

Artillerimateriellets Udvikling under Verdenskrigen.

Foredrag

i

Søløjtnantsselskabet

af

Premierløjtnant Heiberg

den 17<sup>e</sup> Januar 1922.

## Artillerimateriellets Udvikling under Verdenskrigen.

Mine Herrer!

Naar man i Almindelighed skal betragte en Sags Udvikling indenfor en nærmere begrænset Tid, kan det ske ved at følge Udviklingskurvens Forløb i dette Tidsrum og i de forskellige Øjeblikke betragte Tangentens Hældning med Abcisseaksen.

Men, naar det - som i dette Tilfælde - drejer sig om at følge Artillerimateriellets Udvikling er det ikke saa simpelt, idet det ikke er en Kurve alene, der karakteriserer Udviklingen, men derimod en Flade, da der i et givet Øjeblik indenfor Tidsintervallet er Tusind<sup>af</sup> Ideer eller Kurver, der krydser hinanden, hver med sin Fortid, sine Løfter og sit Ønske om at leve og udvikle sig.

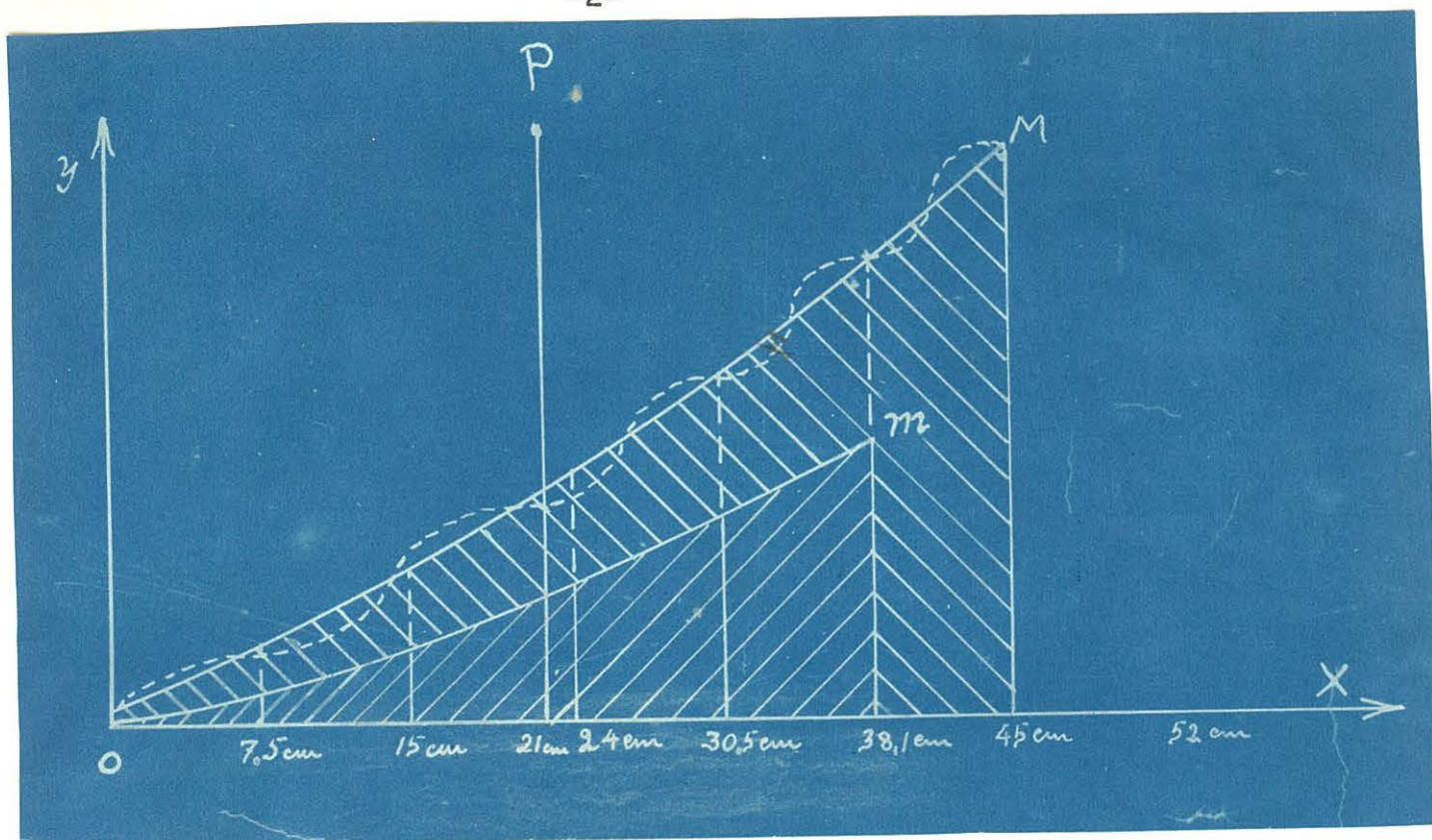
Hvilk<sup>en</sup> af disse uendelig mange Tangenter skal man følge for at karakterisere Udviklingen? - Det er med andre Ord Tangentplanet til Udviklingsfladen i de forskellige Øjeblikke, man skal betragte og saa deraf søge at udfinde en almindelig Lov for dets Hældning med det vandrette Plan.

Opgaven er dog lettere at løse, end den forekommer ved første Øjekast, idet Udviklingen under Verdenskrigen stadig er sket ud fra Kravet om: at forøge Artillerimateriellets Styrke og Ydeevne - med andre Ord ud fra de Fordringer, der har genlydt under hele Krigen: mere Artilleri, sværere Artilleri, kraftigere Artilleri.

Karakteren af Artilleriets Udvikling og dets Anvendelse under Verdenskrigen kan anskueliggøres paa følgende Maade:

I et Koordinatsystem afsætter man langs X - Aksen Materiellets døde Vægt, f. Eks. repræsenteret ved Kanonerne Kalibre, og som Ordinaten anvender man de forskellige Kanoners Ydeevne, f. Eks. deres maximale Rækning eller Energien i Anslaget.- Hvis man betragter Situationen ved Verdenskrigens Udbrud, faar man paa denne Maade en Kurve  $m$ , idet Arealet mellem Kurven og Abcisseaksen karakteriserer det Omraade inden for Artilleriet, man dengang beherskede.

