. 132.

<sup>18</sup> W. Agrell, *Svenska förintelsevapen*. sid. 286-287.

<sup>19</sup> L. Oliver, L. Stenholm, *Det svenska kärnvapenprogrammets tekniska resultat – en sammanställning av FOA:s årsrapporter 1945-72*, FOI, 2002, sid. 41-50.

<https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/20244453>

<sup>20</sup> I ett försök att undvika förvirring mellan forskningsläget i denna uppsats och rådande forskningsläget inom kärnvapenforskningen mellan 1959 och 1961 kommer forskningsläget inom kärnvapenforskningen framöver benämnas "forskningsläge(k).

- Hur passar detta forskningsläge(k) in i ramen om dubbelanvändning, både inom civil/militär- samt skydds/konstruktionsforskning?
- Går det att utröna hinder för den fortsatta forskningen inom konstruktionen av kärnvapen i kommunikationen mellan forskarna på FOA och den militära ledningen inom FOA?

## 1.6 Tidigare forskning och teori

För att besvara dessa frågor är det flera olika områden som behöver studeras för att få till en överblick. Först bör det nämnas att frågor som behandlar interaktionen mellan militära, politiska och vetenskapliga faktorer inom kärnvapenområdet har studerats både nationellt och internationellt, dock till olika grad. Exempelvis finns forskning i USA där just interaktionen mellan civila forskare och militärer har fått stå i centrum. En klassiker på detta område är Richard Rhodes bok *Making of the atomic bomb*. Det kan även finnas forskning som behandlar andra staters resonemang kring kärnvapen. Exempel på detta kan vara Sydafrika, vilka hade kärnvapen men förstörde dem under 90-talet.<sup>21</sup> Andra potentiellt intressanta stater kan vara Schweiz eller forna Jugoslavien. Ingen tid lagts på att undersöka detta, men kan mycket väl vara värt att studera längre fram i tiden.

Det första området som behöver hanteras är tekniska aspekter gällande kärnvapenframställning, konstruktionen av dessa och hur denna kunskap överlappar med civil kärnforskning. En utmärkt genomgång för grunderna inom kärnfysik och designen av kärnvapen ges av Bruce Goodwin, nuvarande gästforskare och tidigare Senior Fellow på Lawrence Livermore National Laboratory i USA, i *Nuclear weapons technology 101 for policy wonks*. Här lägger Goodwin fram rudimentära tekniska aspekter gällande kärnfysik, hur olika kärnvapen fungerar och hur de tekniskt har utvecklats.<sup>22</sup> Goodwins text gör det möjligt för individer som är insatta i de humanistiska ämnena att få en bra introduktion till relevanta naturvetenskapliga faktorer, vilka är centrala för att få en bättre inblick inom en stats möjligheter att anskaffa kärnvapen. Däremot är det värt att nämna problematiken med att detta dokument är en förenkling av komplicerade fysikaliska och kemiska processer som

---

<sup>21</sup> FFI Norwegian Defence Research Establishment, *South Africa's nuclear weapons programme*. <https://www.ffi.no/en/publications-archive/south-africas-nuclear-weapons-programme> (Hämtad 2025-01-07)

<sup>22</sup> B. Goodwin, *Nuclear weapons technology 101 for policy wonks*, sid. 8-24.

denna student inte har en förhoppning om att kunna förstå till fullo. Detta problem blir dock svårt att kvantifiera då vi inte kan veta vilka förenklingar som görs. Gällande kunskapsläget om designen av kärnvapenladdningar i Sverige under sent 50-tal/tidigt 60-tal har det varit svårt att få fram information. Det enda som tagits del går att hitta i *Radioaktivitet och atomvapen* av Tor Ragnar Gerholm, vilken är med i *Svenska atomvapen? Fakta och problem – sex fackmannauppsatser*, vilken Per Edvin Sköld sammanställt. Gerholm nämner endast att omfattande forskning behövdes inom konstruktionsområdet av en atomladdning.<sup>23</sup>

Nästa steg blir att få en förståelse för hur civil och militär forskning kan överlappa. Här är Strålsäkerhetsmyndighetens rapport nr. 2013:02 av stor nytta då de grundläggande skillnaderna mellan hur  $^{235}_{92}\text{U}$  och  $^{239}_{94}\text{Pu}$  tas fram beskrivs.<sup>24</sup> Dessutom är informationen om lättvatten- och tungvattenreaktorer intressant då den svenska linjen gick ut på att få fram plutonium med hjälp av låganrikat uran och tungt vatten.<sup>25</sup> Mycket av den information som anses vara relevant i denna och föregående stycke har behandlats i avsnittet ”teknisk bakgrund” och i Bilaga 1-begreppsförklaringar.

Steg tre blir att se hur dessa tekniska förutsättningar interagerade med svensk politik och ekonomi under tiden då kärnvapenprogrammet pågick. Här är det främst tre forskare som bidragit på olika vis. Thomas Jonter har bidragit med flera rapporter, artiklar och böcker när det gäller det svenska kärnvapenprogrammet. För just detta arbete är tre rapporter som togs fram inom ramen för Statens kärnkraftsinspektion (SKI), vilka syftade till att kartlägga den svenska kärnvapenforskningen mellan 1945-2000, relevanta. I *Sverige, USA och kärnenergin – framväxten av en svensk kärnämneskontroll 1945-1995* går Jonter igenom hur samarbetet mellan Sverige och USA såg ut inom det kärnfysiska området. Denna rapport behandlar flera faktorer, som USA:s stöd till svensk civil kärnkraft genom ”Atoms for peace”-programmet och frågor som rörde ett potentiellt svenskt köp av kärnvapen från USA.<sup>26</sup> I och med samarbetet mellan de två staterna fick Sverige tillgång till både import av anrikat uran – dock inte vapengradigt – och grundläggande kunskaper om tungt vatten, kärnreaktioner och hur

---

<sup>23</sup> Gerholm, T. R., *Radioaktivitet och atomvapen*. I P. E. Sköld (red.), *Svenska Atomvapen? Fakta och problem – sex fackmannauppsatser*, Tidens förlag, Stockholm, 1959, sid. 181.

<sup>24</sup> Oliver, L., Peterson, J., Wilhelmsen, K. *Forskningsreaktorer – en analys med fokus på icke-spridning och exportkontroll*, Strålsäkerhetsmyndigheten rapport nr. 2013:02, sid. 6-7, 11-12.

<sup>25</sup> Oliver, L., Peterson, J., Wilhelmsen, K. *Forskningsreaktorer*, sid. 18-23.

<sup>26</sup> T. Jonter, *Sverige, USA och kärnenergin - framväxten av en svensk kärnämneskontroll 1945 -1995*. SKI Rapport 99:21, 1999, sid. 3.

civila reaktorer skulle kunna utformas.<sup>27</sup> Denna rapport ger därför en bra bakgrund till den kärnforskning som behövdes för att få i gång konstruktionsforskningen och problematiserar indelningen mellan civil och militär forskning.

I en rapport från 2001 studerar Jonter två huvudsakliga frågor som båda verkar utgå ifrån politiska faktorer för varför kärnvapenprogrammet lades ned: Överskred forskarna på FOA sin jurisdiktion gällande vilken forskning som bedrevs inom ramen för ”skyddsforskning” och hur den svenska diskussionen fördes gällande kärnvapenspridning från ett internationellt perspektiv.<sup>28</sup> I denna rapport går Jonter igenom, något översiktligt, hur det svenska kärnvapenprogrammets tidslinje såg ut och vad som kändes till vid olika tillfällen. Vissa intressanta slutsatser dras. För det första att FOA under sent 50-tal och tidigt 60-tal hade svårt att tolka sina befogenheter, inte minst i relation till ett riksdagsbeslut från 1958 som begränsade forskningen till ”enbart skyddsforskning”.<sup>29</sup> Jonter framför tesen att FOA gick utanför sitt mandat gällande vilken forskning som bedrevs. Det kan dock argumenteras att Jonters analys inte nödvändigtvis tar hänsyn till problematiken att dela in fältet i två olika grenar med tanke på vad forskarna på FOA visste vid tillfället. Var verkligen forskningen i ett sådant stadie att konstruktionsforskning och skyddsforskning var två separata fält?

Sista rapporten från SKI-programmet är *Kärnvapenforskning i Sverige*. I denna argumenterar Jonter för att en schism uppstod mellan den civila och den militära forskningen då den svenska linjen utgick ifrån att fokus skulle läggas på tungvattenteknik och plutonium som klyvbart material medan kärnkraften under 60-talet blev mera inriktad på lättvattenreaktorer och anriktat uran. Detta skall ha lett till att det militära konstruktionsprogrammet behövde anskaffa material på egen hand, något som hade ökat kostnaderna då dubbelanvändningen inte längre var självklar.<sup>30</sup> Det kanske mest intressanta resultatet ifrån denna undersökning är att Jonter identifierar denna schism som tydlig någon gång i mitten på 60-talet<sup>31</sup>, det vill säga ungefär samtidigt som andra politiska faktorer, som icke-spridning, fick större utrymme i debatten. Sammanfattningsvis pekar Jonters arbeten på flera viktiga aspekter: Schismen

---

<sup>27</sup> T. Jonter, *Sverige, USA och kärnenergin*. sid. 20-26.

<sup>28</sup> T. Jonter, *Försvarets forskningsanstalt och planerna på svenska kärnvapen*. SKI Rapport 01:5, 2001. sid. 7-8.

<sup>29</sup> T. Jonter, *Försvarets forskningsanstalt och planerna på svenska kärnvapen*. sid. 69-70, 75

<sup>30</sup> T. Jonter, *Kärnvapenforskning i Sverige – Samarbetet mellan civil och militär forskning, 1947-1972*. SKI Rapport 02:19, 2002. sid. 37-51.

<sup>31</sup> T. Jonter, *Kärnvapenforskning i Sverige*. sid. 21.

mellan civil och militär forskning, schismen mellan skydds- och konstruktionsforskning samt att dessa samstrålade till att påverka resultatet av kärnvapenprogrammet under mitten av 60-talet. Häri blir den centrala frågan om detta stöds av den information som går att finna i FOA:s arkiv och om dessa schismer ger en helt komplett bild.