Efter de første Træfninger - saavel til Lands som til Vands - var der imidlertid nye Principper, der begyndte at gøre sig gældende,



efter de Erfaringer man havde høstet, nemlig: at den Del af Projektilbanen, man egentlig burde anvende, var den, der laa udenfor den Zone, man hidtil beherskede. Ethvert Vaaben maatte anvendes med Maximum af Ydeevne, saavel Materiel som Personel maatte arbejde til den yderste Grænse, af, hvad de kunde præstere.

Et andet Princip, der ogsaa kom frem, var det, at hvert enkelt Hverv og hver enkel Opgave inden for Artilleriets Krigsførelse maatte have sit særlige Materiel - med andre Ord, man maatte anvende alt det Skyts, man havde, - gammelt og nyt, godt og mindre godt - og sætte det i en saadan Stand, at man fik den største Ydeevne deraf.

Og medens man tidligere kun havde haft forholdsvis enkelte spredte Punkter paa X - Aksen, fik man nu næsten en, kontinuerlig Række i de stadig voksende Kalibre, ligefra Mitrailleuser og 37mm Kanoner, gennem de mindre Kalibre op til 40, 42, og 45 cm's Kanoner - for endelig at afslutte med en 52 cm's Haubitz, der dog ikke naaede at komme til at deltage i Krigen.

Kontinuiteten viser såg ligeledes i Kurven (M) for Kanonernes Ydeevne, der naturligvis er sinus - formet, p.G. af det forskellige Materiel - dels meget gammelt og dels ganske nyt, som man anvendte imellem hinanden.

Krigen har altsaa ikke alene anvendt den Zone, der var forudsetmen næsten udelukkende Zonen mellem m og M, - den Zone, der gav den maksimale Ydeevne.

Det Problem, der hver Dag blev stillet Teknikkerne til Løsning,

og som de forsøgte at løse paa forskellig Maade - var stadig det samme:- hurtigst muligt at komme videre og ud over den Zone, man beherskede.

Forøgelsen af Kalibret bevirkede kun, at Kurven strakte sig mere til højre - idet Artilleriets Ydeevne kun voksede som Følge af det deraf tungere Projektil - men det egentlige Problem, der skulde løses, var det: at man for samme Værdi af Materiellets Vægt - d.v.s. for samme taktisk Værdi af Artilleriet - kunde gøre et Spring ud over Kurven O.M., og saaledes faa en virkelig Overlegenhed overfor Modstanderen.

Hele Teknikken koncentreredes om dette ene Problem. I begge Lejre arbejdede man herpaa - ofte ved parallelt løbende Fremgangsmaader og ved gensidige Efterligninger.

Enhver af Parterne troede sig foran den anden - medens der som Regel var ringe Afstand mellem dem i det Punkt i Udviklingen, de hver for sig var naaet til.

Dog pludselig en Dag lykkedes det Tyskerne, ved Beskydningen af Paris med den langtrækkende Kanon, at naa til et Punkt P, der laa langt udenfor Zonen - og som for første Gang viste, at en ny Løsning paa Problemet var fundet.--

Naar man derfor skal behandle Emnet: Artillerimateriellets Udvikling vil det være nærliggende at anvende Forøgelsen af Materiellets Ydeevne som Argument, for en saadan Undersøgelse - og ud fra denne Basis skal jeg nu i det følgende udvikle de mest karakteriske Træk af den, det Punkt hvortil man er naaet, de Vanskeligheder man er kommet ud for, og som er overvundet, og de Vanskeligheder, man i Øjeblikket staar overfor.

Tiden tillader desværre kun at opridse Hovedlinierne af Udviklingen indenfor de vigtigste Grene af Artillerimateriellet, og som saadan har jeg valgt: Kanonernes Konstruktion i Henseende til Styrke, Krudt i Forbindelse med den indre Konstruktion af Kanonløbet - samt Projektiler.

## I. - Kanonernes Styrke.

Forøgelsen af Artillerimateriellets Ydeevne sker naturligvis først og fremmest ved at forøge Kraften for den Maskine, man vil have til at arbejde bedre - d.v.s. man maa konstruere Kanoner, der kan taale betydeligt højere Tryk, for derved at kunne faa større Begyndelseshastighed.

Medens man tidligere regnede med Hastigheder paa 8-900 m i Sek. som Max. og tilsvarende Tryk paa c: 3000 Atm. - saa er man nu ved at overskride disse Tal - og Fremtidens Artilleri maa antagelig regne med Tryk paa 5-6000 Atm. og Hastighed fra 11-1200 m i Sek.-

Hvorledes har dette pludselige Spring været muligt?

Hidtil har Kanonkonstruktionen hvilet paa et Dogme: nemlig Respekten for Kanonmetallets Elasticitetsgrænse.- Alle Teknikkernes Opfindsomhed - lige fra Virgile, der opstillede Teorien for Mantling af Kanoner op til vore Dages Konstruktorer. - har netop bestaaet i saa gunstigt som muligt at udnytte dette Spillerum for det givne Materiels Styrke, indtil Elasticitetsgrænsen naaedes.- Heraf kommer Kanonens Deling i flere koncentriske Lag og Teorien for disse indbyrdes Paalægning med Spænding.

Men denne Fremgangsmaade, der er meget vanskelig, og langvarig, tillader ikke, at Kanonens Styrke - teoretisk set - overskrider en vis forholdsvis lav Grænse.- 3000Atm. var det Tryk ved Skydning, som det vilde være klogt ikke at overskride, hvis man da ikke paa et eller andet Sted i Kanonen vilde have en blivende Formforandring, - hvad der er Teknikkernes Rædsel.

At dette System for Kanonkonstruktion blev anvendt paa forskellig Maade: i Form af korte Ringe, som i Frankrig, lange Mantler i Tyskland og i Form af trukket Staaltraad, som i England og Amerika - forandrede intet - Princippet for Paalægning med Spænding var det samme alligevel i hvert Land.- Artillerikonstruktionen syntes at være naaet til en Mur, som var umuligt at overskride.

Saa begyndte man før Krigen c: 1905 dels i Amerika og dels i

Frankrig at sysle med den Opgave at konstruere en Kanon af Staal, hvis normale Elasticitetsgrænse var overskredet - og i 1912 lykkedes det den franske Marineartilleriingeniør Malaval at konstruere en 14cm's Kanon, efter dette Princip.