Nästa bidragare till relevant tidigare forskning sker i boken *Svenska förintelsevapen – Utvecklingen av kemiska och nukleära stridsmedel* där Wilhelm Agrell går igenom hur de svenska forskningsprogrammen utformades över tid när det kom till kemiska och nukleära vapensystem. En mycket intressant iakttagelse skiljer sig ifrån Jonter rörande FOA:s instruktioner. Enligt Agrell utfärdade regeringen år 1960 ett direktiv som angav att ”forskning inriktad på framtagning av tekniskt och ekonomiskt underlag för tillverkning och provning av kärnvapen får ej ske”.<sup>32</sup> Jonter argumenterar att detta, i kombination med tidigare riktlinjer från riksdagen, var ett tillräckligt tydligt direktiv för att kunna sluta sig till att forskarna på FOA gick längre än vad som tilläts med hänsyn till indelningen mellan skydds- och konstruktionsforskning. Agrell, däremot, menar på att denna skrivelse var av mindre betydelse då forskningen inom både skydd och konstruktion i detta läge var överlappande och att flaskhalsen var reaktorutvecklingen.<sup>33</sup>

Den sista av de tre som bidragit mest till denna tidigare forskning går att finna i antologin *Utvecklingen av svenska taktiska kärnvapen och vapenbärare under kalla kriget* med Kent Zetterberg som redaktör. Häri har Nils Gyldén, Lars Ulfving och Jan Thörnqvist bidragit till att öka förståelsen för det svenska kärnvapenprogrammet på olika vis. De mest intressanta för vår del är Gyldéns och Ulfvings bidrag *Niels Bohr, de svenska kärnvapenplanerna och kopplingarna till den civila kärnenergiutbyggnaden* respektive *Varför blev det ingen svensk atombomb?*. Från Gyldéns artikel kan utrönas några intressanta slutsatser, nämligen att FOA 1958 hade tolkat sitt forskningsförbud för snävt och att relevant forskning inte hade genomförts. Dock fanns det inom FOA uppskattningar gällande vilka kunskaper som behövdes för att konstruera en egen atomladdning.<sup>34</sup> Vidare beskriver Gyldén några faktorer som ännu inte var lösta eller

---

<sup>32</sup> W. Agrell, *Svenska förintelsevapen*. sid. 262-263.

<sup>33</sup> W. Agrell, *Svenska förintelsevapen*. sid. 262-267.

<sup>34</sup> Gyldén, N., *Niels Bohr, de svenska kärnvapenplanerna och kopplingarna till den civila kärnenergiutbyggnaden*. I K. Zetterberg (red.). *Svenska atomvapen: utvecklingen av svenska taktiska kärnvapen och vapenbärare under kalla kriget*. Svenskt militärhistoriskt biblioteks förlag, 2016. sid. 25-29.



uppfyllda i slutet av 60-talet, varav de fyra som tydligast framförs var att de mängder plutonium som krävdes fanns inte tillgängligt, en anläggning för relevanta komponenter saknades samt att planer för provsprängningar och en fullbordad laddningskonstruktion inte var redo.<sup>35</sup> Lars Ulfving tar sedan upp tre punkter som är värda att lägga till. För det första argumenteras det att konstruktionen av en kärnladdning hindrades av en schism mellan civilt och militärt inriktad forskning, men enligt Ulfving redan kring 1957. För det andra råder oenighet mellan politiker och militärer gällande vad FOA skulle forska om inom ramen för olika direktiv. För det tredje görs bedömningen att FOA fick mest resurser under tidigt 60-tal och att ingen grundforskning behövdes efter 1961-62.<sup>36</sup>

De slutsatser som kan dras av tidigare forskning är att flera av de tekniska, politiska och ekonomiska faktorerna har behandlats, men är något oenig och ibland motsägelsefull. Teknikens historia gällande hur klyvbart material skulle tas fram, hur detta kopplades till den civila kärnkraften samt politiska faktorer som motstånd till kärnvapen verkar tidigare forskare ganska eniga om. Det som saknas är en koppling mellan ekonomiska, politiska och militära faktorer och forskningsresultaten enligt FOA. Som exempel tas Ulfvings kommentar att FOA fick som mest resurser under tidigt 60-tal. Men hur står sig dessa resurser i förhållande till vad som krävdes för att få till en egen laddning? Bara för att FOA fick mera resurser betyder inte det att dessa resurser var tillräckliga för att täcka upp för de kostnader som forskningsutvecklingen krävde. Motsägelserna kretsar främst kring frågan om vilka hindren var för konstruktionsprogrammet och när de blev centrala för det fortsatta arbetet. Var det kring 1957 eller tidigt 60-tal? Var det politiska faktorer, som indelningen i S- och L-programmen, motståndet mot kärnvapen, tekniska faktorer eller ekonomiska faktorer vilka gjorde dubbelanvändningen problematisk genom att det bildades en schism mellan civil uranbaserad kärnkraft och en militärt plutoniumbaserad verksamhet? Alla dessa faktorer verkar ha spelat roll, men olika författare lägger olika vikt vid olika variabler. Däremot verkar det saknas forskning kring om hur de som ansvarade för kärnvapenforskningen, FOA, behandlade dessa faktorer och om stöd för de olika

---

<sup>35</sup> Gyldén, N., *Niels Bohr, de svenska kärnvapenplanerna och kopplingarna till den civila kärnenergiutbyggnaden*. sid. 38-39.

<sup>36</sup> Ulfving, L., *Varför blev det ingen svensk atombomb?* I K. Zetterberg (red.). *Svenska atomvapen: utvecklingen av svenska taktiska kärnvapen och vapenbärare under kalla kriget*. Svenskt militärhistoriskt biblioteks förlag, 2016. sid. 79-81.

teorierna kan hittas i FOA:s arkiv. Detta ger en öppning för en mera tvärvetenskaplig utgångspunkt som försöker kombinera det naturvetenskapligt inriktade materialet från FOA och de humanistiska aspekterna som lyfts i tidigare forskning.

## 1.7 Material och metod

Det material som ligger närmast till hands för att behandla frågor som nämnts ovan är två olika material ifrån FOA; interna forskarrapporter samt mötesprotokoll ifrån styrelsemöten. När FOA 4 inrättades övertogs mycket av FOA 2:s arbetsuppgifter och de rapporter som kommer att behandlas är antingen överföringar från FOA 2 till FOA 4 av de handlingar som bedömdes relevant för verksamheten på avdelning 4 eller rapporter framtagna vid FOA 4 fram till 1961 (A- och C-rapporter). Den andra materialkategorin är styrelseprotokollen från FOA:s styrelsemöten där flera av dem är kortfattade diskussionsprotokoll, det vill säga att en del av det som redovisas är hur diskussionerna kring vissa frågor fördes. Medlemmar utav styrelsen innehöll, för att nämna de mest centrala för vår del, ordförande, representanter för respektive försvarsgren samt avdelningscheferna på FOA.<sup>37</sup> Detta gör materialet utmärkt för att användas i en undersökning som skall försöka klargöra hur frågor som rörde naturvetenskapliga resultat, politiska direktiv och militära behov hängde samman.

Då dessa två kategorier behandlar olika typer av material görs bedömningen att två huvudkategorier behövs för undersökningen: *forskningsläge(k)* och *forskningsmål*. *Forskningsläge(k)* kommer att behandla rådande forskningsläge utifrån de rapporter som kan läsas och presenteras i två teman: *fission* och *fusion*. Ursprungligen var det även tänkt att ett tredje tema om initiering skulle behandlas, vilken skulle fokusera på sprängämnen och forskning om tryck, vilket krävs för att initiera en kärnladdning. Däremot framkom två huvudproblem med detta; att omfattningen på undersökningen blev allt för omfattande samt att det blev tydligt att mera djupgående kunskaper inom kemi, tryckmätning och tryckvågor hade behövts för att på ett korrekt sätt bedöma forskningsläget. Detta leder naturligtvis till ett problem för undersökningen, då forskningen om hur en implosionsladdning skulle initieras inte tas med i ett arbete där rådande forskningsläge(k) är av yttersta vikt. Däremot dras slutsatsen att den forskning som bedrevs inom initiering tydligt innebär en schism mellan civil och militär forskning då den civila kärnkraften inte använder sig av kemiska explosioner för att initiera en

---

<sup>37</sup> FOA, Styrelsens protokoll 1956-67.

kärnreaktion. Dock kan det inte dras några slutsatser i dettas skede om denna forskning utgjorde någon schism mellan skydds- och konstruktionsforskning då det är svårt att veta hur studiet om exempelvis initieringsprocesser och tryckvågor kunde användas i syfte att störa initieringsmekanismen eller om forskningen kunde användas i olika skalor. Med skalor menas att frågan om studiet av små stötvågor som används i en initieringsprocess går att applicera på stötvågor från en kärnladdning går obesvarad. *Forskningsmål* kommer att studeras med hjälp av styrelseprotokollen där fokus läggs på vilka mål styrelsen uppfattade att man hade samt hur de fördelade resurser för att både försöka tillmötesgå sina instruktioner samt forskarnas krav på ökade anslag inom ett kunskapsfält som ökade i omfattning och komplexitet.

Med tanke på de frågor denna text är tänkt att behandla framstår en kvalitativ textanalys som det mest naturliga valet när det kommer till bearbetningen av materialet. Detta då målet med undersökningen är att förstå vad som skrivits och hur omgivningen, vilken bestod av både forskare och militärer uppfattade och agerade på informationen som lades fram. Häri ligger möjligtvis en av undersökningens största problem, nämligen att materialet som behandlas är tvärvetenskapligt där kunskaper på hög nivå inom flera olika områden skulle behövas för att få till en så korrekt analys som möjligt. Forskarrapporterna är skrivna av naturvetare med gedigna kunskaper inom ett teoretisk och högteknologiskt fält som kan vara svårt för en student inom militärhistoria att överblicka på ett korrekt sätt. Däremot görs bedömningen att initiala slutsatser kan dras genom att ha kännedom om de termer som behandlats i den teoretiska bakgrunden. När det gäller styrelseprotokollen kommer vi runt problematiken med tvärvetenskaplighet genom antagandet att alla närvarande inte var kunniga inom samtliga områden. Militärerna antas inte ha varit experter inom kärnfysik medan naturvetare inte antas ha varit insatta i militära planer för det framtida försvaret om inte Försvarmakten uttryckligen informerade om dessa. Både rapporterna och protokollen läses igenom kronologiskt med målet att identifiera punkter som rör FOA 2, FOA 4, fission, fusion, resursfördelning, resursplanering och prioriteringar. Denna identifiering av relevanta områden utgår ifrån termer som rör fissions- och fusionsforskning som har behandlats i den tekniska bakgrunden och i begreppsförklaringarna. Dessutom kommer hänsyn tas till vilken yrkeskategori som framförde en viss ståndpunkt i en relevant fråga. Detta för att i ett senare skede möjliggöra en analys över hur olika personer uppfattade vissa ställningstaganden och om yrkeskategorin kan ha varit relevant. Vidare kommer hänsyn

tas till om olika rapporter kan bedömas ha följt dubbelanvändningsprincipen när det gäller både civil/militär- samt skydd/konstruktion-forskning. Protokollen kommer alla att läsas igenom medan en viss gallring kommer att göras för rapporterna. Något som underlättar processen med rapporterna är att flera av dem innehåller en kort sammanfattning av dess innehåll. Innehåller rapportens rubrik eller sammanfattningen något som bedöms som relevant enligt tidigare utläggningar läsas rapporten igenom mera grundligt. Vidare bör nämnas att undersökningen fokuserar på vad som får en kärnladdning att fungera och inte på resultaten av en detonation och dess omgivning eller leveranssystem då dessa per definition är militärt inriktade samtidigt som det finns dubbelanvändningsområden för forskningen då resultaten är desamma vare sig det är en fiende som angriper Sverige med kärnvapen, vilket skulle kunna gå under skyddsforskning, eller Sverige som använder kärnvapen mot ett fientligt mål.

Det andra stora problemet är sekretess. Efter upprättandet av FOA 4 är det flera relevanta rapporter som ännu är hemliga samtidigt som protokollen vid flera tillfällen hänvisar till hemliga bilagor vilka inte återfinns bland de idag öppna arkiven för styrelseprotokollen. Det blir dessutom svårt att få någon inblick i om de diskussioner som fördes var medvetet formulerade på ett visst sätt om det var känt att protokollen och rapporterna skulle bli öppna. Denna fråga framstår som mycket svår att komma ifrån, men försök har gjorts att komma runt detta då en initial gallring kunnat utföras på de hemligstämplade rapporterna efter 1959 då rubrikerna finns tillgängliga.<sup>38</sup> Överlag görs bedömningen att sekretessen kan vara ett hinder för en helt korrekt bedömning av friktionerna inom FOA, speciellt när det gäller styrelsens protokoll men att undersökningen kan bidra till möjligheten att dra några initiala slutsatser.

---

<sup>38</sup> L. Oliver, L. Stenholm, *Det svenska kärnvapenprogrammets tekniska resultat*. sid. 20-66.

## 2. Undersökning

### 2.1 Forskningsläge (k)

Även om undersökningsperioden har fastställts till mellan 1959 och 1961 behöver viss forskning tas med som bedrevs innan denna period. Detta för att försöka ge en översiktlig bild gällande vad som var känt innan alltför långtgående slutsatser dras om forskningen under perioden. Bara för att något nämndes i en rapport är det inte säkert att det var första tillfället frågan behandlades. Därav kommer de rapporter som skickades över ifrån FOA 2 till FOA 4 att nämnas i varje avsnitt.

#### 2.1.1 Fission

##### Innan 1959

När FOA 4 upprättades fördes ett flertal interna rapporter som tagits fram av FOA 2 mellan 1954 och 1958 över till den nya avdelningen.<sup>39</sup> Gällande fission är det ett flertal rapporter som initialt framstår som intressanta men som vid närmare läsning främst behandlar efterverkningar av kärnvapen. *Redogörelse över  $\alpha$ -,  $\beta$ - och  $\gamma$ <sup>40</sup> spektra från fissionsprodukter, bombrester samt inducerad och naturlig aktivitet<sup>41</sup>, Energy distribution of the gamma-dose from mixed fission products from Pu<sup>239 42</sup> samt Effects of environment in reducing Dose rates produced from radioactive fallout from nuclear explosions<sup>43</sup>* behandlar alla resultatet av kärnvapensprängningar över lång tid (timmar) och anses därav inte vara relevant. Att rapporterna behandlar resultat över lång tid är viktigt att poängtera då denna typ av information kunde ha varit intressant om resultaten studerades under mycket kortare tid (mikrosekunder) då de i sådana fall kunde ha påverkat funktionen av laddningen.

I andra rapporter går det att utröna några intressanta punkter även om rubriken inte alltid framstår som det mest relevanta. Första exemplet på detta kan hittas i *Den spektrala fördelningen av Planck-strålningen från eldklotet vid en a-bombsexplosion,*

---

<sup>39</sup> Riksarkivet, FOA, A, 014:Ö, Avdelning 4 expeditionen, B I, Interna rapporter från FOA 2. <https://sok.riksarkivet.se/fritext?Sokord=k%c3%a4rnvapen&EndastDigitaliserat=false&AvanceradSok=True&PageSize=100&page=6&postid=Arkis+8c6948f5-0f4f-4ffd-be42-62815deb2e60&tab=post&prependUrl=%2ffritext&vol=n%2cn&s=Balder> (Hämtad 2025-01-09)

<sup>40</sup>  $\alpha$ (alpha),  $\beta$ (beta) och  $\gamma$ (gamma). Tre huvudtyper av radioaktivt sönderfall.

<sup>41</sup> Interna rapporter från FOA 2, B 109 F, 12.2.55.

<sup>42</sup> Interna rapporter från FOA 2, B 127 F, 20.10.55.

<sup>43</sup> Interna rapporter från FOA 2, B 152 F, 17.7.56.

*dess efterlikning och uppmätning i laboratoriet.* Då rapporten hänvisar till eldklot är denna text relevant för studiet av effekterna av kärnladdningar och därmed inte relevant för vår undersökning. Däremot påpekas det att det är vissa antaganden som ingår i beräkningarna, exempelvis att det är en 20 kt laddning som detonerar, att rapporten ämnar agera som ”beräkningsunderlag för fortsatta räkningar vid andra bombtyper” samt att mera korrekta värden först kan ges då eldklotens temperaturer och tidsförlopp är kända.<sup>44</sup> Ett liknande exempel återfinns i *Products of simultaneous fission* där potentiella isotoper för fissionsändamål samt vilka isotoper som fissionsreaktioner, med både uran och plutonium, resulterar i och dessas halveringstider hanteras. Olika isotoper har olika halveringstider, men några relevanta isotoper har halveringstider som rör sig om tusentals eller miljontals år. Däremot framkommer det att denna rapport tas fram i en kontext där det är känt att termonukleära vapen är brukbara.<sup>45</sup> Detta blir relevant i fusionsavsnittet då kunskapen om att termonukleära vapen var mera än bara teoretiska koncept skapar problem för indelningen mellan civila och militära användningsområden för fusion. Tredje exemplet är *Några funderingar med anledning av det ökade utnyttjandet av matematikmaskiner inom sektion K samt förslag till utredning.* Mycket av texten behandlar behovet av tidskrävande uträkningar som troligen kan utföras med hjälp av en matematikmaskin<sup>46</sup> samt att en servicebyrå bör inrättas för att samordna användningen och utbildningen i användandet av dessa.<sup>47</sup> Utöver detta finns några exempel på kunskapsområden där dessa matematikmaskiner hade använts och resultaten jämfördes med hur lång tid beräkningarna hade tagit om de gjorts för hand. Det som är värt att lägga märke till är trefaldigt: Att metoderna för hur beräkningar skulle genomföras var inte helt klarlagda, utan var under arbete med hänsyn till den tekniska utveckling, att antalet områden som krävde specialistkunskaper verkade öka inom FOA samt att det ännu var teoretiska beräkningar som behandlades och inte praktiska problem och lösningar. Sista rapporten från FOA 2 är *Några allmänna synpunkter på van de Graaffs användning för mätning av nukleära konstanter inom uran-transuranområdet.* Här tas potentiella användningsområden upp för den van de Graaff-accelerator som köptes in 1956<sup>48</sup> och vilka material och resurser

---

<sup>44</sup> Interna rapporter från FOA 2, B 148 F, 3.7.56.

<sup>45</sup> Interna rapporter från FOA 2, B 150 F, 10.7.56.

<sup>46</sup> Tidig variant av vad som idag benämns som en dator.

<sup>47</sup> Interna rapporter från FOA 2, B 164 K, 6.3.57.

<sup>48</sup> T. Jonter, *Kärnvapenforskning i Sverige*. sid. 42.

som skulle behövas för att nå dessa mål. Här framkommer det att ett antal olika tvärsnitt, vilket kan grovt översättas till hur hög sannolikhet<sup>49</sup> olika typer av kärnreaktioner skall ske var osäkra för både  $^{235}_{92}\text{U}$  och  $^{239}_{94}\text{Pu}$ . Vidare skrivs det om hur vissa av dessa tvärsnitt troligen var enkla att bestämma medan andra tvärsnitt bedömdes vara mycket svåra att få fram korrekta värden för. Dessutom togs en lista över uppskattat material- och personalbehov fram för framtida experiment, nämligen en hel del mätare och elektronisk utrustning, en erfaren och en yngre akademiker, tre goda tekniker, minimum två erfarna konstruktörer och fem montörer, tre kvalificerade fysiker och sex yngre fysiker samt personal med kemisk-metallurgisk bakgrund för att ta fram isotoper.<sup>50</sup> Av vikt här verkar vara både att beräkningarna ännu verkade vara i det teoretiska stadiet, fokuserade kring vissa osäkra värden samt att personalbehovet behövde öka, både när det gällde detaljnivån inom vissa fält samt antalet kunskapsområden. Dessutom kan det vara värt att poängtera att Jonter menar på att denna van de Graaff-generator användes främst för att studera kärnreaktioner med snabba neutroner och att FOA endast stod för 1/5 av kostanden medan AB Atomenergi stod för resten.<sup>51</sup> Jonter påpekar själv att detta kan kopplas till problematiken med att dela in forskningen i en civil och en militär gren. För dagens kärnkraft är det främst termiska neutroner som används då högre fissions- och absorptionstvårsnitt uppnås. Om det som forskades på i stället handlade om kärnreaktioner och snabba neutroner framstår det inte som orimligt att sluta sig till att dubbelanvändningen mellan civil och militär forskning fortfarande gällde då forskningen om vilken typ av reaktor som skulle användas för civilt bruk inte var helt entydig. De resonemang som förs i uppsatsen i detta skede utgår från idén att om det var teoretiska frågor, vilka rörde både det civila och det militära, som studerades samtidigt som det rådde osäkerhet kring vilka praktiska tillvägagångssätt som skulle tillämpas är det svårt att sluta sig till att schismer mellan olika användningsområden var den drivande faktorn bakom konstruktionsforskningens nedläggning.