Allerede tidligere var der foretaget Forsøg over Studiet af Metal, hvis Elasticitetsgrænse var overskredet, idet man hertil havde anvendt en Slags Crushere. Disse Forsøg havde vist, at har man et Metal med en given Elasticitetsgrænse (E) og det bliver udsat for et Tryk (P), der er større end Elasticitetsgrænsen (E) vil det faa en blivende Formforandring, saaledes at man har kunnet opstille følgende Lov.:  
et Metal, der har faaet en blivende Formforandring p.G. af et Tryk P,  
har faaet en forhøjet Elasticitetsgrænse, der er lig Trykket P. -  
Som Følge heraf vil Metallet ikke faa nogen blivende Formforandring, hvis man derefter udsætter det for et Tryk, der er mindre end P. -  
Man siger, at Metallet er autofretteret.

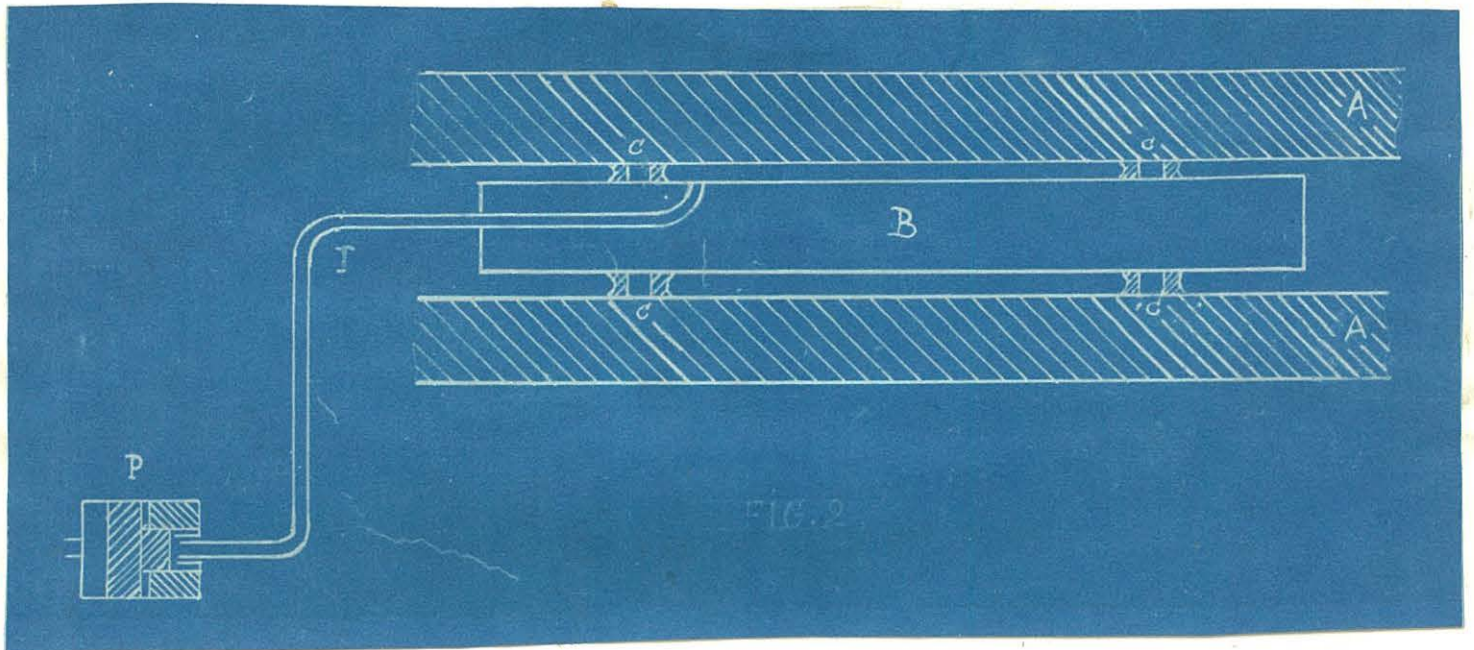
Paa denne Maade er man i Stand til at forøge et Metals Elasticitetsgrænse lige til Brudgrænsen.

Men dette Resultet er kun muligt under visse Betingelser:

- 1) Metallet maa være ganske særligt rent, for at det, uden at revne og faa indre Brud, kan taale denne Form for Hårdning i kold Tilstand, som Autofrettingen i Virkeligheden er.
- 2) det forudsættes altsaa, for at det kan anvendes i stor Maalestok, at man er i Stand til at kunne fremstille tilstrækkeligt store Staalblokke, der er homogene og rene nok til at udholde denne ualmindelig kraftige Behandling.

Denne sidste Betingelse er netop en af Grundene til, at man har sammensat de større Kanoner af forholdsvis smaa Rør og Ringe, da man kun kunde fremstille rent Staal i Stykker af forholdsvis ringe Dimensioner, og da man kun havde Tillid til hver enkelt Del efter talrige Varmebehandlinger og mekaniske Forarbejdnings.

Den Fremgangsmaade, der er blevet anvendt i Amerika og Frankrig, og som senere er blevet kendt under Navnet Autofretting er i Principet ganske simpel:



Man anbringer en staaerstang i Løbet paa den Kanon, der skal autofretteres, - forinden den endelige Forarbejdning -. Stangens Diameter er lidt mindre end Løbets indvendige Diameter, og den har en meget høj Elasticitetsgrænse, f. Eks.  $90 \text{ kg/mm}^2$ . Denne sidste Fordring til Staalet er meget stor, men ved forskellige termiske og mekaniske Processer kan det lykkes at fremstille Staal af denne Kvalitet.- For hver af Stangens Ender findes en hydraulisk Tætning, der lukker af for Kanonløbet - og det er navnlig i Tilvejebringelsen af denne Tætning, at de største Vanskeligheder i at udføre Problemet i Praksis har ligget.- En hydraulisk Presse pumper gennem et Rør Væske ind i det ringformede Rum mellem Løbet og Staaerstangen. - Dette Rum maa være saa lille som muligt for at man kan anvende det hydrauliske Tryk paa den mest fordelagtige Maade - og Stangen maa have en meget ringe Formforandring paa Grund af Tætningerne.

Saasnart Trykket har naaet en vis Størrelse, nemlig Elasticitetsgrænsen for Kanonmetallet, der almindeligvis ligger ved  $35 \text{ kg/mm}^2$ , vil det inderste Lag faa en blivende Formforandring, og idet Trykket stadig forøges, vil denne gradvis forplante sig til de ydre Lag, saaledes at Metallet paa denne Maade faar de Egenskaber i Henseende til Styrke, som Autofretteringen fremkalder.-Man forøger Trykket til den nye Elasticitetsgrænse nærmer sig i en passende Afstand fra Brudgrænsen.

Naar det indre Tryk fjernes, er Kanonmetallet fuldstændig Autofretteret, og de forskellige Lag har en elastisk Spænding i Forhold til hinanden, saaledes at man herved har naaet Idælet af en Kanon: nemlig bestaaende af uendelig mange, uendelig tynde Lag, med en saadan indbyrdes Spænding, at de alle samtidig naar Elasticitetsgrænsen.-

Selve Ideen med at anvende Staal, hvis Elasticitetsgrænse er overskredet, er ikke ganske ny, idet denne Proces i lang Tid har fundet Anvendelse ved Fremstillingen af trukket Staaltraad, der har været benyttet saavel i den civile som i den militære Industri.

Som altid med Opfindelser er det vanskeligt at sige, hvem der først er kommet med Ideen - og saaledes er det ogsaa her, idet den Østrigske General Uchatius allerede længe før Krigen-maaske ubevist - har anvendt en Form for Autofrettering under Fremstillingen af Bronzekanoner, idet Bronzens Elasticitetsgrænse blev forøget ved at presse Metaldorne ned i Kanonløbet, -- men det er dog først i Frankrig og Amerika lige før Krigen, at man har taget Spørgsmaalet op til en rationel Behandling ved Fremstillingen af Staalkanoner.

Under Krigen har man i Frankrig anvendt 75, 15 cm's og 19cm's Kanoner fremstillet efter denne Methode, og de har givet glimrende Resultater - ikke alene der i Landet men ogsaa i England og Amerika.-

Indtil 15 cm's Kanoner støber man først Kanonen i eet Stykke, hvorefter den bliver autofretteret - over dette Kalibre bygges den op paa sædvanlig Maade af Kærnerør og Mantler, der hver for sig bliver autofretteret, derefter paalagt med Spænding, - og det samlede Hele bliver saa endelig autofretteret (45 cm's  $\frac{1}{60}$  Marinekanon i Frankrig.)

Og de Tryk man er naaet til at disse Kanoner kan taale, er ikke smaa. Man regner med, at en almindeligbygget Kanon i to Lag Staal med en samlet Tykkelse lig Kalibret og med Elasticitetsgrænse lig  $44 \text{ kg/mm}^2$  kan taale et indre Tryk paa 3000kg uden Formforandring - en autofretteret Kanon af samme Tykkelse kan taale 5200 kg - og det er endda ikke den maksimale Styrke - man fabler om Tryk paa 8-10000 kg, naar man gaar op med Godstykkelsen.

Som Helhed maa man sige, at Autofretteringen frembyder følgende Fordele:

- 1) en betydelig simplere Fremgangsmaade i Kanonens Konstruktion.
- 2) at man ikke mere i saa udstrakt en Grad behøver at anvende de vanskelige og mere eller mindre vellykkede Varmebehandlinger af de enkelte Dele, hvoraf Kanonen er sammensat, med den paafølgende Paalægning med Spænding, hvis Udførelse i Praksis sikkert ikke stemmer med de foretagne



theoretiske Beregninger.

- 3) man faar en større Homogenitet i Kanonens Lag fra det ene Lag til det andet.
- 4) Kanonerne vil være billigere og hurtigere at fremstille, samtidig med at man faar Minimum af Vægt for en given ballistisk Ydeevne af Kanonen.

~~Autofrettering kan naturligvis kun anvendes ved Kanoner med ensformig Snoring.~~

Naar man i Almindelighed betragter Spørgsmaalet Autofrettering: at man kan overskride et Metals almindelige Elasticitetsgrænse og derved gøre det mere modstandsdygtigt - saa er det jo i Virkeligheden ikke andet end en Form for Træning, der er anvendt i Teknikkens Tjeneste - akkurat som Sportsmanden ved en progressiv Overskridelse af sin Elasticitetsgrænse efterhaanden forhøjer sin legemlige Ydeevne.

Det er naturligvis ikke alene indenfor Artilleriet, at man er i Stand til at kunne anvende denne Form for Staalets Behandling forindens dets Anvendelse, - men den vil sikkert ogsaa finde udstrakt Brug i den civile Industri.

De frygtsomme vil jo straks indvende:- men ved denne Behandling af Staalet nærmer man jo dets Elasticitetsgrænse til Brudgrænsen - hvor er Sikkerhedskoefficienten henne af?-

Tiden tillader desværre ikke at gaa dybere ind paa denne Diskussion - og idet jeg blot skal bemærke, at Sikkerhedskoefficienten er det hæmmende Moment overalt i den anvendte Videnskab - skal jeg nu gaa over til at omtale Krudtøts Udvikling under Verdenskrigen i Forbindelse med Kanonløbets indre Konstruktion.

## II.- Krudt og Kanonernes indre Konstruktion.

Naar man nu saaledes, som jeg lige har udviklet det, er i Stand til at konstruere Kanoner, der kan taale disse høje Tryk, - har den næste Opgave været at udfinde en Methode til paa en <sup>og passende</sup> nem Maade at fremkalde disse Tryk, for at kunne drage, den fulde Anvendelse af Skytset - og dette er sket dels i Konstruktionen af selve Krudtet - og dels i Konstruktionen af Kanonens Indre.-

Hvad selve Krudtet angaar, er det i Virkeligheden ikke gaaet videre frem under Verdenskrigen i ren ballistisk Henseende. Begge de krigsførende Parter har nærmest indskrænket sig til en meget intensiv Fabrikation af Tusinder og atter Tusinder Tons af Krudt, uden at hengive sig til Undersøgelser m. H.t. at udfinde nye Arter eller Fabrikations-Metoder for Krudt.