Utöver ovan nämnda rapporter bör även ett källkritiskt problem nämnas. I arkivet går det att hitta några av dessa rapporter under FOA 2:s interna rapporter medan de som hanterats i detta avsnitt främst kommer från FOA 4:s arkiv. Några av de rapporter som nämns i diarierna för FOA 2:s interna rapporter som troligen kan ha varit intressanta för undersökningen har antingen bränts eller inte hittats i FOA 4:s arkiv. Till

---

<sup>49</sup> R., Rhodes. *The making of the atomic bomb*, Simon & Schuster, London, 1986. Sid. 282

<sup>50</sup> Interna rapporter från FOA 2, B 184 F, 18.2.58.

<sup>51</sup> T. Jonter, *Kärnvapenforskning i Sverige*. sid. 42

de brända rapporterna hör *Fissionsprodukter från klyvning av U235*<sup>52</sup>, *Numeriska resultat av teoretiska beräkningar beträffande atomladdningar*<sup>53</sup>, *Verkningsgrad för fissionsbomb utan tamper*<sup>54</sup>, *Verkningsgrad för fissionsbomb med tamper*<sup>55</sup> samt *Uppskattning av tillåten Pu<sup>240</sup>-halt i vapenplutonium*<sup>56</sup>. Dessutom finns några rapporter som inte hittats, nämligen *Uppskattning av en atombombs vikt*<sup>57</sup>, *Prel. betraktelser rörande neutronmultiplikationen vid samförandet eller kompressionen av underkritiska massor*<sup>58</sup> samt *En metod för beräkning av neutronhastigheternas riktningsfördelning i materia där fission förekommer*<sup>59, 60</sup>.

Även om några rapporter inte kunnat läsas verkar några övergripande slutsatser kunna dras gällande forskningsläget när FOA 4 inrättades. För det första rör sig de flesta rapporterna på en teoretisk nivå. Det handlar inte om praktiska frågor rörande hur en faktisk kärnladdning skall utformas. För det andra verkar forskningen breddas och krav på bättre organisation förs fram, vilket verkar rimligt i ett kunskapsfält som expanderar. Flera rapporter efterlyser mera material- och personalresurser som behöver hålla hög kvalitet inom nytilkomna, för forskningsändamålet, specialiserade områden. För det tredje kan språket i flera rapporter anmärkas på. Det rör sig om formuleringar som ”antaganden”, ”uppskattningar”, ”teoretiska beräkningar”, ”osäkerhet” och ”preliminärt”. Visserligen är språk som sannolikhet och osäkerhet centralt inom kvantmekaniken, men om det främst var reaktorutvecklingen som var flaskhalsen, vilket Agrell verkar lyfta fram, eller om schismen mellan civil och militär forskning var ett stort hinder redan 1957, vilket Ulfving verkar mena på, framstår detta vaga språk som lite udda. Snarare verkar språket indikera att forskningen varken var hämmad av reaktorutvecklingen eller att den tydligt hade frångått dubbelanvändningsprincipen. Det vore problematiskt att dra en så långtgående slutsats att Agrell och Ulfving hade fel. Däremot framstår det som att rapporterna från FOA indikerar att det fanns andra faktorer som kan ha legat bakom orsakerna till att en svensk kärnladdningen inte togs fram och att det kan vara värt att studera material från FOA lite närmare.

---

<sup>52</sup> FOA 2, interna rapporter, HB 121 F, 5.5.55.

<sup>53</sup> FOA 2, interna rapporter, HB 123 U, 3.11.55.

<sup>54</sup> FOA 2, interna rapporter, HB 139 G/S, 9.3.56.

<sup>55</sup> FOA 2, interna rapporter, HB 140 G/S, 9.3.56.

<sup>56</sup> FOA 2, interna rapporter, HB 154 K, 18.3.57.

<sup>57</sup> FOA 2, interna rapporter, HB 152 G/S, 6.2.57.

<sup>58</sup> FOA 2, interna rapporter, HB 172 K, 26.2.58.

<sup>59</sup> FOA 2, interna rapporter, B 187 K, 26.2.58.

<sup>60</sup> Riksarkivet, FOA, A, 007:H Avdelning 2. Expeditionen, F 4 Interna rapporter, Volym 1 1954-1956, tillägg till diarium – rapporter som förstörts via bränning.



1959-1961

Tio A- och åtta C-rapporter bedömdes preliminärt vara relevanta för denna undersökning. Börjar vi med C-rapporterna är det återigen någon rapport som, baserat på rubriken, framstår som intressant men som visar sig innehålla ganska lite information som är användbar för att besvara de operationaliserande frågorna. *Uppgifter om kärnvapenexplosioner* är främst en samling av öppen information från andra länder om genomförda provsprängningar.<sup>61</sup> Rapporter som verkar innehålla användbar information tenderar att göra det något kortfattat och faller in i två huvudkategorier; neutroner och plutonium. I *Mätning av snabba neutronspektra* görs en litteraturöversikt gällande metoder som bestämmer energifördelningen av snabba neutroner, i *Transportekvationer och Carlsons  $S_n$ -metod* behandlas neutrontransport i en reaktor men inkluderar resultat som rör snabba neutroner och i *Registrering av snabba neutroner med fotografiska kärnemulsioner*, där metoder och apparatur för registrering av snabba neutroner diskuteras.<sup>62</sup> Överlag kan det slutas till att dessa rapporter främst verkar rikta sig mot civila applikationer och innehåller ganska översiktliga förklaringar, dock med tillägget att snabba neutroner är relevanta för kärnvapenladdningar om en tamper finns med i konstruktionen. Plutonium är centralt i de andra C-rapporterna *Beräkningar av neutronutbytet från  $(\alpha, n)$ -reaktion i material i kontakt med plutonium*, *Plutonium och korrosionsegenskaper* och *Kritisk storlek för sfäriska skal av deltaplutonium med uranreflektor*. I den första nämns föroreningar som kan påverka plutonium. Dessutom genomförs en studie om plutonium som är omgivet av dels aluminium och dels nickel.<sup>63</sup> Denna typ av resonemang förekommer i diskussioner kring kärnvapen då plutonium kan påverka de kemiska sprängämnen som är till för att initiera laddningen. Därav fördes diskussioner om skydd mot plutoniums korrosiva egenskaper kunde fixas genom att plutoniumet omgavs av ett tunt hölje av olika metaller. En vidareutveckling av plutoniums korrosiva egenskaper tillsammans med en sammanställning över plutoniums övriga egenskaper framkommer i den andra rapporten som nämnts ovan.<sup>64</sup> För båda plutoniumrelaterade rapporter blir det därav

---

<sup>61</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, C 2033-2092, Augusti 1959.

<sup>62</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, C2028-2091, Juli 1959; C 4117-445, November 1960; C 4110-411, Februari 1960.

<sup>63</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, C 4106-411, Januari 1960.

<sup>64</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, C 4215-411, April 1961.

svårt att dra slutsatsen att de inte kunde användas både civilt och militärt, det vill säga med dubbelt syfte.

Går vi vidare till A-rapporterna verkar en annan bild träda fram, nämligen att schismen mellan skydd och konstruktion verkar synas mera än tidigare. Vissa rapporter verkar visserligen vara fortsättningar på tidigare teman. *Kemiskt-metallurgiska undersökningar på aktinider*<sup>65</sup> vid några amerikanska laboratorier 1957-1959 går in på både plutonium och uran och dess korrosiva egenskaper.<sup>66</sup> *Allmänna ekvationer för neutronmultiplikationen i fissiv materia under rörelse* tar fram allmänna ekvationssystem för att räkna ut multiplikationen av neutroner vilket teoretiskt sett är användbart för både civilt och militärt bruk. Här förekommer återigen språket som resonades kring under tidigare avsnitt, som att ”många praktiska begränsningar tillkommer, som icke närmare berörts”.<sup>67</sup>

Nästa rapport framstår som något avvikande då personliga åsikter från författaren blir väldigt tydliga. I *Plutonium – framställning, egenskaper och användning* går visserligen grunderna för plutonium igenom, som processen för att få fram ämnet och hur ämnet beter sig i olika situationer. Som ett sidospår var det intressant att läsa igenom avsnittet om användningsområden där kärnenergi, kärnvapen, explosioner i malmkroppar för gruvindustrin samt som ett potentiellt sätt att värma olja för att få upp den till ytan nämndes.<sup>68</sup> Dubbelanvändningen mellan civila och militära användningsområden skrivs tydligt ut när författaren påstår att ”de kärnfysikaliska lagar som gäller för kraftreaktorer gäller även i princip för kärnsprängämnen”, vilka beskrivs som en ”supersnabb reaktor”.<sup>69</sup> Även om slutsatser bör dras med försiktighet när endast en källa nämner denna typ av användning är det intressant att påpeka skillnaderna mellan nutid, då förslaget att använda kärnladdningar i gruvor kan framstå som smått absurd, och då, när forskarna i ett nytt kunskapsfält fokuserade på potentiella användningsområden. De personliga resonemangen som förs kommer främst i slutet av rapporten. Här framförs argument om hur effektivt plutonium är på kostnadsbasis och att framtidens energisystem kommer att behöva skapa mera klyvbart material än vad som förbrukas och att snabba reaktorer i kombination med bredning är det bästa

---

<sup>65</sup> Atomer med atomnummer 89-103.

<sup>66</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, A 4114-2098, December 1959.

<sup>67</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, A 4127-445, Mars 1960. sid, 16.

<sup>68</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, A 4131-412, Mars 1960. sid. 55-56.

<sup>69</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, A 4131-412, Mars 1960. sid. 43.

systemet för detta. Texten avslutas även med en kommentar att beslut som tas gällande plutonium ”kan avgöra det energipris våra barn och barnbarn kommer att få betala”.<sup>70</sup> Denna senaste punkt framstår som en mycket avvikande del i annars väldigt fackmannamässiga texter som verkar riktade mot forskare. Rapporten i sig är något översiktlig och kan därmed bedömas vara användbar för både civilt och militärt bruk. Men vad de sista personliga resonemangen gör i en sådan här text går troligen bara att spekulera om. Ett alternativ som kan ligga nära tillhands är att texten kan vara en del av debatten gällande schismen som Jonter pekar på, den mellan civil kärnenergi, som gick mera mot att använda anrikat uran som inte planerades bli användbart för kärnvapen, och det militära plutonium-spåret.