Man har været nødsaget til at arbejde med de forhaandenværende Krudtsorter - og Udviklingen har nærmest indskrænket sig til at eksperimentere med nye Krudtkornsformer - og - tvunget af Nødvendighed - til at udfinde nye Metoder for Tilvejeskaffelsen af Raaprodukterne.-

Da Tyskland var blevet afspøret fra Omverdenen saa det sig f. Eks. nødsaget til at anvende Træ i Stedet for Bomuld til Krudtfabrikationen - et Eksperiment, som vi ogsaa har været nødsaget til herhjemme - med mere eller mindre Held m. H. t. til Krudtets Stabilitet - og baade i Frankrig og i Tyskland har man udvundet Salpetersyren - eller rettere Kvælstoffet - direkte af den atmosfæriske Luft - hvad der har været betragtet som en stor Fordel.-

Den gamle Strid mellem de to Krudtsorter - det franske Skydebomuldskrudt, og det svensk- engelsk - tyske Nitroglycerinkrudt - er stadig fortsat gennem hele Krigen. Hver for sig har de opfyldt deres Rolle, uden at man i ren teknisk Henseende har kunnet foretrække det ene frem for det andet m.H.t. de to forskellige Fabrikationsmetoder.-

Dog det tidligere Argument mod Nitroglycerinkrudt - nemlig at <sup>det</sup> skulde udslide Kanonen mere end Skydebomuldskrudt - har vist sig at være ganske ubegrundet paa Basis af de Erfaringer, man har høstet paa Fronterne.- Man har konstateret, at den ringe Forskel i Kraft og Forbrændingstemperatur, der nu er mellem disse to Sorter Krudt, ikke kan

være den fremherskende Faktor med Hensyn til Udslidningen.- Kanonmetallets Art, Kanonens indre Konstruktion, Skudseriernes Længde og Hurtighed, mere eller mindre Omhu m.H.t. Materiellets Vedligeholdelse, en oftere eller sjældnere Indfedtning af Ladningsrum og Projektil - det er absolut de fremherskende Elementer ved Kanonens Bevarelse. Man har set ens Kanoner udslidt efter et Skudantal i Forholdet 1 til 10 for begge Krudtsorters Vedkommende, alt efter de Omstændigheder under hvilke, man har brugt de respektive Kanoner.-

Det er altsaa ikke Forskellen i Kanonernes Udslidning, man skal betragte, når man skal vælge mellem Skydebomuldskrudt og Nitroglycerinkrudt.

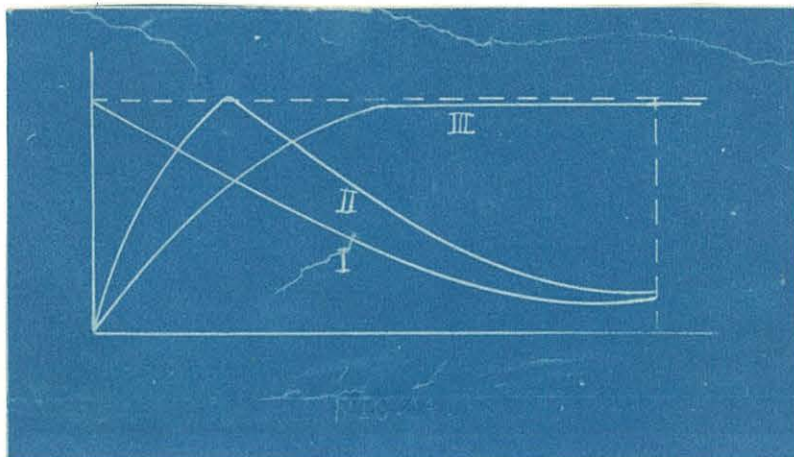
Men - der er dog flere vægtige Argumenter, der taler for Nitroglycerinkrudt.

For det første dette Krudts store indre Homogenitet og store Ensartethed i Tykkelse i hele Længden af de forskellige Strimler eller Rør.- Denne dobbelte Regelmæssighed vil i Fremtiden komme til at faa stor Betydning ved Skydning paa store Afstande, som efterhaanden er blevet anvendt, da den er en af de vigtigste Faktorer m.H.t. Skydningens Præcision.

Det er navnlig Tyskerne, der har opnaaet glimrende Resultater i Fremstillingen af deres Nitroglycerinkrudt, ved at anvende en særlig Skydebomuld, der er fuldstændig opløselig - samtidig med at man foretog Krudtkornsformningen medens Krudtdejen var opvarmet til 85°.-

En anden vægtig Fordel ved Nitroglycerinkrudt - og vel næsten den vigtigste - er dette Krudts ringe hygroskopiske Egenskaber og - efter de Erfaringer man har - glimrende Stabilitet.-

Og for at komme tilbage til mit Udgangspunkt - Fabrikation af Krudt, der paa en (men) og passende Maade kunde fremkalde de høje Tryk i Kanonerne, hvorom det nu drejer sig - saa har Nitroglycerinkrudt ogsaa her vist sig at være fordelagtigt.- Den Regelmæssighed og Lethed, hvormed man er i Stand til at kunne fremstille dette Krudt i enhver Tykkelse, bevirker nemlig, at man kan faa Krudtet ligesaa progressivt, man ønsker det, - samtidig med at man stræber efter at faa, om jeg saa maa sige, et bredere Maksimumspunkt for Trykkurven.



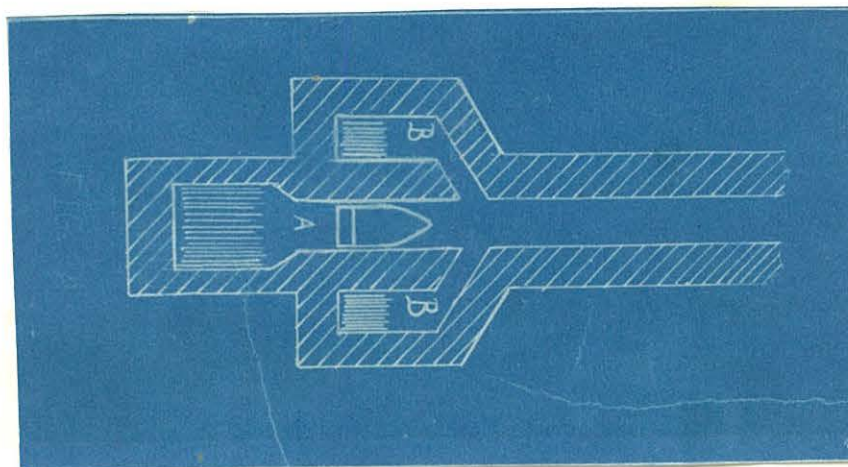
Amerikanerne har løst Spørgsmaalet ved som Kornform at anvende Cylindre, der var gennemboret af 7 fine aksiale Kanaler.

Tyskerne har anvendt Krudtkorn, der var sammensat af Krudtlag med forskellig Forbrændingshastighed - saaledes at denne voksede, jo nærmere man kom til Krudtkornets Midte.

Og endelig Østrigerne - muligvis ogsaa Tyskerne - har anvendt Ladninger, der var sammenbundtede af Rør af to forskellige Tykkelser. Yderst i Ladningen var de tykke Rør anbragt, udenom en Kerne af tyndere Rør. Paa denne Maade bliver Trykkurven en Middelkurve for de to Krudt-sorters Trykkurve.-

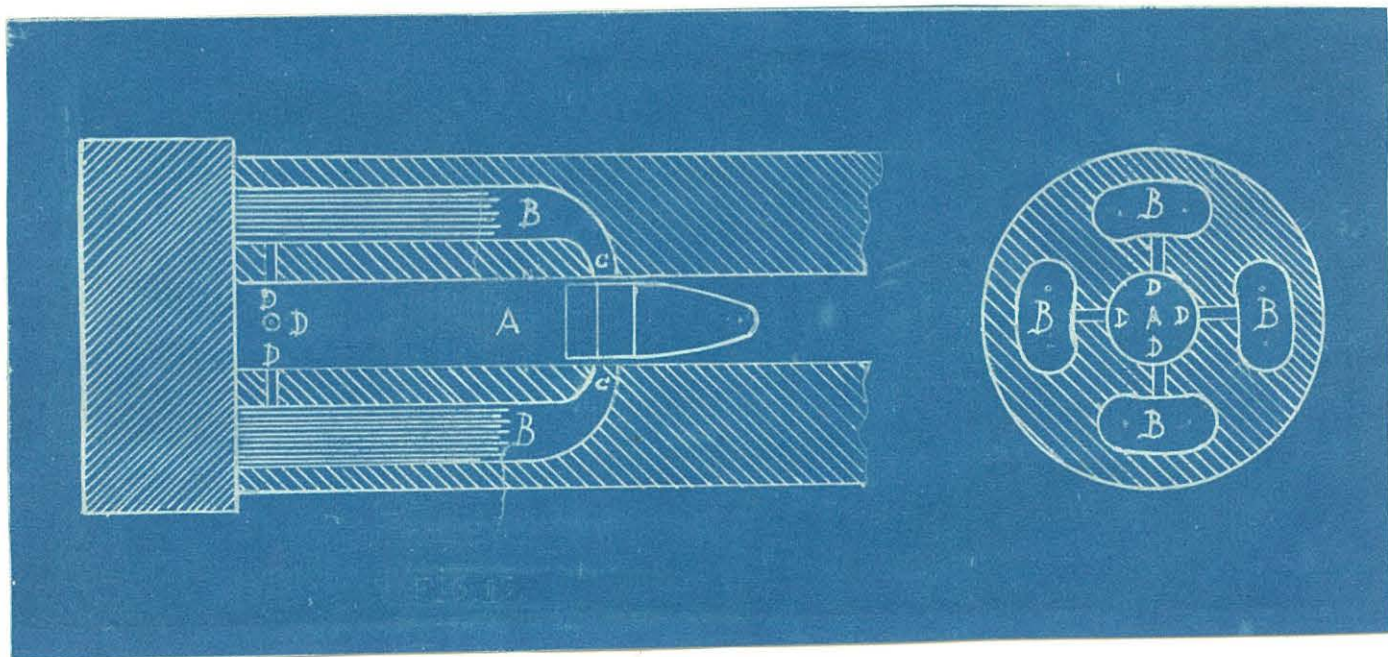
Bestræbelserne har altsaa i det hele gaaet ud paa, at fremstille en Krudtform, der kunde fremkalde et stort Maksimumstryk i Forbindelse med saa vidt muligt at vedligeholde dette Tryk Resten af Løbet efter Maksimumstrykket.

Dette Krav er ogsaa blevet opfyldt ved den indre Konstruktion af Løbet - og der findes i den Henseende dels en fransk og dels en tysk Løsning paa dette Problem - der er baseret paa Princippet: flere Ladningsrum.



Franske:

Foruden det almindelige Ladningsrum A, der ligger i Kanonaksen, findes flere eller færre Ladningsrum B udenom, som er mere eller mindre fyldt med Krudt, og som ved Kanaler staar i Forbindelse med Kanonens riflede Løb. - Antændelsen af disse sekundære Ladninger sker ved Elektricitet, eller mere simpelt idet Projektilet afdækker disse Kanaler. Naar alle Ladningerne er antændt, vil de bidrage til at forøge og vedligeholde det aftagende Tryk i Løbet. -



Tyskerne har anvendt Princippet "flere Ladningsrum" i den Haubitx, hvor med de beskød Antwerpen, - og ligesom ved den franske Løsning paa Problemet, har der været et Hovedladningsrum, samt et vist Antal sekundære Ladningsrum, der var anbragt i en Ring omkring det første. - Men Forskellen er den, at der fra selve Hovedladningsrummet fører snævre Kanaler ind til de andre Ladningsrum, saaledes at der herved skabes en mere sikker og konstant Antændelse af disse end ved den franske Kanon, - og med en Forsinkelse, der er ganske uafhængig af det Krudts Forbrændings hastighed, der ligger i Hovedladningsrummet. - Fra de sekundære Ladningsrum fører der Kanaler ind i Hovedladningsrummet, og de munder ud i dette paa det Sted, hvor Føringsbæltet befinder sig i Projektilets Ladestilling. - Disse Kanaler er endvidere dannet søm en Turbinetude, saaledes at man, foruden at anvende Ekspansionsenergien af den Krudtgas, der strømmer ud af de sekundære Ladningsrum, ogsaa kan anvende dens Bevægelsesenergi.

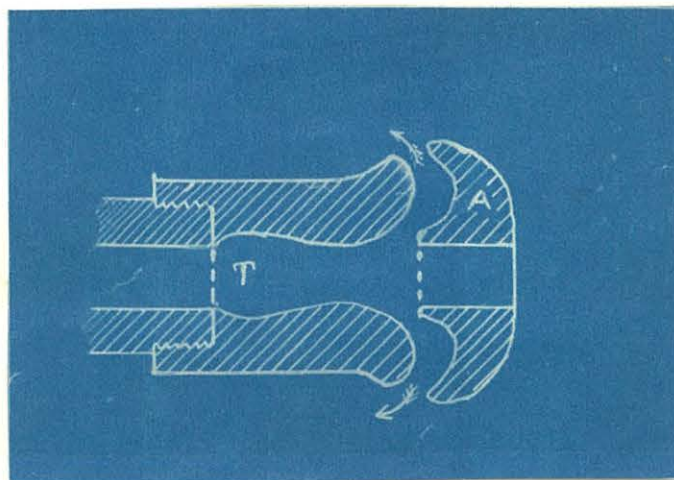
Inden jeg gaar over til at omtale Projektilerne, er der en ny Konstruktion indenfor Artillerimateriellet, som jeg gerne vil nævne, der dels hører til Affutagen og dels hører til Kanonen, og som staar i nøje Forbindelse med de Forhold, jeg lige har nævnt - og det er Mundingsbremsen.