Nästkommade rapport är *Plutoniums fysikaliska metallurgi* där kända data från utlandet kring plutonium sammanställs. Författaren påpekar dock att det är flera variabler som inte överensstämmer och därav behöver studeras vidare. Hänvisningar sker till både civila och militära användningsområden och kan alltså bedömas som en översiktlig text som kan användas för dubbla syften.<sup>71</sup> Ytterligare fokus läggs på forskning från utlandet i *Tjänsteresa till England för diskussion av snabba nolleffektsreaktorer och experiment med snabba neutroner* där det framgår att intresset för snabba reaktorer ökade i Storbritannien, inte minst på grund av viljan att hitta användningsområden för det plutonium som alstras i termiska reaktorer.<sup>72</sup> Om vi bygger på tidigare resonemang kan detta indikera ett fokus på att vilja hitta ekonomiska argument för plutonium-spåret. Fokuset på snabba neutroner avslutas under denna undersökningsperiod i *Measurement of  $v^{73}$  in fast neutron fission of  $Th^{232}$  and  $U^{238}$* . Återigen handlar det om snabba neutroner och kärnklyvning för, i alla fall när det gäller  $^{238}_{92}U$ , isotoper som är användbara i både civilt och militärt syfte. Däremot hänvisas endast till reaktorer vilket verkar indikera att det är snabba reaktorer som behandlas, vilket kan bedömas vara en strikt civil angelägenhet.<sup>74</sup>

Förutom dessa rapporter förekommer flera texter som är mera tydligt inriktade på skyddsforskning där faktorer som väder, vind, upptäckandet av radioaktiv strålning, skydd mot denna typ av strålning, seismiska mätningar och framtagandet av

---

<sup>70</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, A 4131-412, Mars 1960. sid. 59-61.

<sup>71</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, A 4154-413, Juli 1960, sid. 31.

<sup>72</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, A 4151-411, Juli 1960. sid. 28.

<sup>73</sup>  $v$  anger antalet neutroner som frigörs per fissionsreaktion.

<sup>74</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, A 4198-411, Juni 1960.

jämförelsevärden för att kunna kontrollmäta naturlig strålning mot strålning från kärnreaktioner är relevanta.<sup>75</sup> Den tydligaste indikationen på att fissionsforskningen fokuserade mera på specifikt skyddsforskning går att hitta i *Kärnenergens grunderkompendium för skyddstekniker*. Här ges en bakgrund kring kärnenergi, atomers uppbyggnad, reaktioner med mera, men fokuserar mera på att lära ut metoder för tekniker att hantera efterverkningarna av kärnvapen och i stort sett ingenting kring hur de konstrueras.<sup>76</sup>

Under perioden 1959 till 1961 kan vi alltså lägga märke till några saker. För det första är språket ofta liknande som under perioden innan 1959. Vid flera tillfällen är det väldigt osäkert språk som är teoretiskt inriktat med litet fokus på praktiska frågeställningar. För det andra görs flera försök att sammanställa forskningen från utlandet, där språket också verkar vara försiktigt och teoretiskt inriktat. För det tredje verkar mera forskning fokusera på plutonium och dess användningsområden i civila sammanhang, något som kan vara en reaktion på en schism som höll på att ske mellan civil kärnkraft och den militära forskningen. För det fjärde märks en tydligare indelning mellan skyddsforskning och konstruktionsforskning. Värt att notera är att när det gäller skyddsforskningen märks breddningen av ämnet kärnfysik och kärnvapen tydligt. Från att under sent 50-tal ha behandlat teoretiskt framtagna resultat som var direkt kopplade till kärnladdningar började ämnen som meteorologi, seismiska mätningar, mätning av strålning och hur strålning påverkade människor, växtliv och boskap samt hur man kunde skydda sig mot strålning bli relevanta. Denna breddning krävde mera resurser och mera kompetens inom flera avancerade områden, något som inte verkar gå att utröna inom konstruktionsforskningen.

### 2.1.2 Fusion

#### Innan 1959

I de rapporter som finns tillgängliga i arkivet är det tre rapporter som initialt framstod som intressanta gällande kunskapsläget inom fusion. Den första är *Isentropisk avkylning och strömning av dissocierande vätgas*. I denna behandlas främst hur stötvågor som uppkommer av fusionsreaktioner med väteatomer inom solens atmosfär agerar vid höga temperaturer. Eftersom fusion inte behandlas i någon större omfattning

---

<sup>75</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, A-rapporter volym 1-10; C-rapporter volym 1-4.

<sup>76</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, A 4213-411, Oktober 1961.

verkar denna rapport inte vara relevant ur ett fusionsperspektiv. Det är däremot intressant att rapporten är ett svar på en efterfrågan från ett universitet utan någon tydlig koppling till kärnvapenforskning och att FOA 4 gjorde bedömningen att rapporten var så intressant att den efterfrågades från FOA 2.<sup>77</sup> Därav kan denna rapport potentiellt stödja argumentationen att inom fusionsområdet var skillnaderna mellan civil och militär forskning mera grundlig än inom fissionsfältet. Denna potential bör dock inte överdrivas då det inte kan uteslutas att FOA 4 var mera intresserade av hur detta relaterade till stötvågor.

Andra rapporten som tas med i denna del av undersökningen är *Beräkningar beträffande vissa förhållanden i en gasmassa, speciellt bestående av deuterium och tritium* där formler används för att teoretiskt beräkna exempelvis den energi som frigörs vid termonukleära processer och hur gasen kommer att agera vid höga temperaturer.<sup>78</sup> I den tredje rapporten som bedömts som relevant – *Sammanställning av reaktioner mellan lätta kärnor H, He och Li* – redovisas en lista med den energi som frigörs vid fusion mellan olika isotoper av väte ( $^1\text{H}$ ), helium ( $^2\text{He}$ ) och litium ( $^3\text{Li}$ ).<sup>79</sup> Båda dessa rapporter verkar innehålla information som tas fram väldigt tidigt i processer som rör energi. Oavsett om det var en potentiell fusionsreaktor eller en fusionsladdning som var målet verkar det inte vara ett orimligt antagande att en lista med energi som kan frigöras vid kollisioner mellan lätta kärnor bör vara bland det första som studeras.

Därmed verkar de fusions-relaterade rapporterna som FOA 4 fick överskickade till sig från FOA 2 indikera ett väldigt översiktligt kunskapsläge innan 1959 vilket kan stödja slutsatsen att dubbelanvändnings-principen ännu var gångbar inom både den civila och den militära forskningen samt mellan skydds- och konstruktionsforskningen när det kom till fusion.

### 1959-1961

Rapporter som är tillgängliga i de öppna arkiven och som specifikt behandlar fusion framstår som fåtaliga under denna period. *Närverkningarna från stora kärnladdningar* passar in i temat fusion, då 10-50 Mt-laddningar antas, men utöver detta behandlas inte funktionerna nämnvärt.<sup>80</sup> I princip verkar endast rapporten *Litiumhydrids egenskaper*

---

<sup>77</sup> Interna rapporter från FOA 2, B 145 D, 22.5.56.

<sup>78</sup> Interna rapporter från FOA 2, B 186 F, 20.2.58.

<sup>79</sup> Interna rapporter från FOA 2, B 213 sekt 55, 27.11.58.

<sup>80</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, C 4131-45, November 1961.

*och användning* vara av värde för undersökningen. Då litiumdeutrid (LiD) är nära besläktat med litiumhydrid (LiH) är det inte särskilt underligt att denna rapport lägger fram grunderna för termonukleära vapen på ett sätt som påminner mycket om Godwins arbete från 2021, något som fick agera som bas för den tekniska bakgrunden i denna uppsats. Några meningar i denna rapport är dock värda att lägga lite extra fokus på. Den första går att finna i sammanfattningen, där författaren argumenterar att ingående kännedom om de nya termonukleära vapnen är viktigt för att kunna skydda sig från dess efterverkningar.<sup>81</sup> Den andra meningen går ut på att LiH och LiD kan användas vid fusionsreaktioner i både ”vätekraftreaktorer” och ”vätebomber”.<sup>82</sup> Tolkningen av dessa två meningar verkar landa i två huvudalternativ: Antingen kan detta vara det tydligaste exemplet på att forskarna på FOA inte alltid ansåg att det var vettigt att göra en uppdelning, varken mellan civil och militär forskning eller mellan skydds- och konstruktionsforskning, eller så kan det vara ett försök att göra sin forskning relevant under en rådande schism inom forskningsområdet. Om något av dessa alternativ är mera troligt än det andra är svårt att utröna från rapporterna, utan skulle troligen behöva studeras vidare genom att exempelvis undersöka fusionsområdets civila forskning i mera detalj. Dessutom framkommer det att mycket av teorin kring termonukleära vapen verkar vara känd, men troligen inte till den grad som krävdes för att ta steget från ett teoretiskt och preliminärt stadie till att faktiskt försöka lösa praktiska problem, vare sig inom skyddsforskningen eller konstruktionsforskningen.

#### Sammanfattning forskningsläge(k)

Undersökningen som genomförts med de interna rapporter som antingen togs fram eller ansågs som viktiga av FOA 4 inom fission och fusion under perioden 1959-1961 verkar ge några intressanta resultat. Gällande fusion verkar det inte som att forskningen var i en sådan fas att den lätt kunde separeras, varken i en civil/militär gren eller i en skydds- respektive konstruktionsgren. De forskningsfrågor som hanterades tillsammans med flera instick som uttrycker dubbla användningsområden verkar stödja argumentationen att det antingen fanns en dubbelanvändning för denna typ av forskning eller att författarna lyckades koppla sitt forskningsområde till att kunna användas inom flera olika områden på ett någorlunda rimligt sätt. Det skall påpekas att ingenting har hittats

---

<sup>81</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, C 4104-2098, December 1959, sid.1.

<sup>82</sup> Avdelning 4 rapportcentralen, C 4104-2098, December 1959, sid.20-21

vilket tyder på att Sverige planerade att ta fram en termonukleär laddning. Däremot verkar det inte rimligt att helt avfärda möjligheten. Då forskning bedrevs med målet att antingen ta fram en egen kärnladdning eller att förstå dem till den grad att de kunde skyddas mot verkar det rimligt att forskningen fick inflytande över uppfattningarna kring vad som krävdes för att ta fram olika typer av laddningar och vilken typ av laddning som hade varit mest praktisk och användbar att satsa på. Visserligen krävs det att tillräckligt många praktiska problem som rör fissionsladdningar har lösts innan termonukleära laddningar kan konstrueras, men som vi sett så överlappar forskningsområden som rör fissions- och fusionsladdningar varandra vid flera tillfällen. Detta gäller exempelvis studier och metoder för att upptäcka snabba neutroner, studier om tvärsnitt och även fission, när det gäller litium. Dock finns det praktiska problem för boostade fissions- och fusionsladdningar som är unika och inte alls verkar behandlas. I alla fall inte i de öppna arkiven.