Ved Anvendelsen af autofretterede Kanoner vil det rekylende Systems Bevægelsesenergi vøkse meget betydeligt paa Grund af de Høje Tryk, saaledes at de nuværende Konstruktioner af Affutager, Bremses, Kanontaarne o.s.v. langt fra er i Stand til at kunne taale de deraf følgende kraftige Paavirkninger. - Man maatte derfor være nødsaget til at konstruere disse betydeligt stærkere, hvorved man ment vilde komme til at sætte den muligvis vundne Vægtformindskelse til paa disse Konstruktioner, hvis man ikke havde et Middel til at formindske Rekylen og dennes Virkninger - og det har man i Mundingsbremsen.

Selve Ideen med at modarbejde Rekylen ved en Mundingsbremse er gammel, idet man allerede i Midten af forrige Aarhundrede beskæftigede sig med Spørgsmaalet. De dengang foretagne Konstruktioner var meget primitive, idet man i den yderste Ende af Løbet bojede et passende Antal skraa Kanaler, der viste bagud, og gennem hvilke Krudtgassen strømmede ud i Skudøjeblikket, foruden gennem Løbets Munding. Paa denne Maade blev Kanonen holdt fremme under Rekylen, som man derved kunne formindske til det halve.

Denne Opfindelse fik dog ikke nogen praktisk Anvendelse dengang, og det var først under Verdenskrigen, at man atter genoptog Forsøgene, da man begyndte at installere mindre Kanoner og Maskinskyts i Luftfartøjerne.-

Paavirkningen i Skudøjeblikket var nemlig for kraftig for disses lette Konstruktion, og til at formindske Virkningerne af Rekylen anvendte man en Form for Mundingsbremse, og som senere ogsaa er bleven regelmente ret og fuldstændig nødvendig ved Skydning med autofretterede Kanoner.



Naar Krudtgassen under højt Tryk og høj Temperatur strømmer ud af Løbet passerer den en Tud T, hvis Form i Forvejen er beregnet, og bliver vist hen mod en Slags "Turbineskovl" ", der dels har en central Udboring og dels bagudvendende Kanaler.- Dette samlede Hele bliver skruet paa Kanonens Munding og danner Mundingsbremsen. Bremsens Ydeevne - d.v.s. dens Evne til formindske Rekylen - afhænger af disse "Turbineskovle" Form og Antal.-

### III. Projektiler.

Naar det nu er lykkedes at kunne foretage Skydningen med disse høje Tryk, saa har det næste Spørgsmaal været det, at foretage Projektilernes "Montering" - d.v.s. Formen, Antallet og Pladsen for Føringsbælterne - paa en saadan Maade, at den svarer til de kraftige Paavirkninger, som Projektilerne bliver udsat for under deres Fart gennem Løbet, - samtidig med at man i selve Konstruktionen af Projektilerne har søgt yderligere at forøge Kanonernes Ydeevne.-

Man kan vel nok sige, at 3/4 af alle Forsøg paa Skydebaner har været helliget dette vigtige Spørgsmaal - og bestemme en almindelig Lov for Føringsbælternes Udseende, idet deres Dimensioner, Profil og Metal hidtil har været forskelligt efter hvert enkelt Formaal, der tilstræbes.

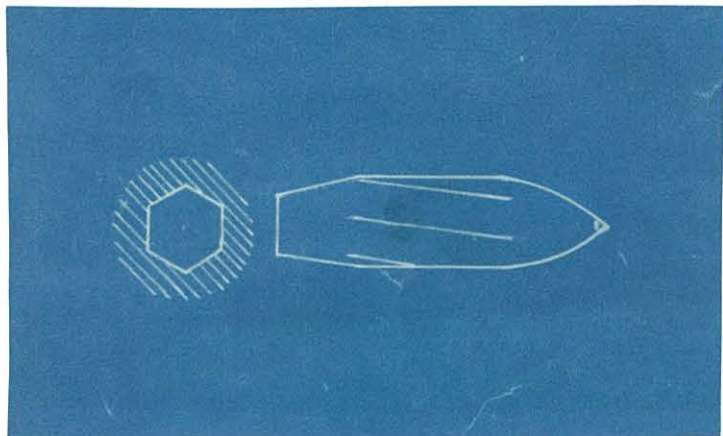
Det er endnu ikke lykkedes at faa et tilfredsstillende Resultat, og man maa stadig tage sin Tilflugt til at løse Spørgsmaalet ad empirisk Vej.

Spørgsmaalet er dog af en saa stor Betydning, at man burde have været langt nærmere dets Løsning.- Hastigheds-Chokket af Føringsbæltet mod Centreringsreglen fremkalder nemlig visse Ulemper og Farer. Det mekaniske Arbejde, som denne Paavirkning fremkalder, uddyber og fremskynder Udbrændingerne, der er Aarsagen til en Formindskelse af Projektillets fremadskridende Hastighed og Rotationshastighed, som atter er den egentlige Aarsag til Kanonens ballistiske Død. Nedgangen i Tryk og Begyndelseshastighed som Følge af Variationer i Sættningen af Bæltets Metal fra det ene Skud til det andet, Projektillets fremadskridende Plads for Ansætningen

i det slidte Løb o.s.v. - alt dette hører med til de Ulemper, som Projektillets Kobber-Føringsbælte er Aarsagen til.-

Men hvis man gaar tilbage til Artilleriets Historie til Aarene: 1850-70, der var det Tidspunktet, hvor man for første Gang begyndte at løse Problemet: Projektilernes Førings og Aflukningen for Krudtgassen, ser man, at Kobberføringsbæltet dog ikke dengang var den eneste Løsning paa dette vigtige Spørgsmaal.

Den engelske Kanonfabrikant Whitworth var nemlig omtrent samtidig hermed begyndt at indføre et helt nyt System for Kanoner, der gik lige fra Haandvaaben til Skibskanoner. Man betegner det i Almindelighed med Navnet: "det polygonale Artilleri", og det er altid blevet omtalt som en stor Kuriositet.



Løbets Tværsnit havde Form som en ligesidet Sekskant, hvis Kanter i fremadskridende Retning i Løbet var dannet som en Skruelinie med meget kraftig Snoningsvinkel ( $15-20^{\circ}$  i Stedet for  $6^{\circ}$ ). -

Projektillets Tværsnit havde samme sekskantede Form som Løbet og havde hverken Føringsbælte eller Tætning.