När det gäller fission verkar materialet stödja en annan tolkning än för fusionsforskningen. Fram till 1959 verkar det vara svårt att hitta stöd för att forskningen var i ett sådant skede att fältet kunde delas in i en civil och en militär inriktning eller i en skydds- och konstruktionsinriktning. Rapporterna från perioden är ofta teoretiskt inriktade, använder försiktigt språk, visar på oenighet gällande metodik för ett flertal experiment och oenighet om organisationsstrukturer. Detta är inte nödvändigtvis bevis för att det inte fanns någon ordning eller plan, utan kan vara en indikation på att fältet ännu var i en uppstartsfas där mål tillsammans med förmågor och resursfördelning försökte organiseras och kunskapsläget försökte samlas. Tillstymmelsen till breddningen av fältet kan börja märkas innan 1959 och denna breddning framkommer tydligare i rapporterna mellan 1959 och 1961. Innan FOA 4 upprättades behandlar flera rapporter önskan om mera resurser och kvalificerad personal inom flera kunskapsområden som är relevanta för just de kärnfysikaliska aspekterna. Efter 1959 tillkommer även personal som har kunskaper inom ämnen som verkar höra till biologi som blir relevant då biologiska kunskaper kopplas till effekterna av kärnvapendetonationer. Detta verkar tyda på en tydligare indelning inom fissionsfältet mellan skydd- och konstruktionsforskning. Däremot verkar det ännu råda ett visst överlapp mellan den civila och den militära forskningen då plutonium fick ett ökat fokus, något som kan ha att göra med en potentiell schism mellan reaktorprinciper som baserades på låganrikat, men ändå anrikat, uran (civil kärnkraft) eller plutonium

(dubbelanvändningsalternativet). Då både kunskaperna samt detaljerna kring olika experiment och teoretiska beräkningar ökade i omfattning framstår det som rimligt att mera resurser behövdes för att fortsätta utvecklingen inom både fission och fusion i alla fyra områden; civilt, militärt, skydd och konstruktion. Av dessa områden verkar det vara militär skyddsforskning inom fission som tydligast fick detta stöd medan forskningen som var relevant för konstruktionsforskningen fortsatt låg på en dubbelanvändningsnivå. Fusionsforskningen verkar som helhet ha varit övergripande under perioden och framstår som svår att dela upp mellan de fyra olika områdena. Frågan blir då om det går att undersöka anledningar till dessa prioriteringar? Ett försök kommer i alla fall att göras genom att studera FOA:s styrelsemötesprotokoll.

## 2.2 Forskningsmål

### 1959

Likt föregående avsnitt kommer protokollen gås igenom kronologiskt och kommentarer som bedöms vara intressanta redovisas. Dessutom kommer information ibland tas från protokoll som ligger utanför den designerade tidsramen. Under första protokollet från 21/1 diskuteras främst sjukvård och hälsa samt hur detta relaterar till militär forskning. Två punkter framstår som intressanta: det påpekas att ”ordföranden framhöll att frågan om initiativ beträffande forskningsproblem är komplex; problemen kan dyka upp var som helst i organisationen”.<sup>83</sup> Detta argumenteras i denna uppsats vara en grundbult i ett skilt synsätt mellan forskarna och militärerna inom FOA:s styrelse som rör vilken metod som bör användas för att lösa problem med resursfördelningen inom ett snabbt utvecklande kunskapsfält. Den andra punkten är att i en bilaga till protokollet listas de olika kunskapsfälten som skall studeras med tanke på vilka hälsoeffekter som förväntas av olika typer av vapen. Dessa inkluderar vapen inom biologisk krigföring, kemisk krigföring, strålskyddsforskning, brännskedeforskning samt psykologiska faktorer.<sup>84</sup> Denna andra punkt är lite av ett sidospår, men det som är värt att lägga märke till är att kemiska och biologiska konsekvenser både benämns som krigföring och att det inte finns någon enskild faktor som behandlar krigföring som relaterar till kärnfysik, utan den är uppdelad. Detta poängteras då det illustrerar idén att när ett kunskapsfält ökar i omfång hör det till att faktorer runtomkring också ökar, som byråkratin, ämnena blir mera specificerade och kräver specialister inom flera områden.

---

<sup>83</sup> Styrelsens protokoll 21.1.1959, §4, sid.4.

<sup>84</sup> Styrelsens protokoll 21.1.1959, Bilaga 1, sid 2-4.



Nästa relevanta inlägg i protokollen kan hittas i anteckningarna från mötet 8/5. Även här dyker ett återkommande tema upp; diskussioner om nya tjänster. Ordföranden, en post som innehades av Martin Fehrm, tidigare chef på FOA 3<sup>85</sup>, påpekar bland annat att problemet med tillsättandet av nya tjänster är ”kvalitet, inte kvantitet”. Detta byggs vidare på under mötets gång och diskussionen kretsar kring att i en tid då universiteten och högskolorna rustar upp får FOA svårt att konkurrera när det gäller både löner och förmåner.<sup>86</sup> I övrigt är det främst upprättandet av FOA 4 som behandlas i protokollen under 1959, ytterligare en potentiell indikation på att kunskapen ökade inom just atomfysik relaterat till kärnvapen till den grad att det krävdes en mera specifikt inriktad organisation än vad som fanns under FOA 2 (fysik och sprängteknik).<sup>87</sup>

### 1960

Från mötet 10/5 kan en vidareutveckling av punkten gällande olika synsätt mellan forskare och militärer utrönas tillsammans med faktorer som är mera politiska. Här nämner ordföranden att det råder oklarheter med S-programmet då FOA bedöms ha fått ”oklara direktiv från försvarsdepartementet” gällande forskningsmål.<sup>88</sup> Detta är ytterligare en punkt som återkommande dyker upp i protokollen, att FOA, främst ordföranden, anser att de direktiv och uppdrag organisationen får är otydliga. Vad detta kan bero på är svårt att dra helt korrekta slutsatser om. I denna uppsats argumenteras det att denna förvirring kan ha att göra med motsättningen mellan en politisk vilja att tydligt dela in forskningsområden och forskningsresultat som inte verkade stödja en sådan indelning. Det skall dock tydligt framgå att exakt vilka direktiv ordföranden hänvisar till är oklart. För att få en helhetsbild skulle denna information behöva ha tagits med i undersökningen, förutsatt att de finns tillgängliga. En mera omfattande diskussion sker dock under §3, där principerna för allokering av tjänster hanteras. Initialt läggs ett förslag på att 33 nya tjänster skall tillsättas. Detta bedöms vara en ökning jämfört med vad som tidigare planerats för året och denna ökning försvaras med att antalet begärda anställningar året innan hade endast uppfyllts till ca. 32 procent (10 tillsatta av 31 begärda). Här menar Torsten Rapp, flygvapnets representant i FOA-

---

<sup>85</sup> Styrelsens protokoll 1957-1958.

<sup>86</sup> Styrelsens protokoll 8.5.1959, §4.

<sup>87</sup> Styrelsens protokoll 1959.

<sup>88</sup> Styrelsens protokoll 10.5.1960, §2.

styrelsen sedan 1957<sup>89</sup>, att styrelsen i detta läge bör hålla sig inom antalet tjänster som begärts för rådande budgetår samt att FOA ”endast [bör] gå utöver detta, där så var särskilt motiverat” med hänvisning till att ”viss balans [bör uppmärksammas] mellan försvarsgrensförvaltningarnas och anstaltens personal”. Konteramiral Gunnar Jeduer-Palmgren verkar vara inne på en liknande linje då det föreslås att FOA ”bör gå fram med viss försiktighet i fråga om äskande av nya tjänster”. Ordföranden å sin sida påpekar att avvägningsfrågan måste sättas i relation till de problem FOA har med konkurrens gentemot universitetet och industri-sektorn samt att FOA:s uppgifter var ofrånkomligt länkade med de forskartjänster som kunde utlysas och tillsättas. I detta skede sker något som denna uppsats kanske lägger för mycket vikt vid, men märk att forskarna tenderar att förespråka en mera dynamisk anställningsinriktning som utgår ifrån de behov som framkommer över tid medan militärerna fokuserar mera på planerbarhet över längre tidsperioder. Det är i denna kontext Rapps efterlysande av en personalplan för de närmaste åren och ordförandens respons att de planerade arbetsinsatserna och tidigare framtagna femårsplanen är personalplanen framstår som så intressanta.<sup>90</sup> I ett kunskapsfält som är nytt och ständigt växande i omfattning, och därmed även i detaljrikedom och byråkrati, framstår en anställningsplan för några år framöver som något problematisk att ta fram. Detta då forskarna inte alltid vet vad som kommer att behövas i framtiden. En uppskattning kan säkert göras, men att ta fram en personalplan som man kan tänkas bli bunden till blir problematiskt i ett sådant här skede för forskarna. Å andra sidan framstår ett forskningsområde som vid flera tillfällen efterfrågar mera resurser och ökar i omfattning baserat på de senaste experimenten och teoretiska beräkningarna som gjorts som problematiskt för militären. Detta forskningsområde vars omkostnader verkar ”explodera” skulle finansieras av en mindre stats budget som under neutralitetspolitiken hade som målsättning att täcka arméns, flygets och flottans omkostnader. Om detta perspektiv används är det inte svårt att förstå ordförandens svar på Rapps efterlysning då de verkar fokusera på två olika problem. Diskussionen avslutas med att en personalplan skall utarbetas och i protokollet från mötet 10/6 verkar en kompromiss ha nåtts då styrelsen godkände den tidigare fördelningar av tjänster ”med vissa eventuella justeringar” samtidigt som kritik mot S-programmets utformning ännu en gång kritiserades.<sup>91</sup> Återigen dyker frågan om

---

<sup>89</sup> Styrelsens protokoll 1957-1958.

<sup>90</sup> Styrelsens protokoll 10.5.1960, §3.

<sup>91</sup> Styrelsens protokoll 10,6,1960, §2.

anställningar upp. I §4 berörs anstaltens behov av högre avlönade tjänster för att kunna konkurrera med akademiska läroanstalter, högre läroverk och industrier med hänvisningen att det råder brist på arbetskraft med högre akademisk utbildning inom FOA. Rapp påpekar återigen att ”om FOA erhåller de högre tjänster som nu äskas kan det finnas risk för en menlig åderlåtning av förvaltningens personal”.<sup>92</sup>

Nästa relevanta protokoll går att hitta från mötet den 15/8 där två intressanta saker framkommer. Först nämns att Rapp utnämns till chef över flygvapnet och har lämnat över posten som representant för flygvapnet till Lage Thunberg.<sup>93</sup> För det andra tar ordföranden återigen upp punkten att det är svårt att erhålla kvalificerade tjänster inom högre lönegrader, vilket förstås som att det är svårt att få kvalificerade tjänster uppflyttade till en högre lönegrad för att kunna konkurrera med civila arbetsgivare. Vidare läggs ett förslag fram att ett antal anställningar skall lyftas upp till högre lönenivåer än vad styrelsen tidigare hade beslutat om samt att dessa tjänster skall få ett löneyft, vilka båda godkänns av styrelsen. Synpunkter förs även fram om hur tjänsterna som forskningschefer, vilka skulle ta fram sina respektive avdelningars arbetsplaner, skulle tillsättas samt krav och lönegrader för denna tjänst.<sup>94</sup> Här bör slutsatser troligen dras med en stor grad av försiktighet. Som det är framfört i texten kan det uppfattas som att så fort Rapp lämnar styrelsen så godkänns kostnadsökningar av styrelsen samtidigt som forskningschefer skall anställas. Rapps kritik gällde sällan behovet av mera personal eller problemen med konkurrens. Snarare verkade den inriktad på problematiken med planeringen av resurser, vilket verkar försöka hanteras i och med tillsättandet av forskningschefer.

### 1961

Under denna period är det främst två möten som framstår som relevanta. Det första mötet skedde 6/3 och det andra 8/5 med några mindre anmärkningar från möten den 16/8 och 27/9. Under mötet 6/3 meddelar avdelningschefen för FOA 4, Torsten Magnusson, att på grund av eftersläpningar i avdelningens planerade utbyggnad kommer ett mindre belopp än vad som allokerats för budgetåret behöva användas. I samma paragraf framkommer det även att nedskärningar kommer ske inom S-programmet samt att ett nytt budgetdirektiv kommer där nästkommande budgetår

---

<sup>92</sup> Styrelsens protokoll 10,6,1960, §4.

<sup>93</sup> Styrelsens protokoll 15,8,1960, §1.

<sup>94</sup> Styrelsens protokoll 15,8,1960, §3.

kommer att få ett tillskott på 1 miljon kronor och att detta är en minskning i förhållande till tidigare beräkningar. Det nämns även att en uppräkningskommission kommer att krävas i framtiden för att forskningen kring skydd och försvar mot kärnvapen skall kunna fullgöras.<sup>95</sup> Dessa rader tycks indikera ännu mera att forskarna verkar efterfråga en mera dynamisk metod för att allokera resurser utefter behov då de inte alltid vet vad de inte vet. För det andra kommer vi tillbaka till en fråga som framkom i tidigare forskning, nämligen att bara för att FOA fick mera resurser innebar detta inte att resurserna avspeglade behoven.

Under mötet den 8/5 hamnar styrelsen återigen i diskussioner som rör problematiken att avdelningarna har betydande behov av nya tjänster, varav sex stycken anses som mest nödvändiga, svårigheterna med att konkurrera med andra tjänster samt att det är svårt att tillsätta och behålla kvalificerad personal.<sup>96</sup> Dessutom behandlas ökningen av anslagen med 1 miljon kronor, vilket var mindre än förväntat och önskat, och att ÖB är införstådd med att FOA vill flytta över 2 miljoner kronor mellan två olika budgetar med olika funktioner. Dock verkar det inte framgå vad meningen med denna överföring är. Däremot är det intressant att FOA påpekar att de får för lite resurser för de anställningar som bedöms nödvändiga och att kontakt sker med ÖB för att försöka lösa problematiken.

De sista mötena som tas med från detta år är bara kortfattade kommentarer där fortsatta diskussioner och beslut kring lönehöjningar för olika lönegrader och tjänster sker under mötet 16/8<sup>97</sup> samt att ett omfattande och mångsidigt behov av forskning krävs inom försvarsmedicinen<sup>98</sup>. Som en liten utstickare kan även några möten under 1962 och 1963 nämnas, trots att de ligger utanför undersökningens ramar. I februari 1962 framkommer det att FOA:s budget håller för det planerade året med ett undantag; forskningen som rör kärnvapen<sup>99</sup> och den 8/8-1963 har styrelsen informerats om framtida nedskärningar. Ordföranden meddelar med stöd från avdelningscheferna att dessa nedskärningar kommer att få mycket allvarliga konsekvenser på forskningen och att viss avveckling blir nödvändig.<sup>100</sup>

---

<sup>95</sup> Styrelsens protokoll 6.3.1961, §3.

<sup>96</sup> Styrelsens protokoll 8.5.1961, §3.

<sup>97</sup> Styrelsens protokoll 16.8.1961, §2.

<sup>98</sup> Styrelsens protokoll 27.9.1961, §3.

<sup>99</sup> Styrelsens protokoll 19.2.1962.

<sup>100</sup> Styrelsens protokoll 8.8.1963, §2.

Sammanfattning forskningsmål

Överlag verkar en undersökning av styrelsens protokoll under perioden 1959-1961 vara användbar för att dra några initiala slutsatser om hur FOA agerade i ett högteknologiskt och snabbt utvecklande fält, även om dessa slutsatser är baserade på öppna arkiv. För det första diskuterades det flitigt kring problemen med att få ihop kunskapsbehovet – vilket ökade och var oklart i förhållande till FOA:s uppdrag –, personalbehovet – där stor konkurrens rådde – och de allokerade resurserna, vilka aldrig tycktes räcka till. För att lösa detta verkar olika yrkesgrupper ha valt olika tillvägagångssätt. Naturvetarna, som ordföranden och avdelningscheferna, verkar ha velat att resursfördelningen skulle ske dynamiskt och vara behovsanpassat beroende på vilket läge kunskapsutvecklingen befann sig i. Militärerna, som representanterna för flygvapnet och för flottan, verkar ha velat att resursfördelningen skulle planeras för att sedan möjliggöra avvägningar mellan olika mål då det fanns begränsade resurser.

### 3. Avslutning

#### 4.1 Slutsats

Vilket, om något, bidrag kan denna undersökning då ge? Den svenska linjen hade som mål att ta fram en kärnladdning som en biprodukt av den civila kärnkraftsforskningen. Av det som framgår i de öppna arkiven verkar det som att denna dubbelanvändning ännu gällde till stor del men att det finns indikationer på att en schism började uppstå mellan civila och militära ändamål i och med att FOA verkade lägga mycket fokus på att framhäva de positiva sidorna med att fortsätta med plutoniumrelaterad forskning, även för civilt bruk. Dock verkar skyddsforskningen ha blivit mera specialiserad under denna period, något som framstår som något motsägelsefullt. Intuitivt verkar det som att skyddsforskning bör ha mera gemensamt med konstruktionsforskning än vad civil forskning har med militärt relevanta studier. I detta fall verkar det dock som att flera rapporter som till viss del framstod som användbara för ur ett konstruktionsperspektiv rörde sig på en så teoretisk nivå att dubbelanvändningen fortfarande kunde åberopas av forskarna. Kopplar vi detta till de motsägelser som tidigare forskning försökt hantera förefaller det som att både Jonter och Agrell, kanske de främsta svenska forskarna inom svensk kärnvapenforskning, till viss del har rätt men att FOA:s arkiv ger en annan infallsvinkel. Agrells påstående att det var reaktorutvecklingen som var den stora flaskhalsen verkar inte gå att utröna från forskarrapporterna eller från styrelsens protokoll. Samtidigt verkar argumentationen att skydds- och konstruktionsforskningen överlappade understödjas och att det därmed blir svårt att sluta sig till att FOA gick utanför sitt lagliga mandat då det inte verkar gå att hitta särskilt mycket forskning som inte kunde vara användbar för både civilt och militärt bruk eller för skydds- och konstruktionsändamål. I alla fall när det gäller fissions- och fusionsforskning. Från Jonter kan vi i stället ta med oss att schismen mellan civil kärnkraft och det militära plutonium spåret verkar inte ha varit så framträdande i FOA:s material förens under tidigt 60-tal och kan därmed mycket väl ha varit tydlig någon gång i mitten på 60-talet.

Så varför blev det ingen svenska kärnladdning? Politiska, ekonomiska och tekniska aspekter har presenterats som orsaker av tidigare forskningen, men den har inte behandlat hur dessa faktorer påverkade de som hade till uppgift att ta fram en laddning. Intressant nog verkar vi se just politiska, ekonomiska och tekniska faktorer som alla påverkade hur FOA:s styrelse agerade. När det gäller politiska faktorer ser vi att FOA vid flera tillfällen ansåg att dess uppdrag var otydligt, något Jonter, Agrell och

Zetterberg alla poängterar. När det gäller ekonomiska och tekniska faktorer verkar det vara ett svällande kunskapsfält som krävde en svällande organisation som krävde svällande omkostnader, inte minst på grund av konkurrens från den civila sektorn, som hindrade vidareutvecklingen. Politisk osäkerhet i kombination med resursbrist verkar ha fått FOA att prioritera sin forskning kring det som tydligt ingick i deras uppdrag, skyddsforskning. Och när problem dök upp kring resurser verkade naturvetarna och militärerna prioritera olika problem. Naturvetarna ville ha en dynamiskt inriktad resursfördelning som tog hänsyn till de senaste resultaten medan militären krävde planerbarhet. Då militären såg framför sig ökade kostnader i en situation då flera stora investeringar inom olika vapengrenar var att vänta framstår det som att konstruktionsforskningen drog det kortaste strået. Att FOA ansåg att resursbristen var så allvarlig att viss avveckling behövde ske och att kärnvapenprogrammet var underfinansierat är tydligt så sent som 1963. Men det framstår som att denna problematik fanns redan under perioden 1959-1961. I slutändan verkar det som att den politiska viljan var inte tillräckligt stark och för få resurser behövde fördelas mellan för många områden för att det skulle bli någon svensk kärnladdning.

## 4.2 Vidare forskning

En av de största begränsningarna denna uppsats stötte på i ett tidigt skede var att det som studeras är kommunikationen mellan främst naturvetare och militärer, men endast i en riktning. För att få en bättre förståelse för hur interaktionerna fungerade mellan olika yrkeskategorier skulle ett framtida forskningsområde kunna vara att med hjälp av en diskursanalys analysera friktionerna i kommunikationen mellan de båda yrkena. Denna uppsats tangerar hur militärerna kan ha tolkat naturvetenskapliga rapporter och hur de vägde dess nytta mot dess kostnad. Men hur uppfattade naturvetarna information från militären? Förekom det några missförstånd och i så fall på vilket sätt? En sådan undersökning skulle vara intressant för att få insikt i historiska fall där naturvetare och militärer har behövt samarbeta, något som verkar bli mera och mera relevant i nutid då den tekniska utvecklingen hanteras i just en sådan här typ av miljö. En sådan undersökning skulle troligen kräva mycket mera material och på olika nivåer. Exempelvis skulle kommunikationen mellan naturvetare och naturvetare, naturvetare och avdelningschef, avdelningschef och styrelsen, styrelsen och militära ledningen, styrelsen och ÖB samt intern kommunikation inom militären behöva studeras i båda riktningarna. Att få fram denna mängd material inom svenska kärnvapenprogrammet

framstår som något problematiskt då mycket av detta material troligen kan vara hemligstämplat. Däremot skulle en undersökning kunna breddas till mera än kärnvapenprogrammet och ta del av kommunikation inom flera högteknologiska fält, som flyget eller marinen. Ett annat område som redan påpekats är att studera det svenska kärnvapenprogrammet i bredare termer än vad som gjorts i denna uppsats. Det tydligaste exemplet kan vara att göra en liknande studie fast med bättre bakgrundskunskaper inom initiering av kärnvapenladdningar. Båda dessa skulle troligen kräva både djupare kunskaper inom kärnfysik samt inom kemiska sprängämnen. Detta förefaller dock vara ganska problematiskt då en sådan undersökning antingen behöver genomföras av en individ med djupa kunskaper inom flera vilt skilda ämnen eller genom kollaborationer. Problemet med kollaborationer kan, rent hypotetiskt, bli att just den problematik som kan ha funnits mellan militärer och naturvetare i samband med svenska kärnvapenprogrammet är desamma som denna kollaboration kommer att försöka studera.



## Käll- och Litteraturförteckning

### Otryckta källor

Krigsarkivet, Försvarets forskningsanstalt 1945-2000, Försvarets forskningsanstalt 1945-1974, Administrativa byrån, Styrelsens protokoll.

SE/KrA/0243/A/001:Ö/A I/Volym 3

Krigsarkivet, Försvarets forskningsanstalt 1945-2000, Försvarets forskningsanstalt 1945-1974, Avdelning 2. Expeditionen, Interna rapporter, 1954-1956.

SE/KrA/0243/A/007:H/F 4/Volym 1

Krigsarkivet, Försvarets forskningsanstalt 1945-2000, Försvarets forskningsanstalt 1945-1974, Avdelning 4 expeditionen, Interna rapporter från FOA 2.

SE/KrA/0243/A/014:Ö/ B I

Krigsarkivet, Försvarets forskningsanstalt 1945-2000, Försvarets forskningsanstalt 1945-1974, Avdelning 4 rapportcentralen, Utgående A-rapporter, 1959-1961

SE/KrA/0243/A/016:Ö/B I/Volym 1-10

Krigsarkivet, Försvarets forskningsanstalt 1945-2000, Försvarets forskningsanstalt 1945-1974, Avdelning 4 rapportcentralen, Utgående C-rapporter, 1959-1961

SE/KrA/0243/A/016:Ö/B II/Volym 1-4

### Litteratur

Agrell, W., *Svenska förintelsevapen – Utvecklingen av kemiska och nukleära stridsmedel 1928-70*, Historisk Media, Lund, 2002.

Goodwin, B., *Nuclear weapons technology 101 for policy wonks*, Center for global security research, Lawrence Livermore National Laboratory, 2021.

Jonter, T., *Försvaret forskningsanstalt och planerna på svenska kärnvapen*. SKI Rapport 01:5, 2001.

Jonter, T., *Kärnvapenforskning i Sverige – Samarbetet mellan civil och militär forskning, 1947-1972*. SKI Rapport 02:19, 2002.

Jonter, T., *Sverige, USA och kärnenergin, framväxten av en svensk kärnämneskontroll 1945 -1995*. SKI Rapport 99:21, 1999.

FFI Norwegian Defence Research Establishment, *South Africa's nuclear weapons programme*.

URL:

<https://www.ffi.no/en/publications-archive/south-africas-nuclear-weapons-programme>

(Hämtad 2025-01-07)

Oliver, L., Peterson, J., Wilhelmsen, K. *Forskningsreaktorer – en analys med fokus på icke-spridning och exportkontroll*, Strålsäkerhetsmyndigheten rapport nr. 2013:02.

URL:

[https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/44/057/44057150.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/44/057/44057150.pdf)

(Hämtad 2024-10-13)

Oliver, L., Stenholm, L., *Det svenska kärnvapenprogrammets tekniska resultat – en sammanställning av FOA:s årsrapporter 1945-72*, FOI, 2002

<https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/20244453>

(Hämtad 2024-12-11)

Rhodes, R. *The making of the atomic bomb*, Simon & Schuster, London, 1986.

Riksarkivet, FOA, 014:Ö, Avdelning 4 expeditionen, (2021)

URL:

<https://sok.riksarkivet.se/arkiv/whCyPah93I15t19YNWuFA4>

(Hämtad 2024-12-10)

Riksarkivet, FOA, 014:Ö, B I Interna rapporter från FOA 2

URL:

<https://sok.riksarkivet.se/fritext?Sokord=k%c3%a4rnvapen&EndastDigitaliserat=false>

[&AvanceradSok=True&PageSize=100&page=6&postid=Arkis+8c6948f5-0f4f-4ffd-be42-62815deb2e60&tab=post&prependUrl=%2ffritext&vol=n%2cn&s=Balder](#)

(Hämtad 2025-01-09)

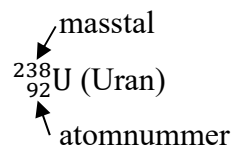
Sköld, P. E. (red.), *Svenska Atomvapen? Fakta och problem – sex fackmannauppsatser*, Tidens förlag, Stockholm, 1959.

Zetterberg, K. (red.), *Svenska atomvapen: utvecklingen av svenska taktiska kärnvapen och vapenbärare under kalla kriget*. Svenskt militärhistoriskt biblioteks förlag, 2016.

## Bilagor

### Bilaga 1 - begreppsförklaringar

#### Atomer



**Atom:** Partikel som består av *protoner* (positivt laddade partiklar), *neutroner* (neutralt laddade partiklar) och *elektroner* (negativt laddade partiklar).

**Grundämne:** Ett ämne bestående av ett specifikt antal protoner. Uran har exempelvis 92st protoner (och elektroner). *Atomnumret* anger antalet protoner.

**Isotoper:** Grundämne med olika antal neutroner. Isotoper har därav olika masstal, men samma atomnummer.

**Nukleoner:** Protoner och neutroner definieras som nukleoner. Antalet nukleoner anges av *masstalet*.

#### Reaktioner

**Fission:** Splittringen av atomer till lättare grundämnena. Det finns flera sätt att göra detta på. Denna uppsats fokuserar på klyvningen av tyngre grundämnena genom att dessa bombarderas och absorberar neutroner. För vissa isotoper gäller att om de absorberar för många neutroner blir atomkärnan instabil och splittras. Då massan för restprodukterna är mindre än den ursprungliga atomens massa frigörs energi.

**Fusion:** Reaktion där energi frigörs genom att lättare atomkärnor slås ihop. Även här finns olika sätt att få till sådana reaktioner. Denna uppsats fokuserar på fusionsreaktioner som uppstår under extremt högt tryck och höga temperaturer för att överkomma den repulsiva kraft som finns mellan atomer.

**Snabba och långsamma neutroner:** Neutronerna i en kärnkraftsreaktor eller i ett kärnvapen kan ha olika energi. Sannolikheten att en neutron skall absorberas är högre för *långsamma* (låg energi) neutroner än för *snabba* (hög energi).<sup>101</sup>

### Material

**Bridning:** Observera att allt nedan är en rudimentär beskrivning och sker inte i 100% av fallen, utan omfattas av den slump som beskrivs inom kvantmekaniken. Generellt kan sägas att vissa isotoper har högre sannolikhet att resultera i ett önskvärt resultat beroende på vilken typ av neutron som absorberas. De tre isotoperna som huvudsakligen kommer att behandlas här är  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$  och  $^{239}_{94}\text{Pu}$ . Både  $^{235}_{92}\text{U}$  och  $^{239}_{94}\text{Pu}$  kan genomgå fission om en snabb eller långsam neutron absorberas.  $^{238}_{92}\text{U}$  kan genomgå fission då en snabb neutron absorberas. Absorberas en långsam neutron leder detta, med viss sannolikhet, till att atomen blir så instabil att den genomgår radioaktivt sönderfall och omvandlas till  $^{239}_{94}\text{Pu}$ . Observera att även  $^{239}_{94}\text{Pu}$  kan absorbera neutroner och bilda  $^{240}_{94}\text{Pu}$ .  $^{240}_{94}\text{Pu}$  är inte ett lämpligt material att använda i kärnvapen då risken för spontanfission, det vill säga risken att materialet genomgår fission utan att medvetet ha initierats, är för hög. Därav används  $^{239}_{94}\text{Pu}$  för både civilt och militärt bruk, men för militärt bruk kan bränslet behöva bytas ut oftare i en rektor för att undvika en allt för hög andel  $^{240}_{94}\text{Pu}$ .<sup>102</sup>

De neutroner som frigörs vid fission av  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$  och  $^{239}_{94}\text{Pu}$  gör att en *kritisk massa* av  $^{235}_{92}\text{U}$  eller  $^{239}_{94}\text{Pu}$  kan upprätthålla en kedjereaktion medan  $^{238}_{92}\text{U}$  inte kan upprätthålla en sådan.<sup>103</sup> En process som omvandlar en isotop som inte självt kan upprätthålla en kedjereaktion till en isotop som självt kan upprätthålla en kedjereaktion, som definieras som ett *fissilt* material, kallas *bridning*. Figur 1 visar en schematisk bild över de tillfällen då  $^{239}_{94}\text{Pu}$  absorberar en neutron och genomgår fission. Vid dessa tillfällen kan 2-3 nya neutroner frigöras och kan sedan absorberas av andra  $^{239}_{94}\text{Pu}$ -isotoper. Observera att när  $^{239}_{94}\text{Pu}$  absorberar en neutron undergår denna isotop inte fission med 100% sannolikhet. Värt att poängtera är att denna figur visar på en fördubbling (eller tredubbling) för varje neutron som absorberas och som leder till fission i det optimala fallet. Denna tillväxt är ett klassiskt sädeskornen på schackbrädet-

---

<sup>101</sup> L. Oliver, J. Peterson, K. Wilhelmsen. *Forskningsreaktorer*, sid. 8-10.

<sup>102</sup> L. Oliver, J. Peterson, K. Wilhelmsen. *Forskningsreaktorer*, sid. 11-13.

<sup>103</sup> L. Oliver, J. Peterson, K. Wilhelmsen. *Forskningsreaktorer*, sid. 8-10.