Baade i England og i Frankrig blev der afholdt Forsøg med disse Kanoner, og de forskellige Kommissioner anbefalede enstemmigt, at disse skulde fortsættes.

Problemet fik dog ikke nogen praktisk Løsning dengang, idet Whitworths Fabrik blev overtaget af Armstrong, der ikke interesserede sig for Sagen - og i Frankrig gik man over til at indføre de Bange's System - hvorefter Kobberføringsbælterne blev almindelige overalt.

For at Spørgsmaalet om at finde et nyt og bedre Førings- og Tætmiddel for Projektilerne atter skulde tages op til Undersøgelse, var det imidlertid nødvendigt at overgaa til Forhold under Skydning, der i langt højere Grad end tidligere udsatte Artillerimateriellet for stærke Paa-virkninger. Dette var allerede Tilfældet før Verdenkrigen, idet man i



Frankrig med de stadig voksende Maximumstryk havde genoptaget Whitworths Forsøg med en udslidt 75 mm's Marinekanon.

En Kanon er udslidt, naar Projektilet - som Følge af Udbrændingen i Kanonen og Afslidning af Følterne - ikke faar tilstrækkelig Føring, saaledes at det ikke faar den nødvendige Rotation. Det Problem, der altsaa egentlig skal løses, er: at tvinge Projektilet til at rotere, paa hvilket Stadium af Udslidning Kanonens Indre end befinder sig.- Den polygonale Kanon løser straks Spørgsmaalet, idet den vil tvinge Projektilet til at rotere, lige til det Øjeblik hvor Løbets indre Tvær-snit er reduceret til en Cirkel.

Under Feltskydeskrigen i Frankrig, hvor svært Marineskyts begyndte at blive mere og mere anvendt af Hæren, kom der et Øjeblik, hvor Spørgsmaalet om Kanonens hurtige Udslidning begyndte at blive meget foruroligende og at beskæftige Artilleriteknikerne tidligt og sildigt.

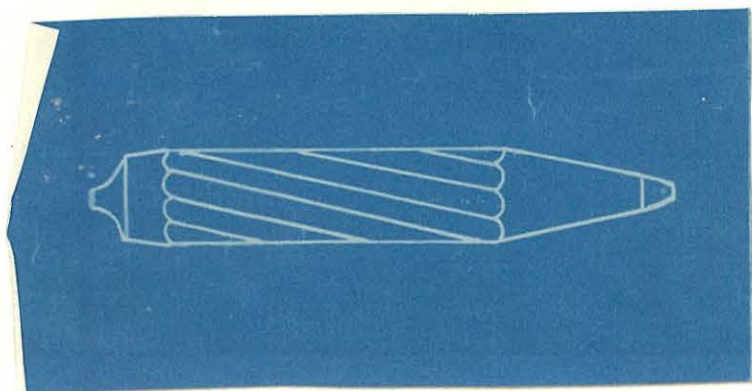
Man genoptog derfor Whitworths Forsøg ikke alene med en 75 mm's Kanon, men ogsaa med en udslidt 12 cm's Kanon, som man udborede til en polygonal Kanon med 12 Kanter.

Med denne sidste foretog man bal- listiske Skydninger, idet man an- vendte to forskellige Sorter af polygonale Projektiler, der vejede 19 kg, og hvis Vægt og Form ganske var lig det reglementerede Projek- til med Kobberføringsbælte - samt et Projektil, der var betydeligt længere, og som vejede 33 kg.

Skydningerne gav følgende Resultater: det lange og tunge Pro- jektil opnaede en Række, der nøjagtig var lig det reglementerede lette Projektil og med samme Paavirkning paa Affutagen.

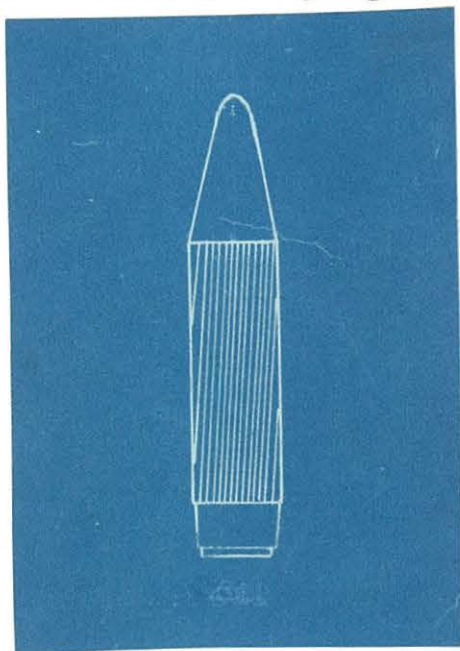
Disse Forsøg godtgjorde altsaa Whitworths Paastand og viste Muligheden af at kunne anvende dem ved moderne Artilleri. Bestræbelserne gik herefter ud paa saa hurtigt og saa systematisk som muligt at fortsætte disse Undersøgelser for at kunne drage Nytte af dem paa Fronten.

Det viste sig imidlertid, at Konstruktionen af polygonale Kano- ner var en meget langsom og vanskelig Fabrikation, hvad der ganske



naturligt bragte Teknikkerne paa den Tanke at bore Riffelgange i de almindelige Projektiler, svarende til Kanonens Riffelgange, idet Virkningen heraf vilde være den samme. Dette blev ogsaa foretaget, idet man konstruerede riflede Projektiler til en 75 mm's Kanon, som ved ballistiske Skydninger gav følgende Resultater:

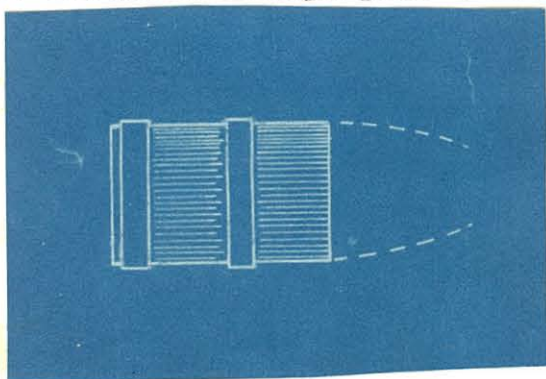
- 1) Projektilernes indre Ballistik var uden Paavirkning heraf.
- 2) som Følge af, at Projektilerne ikke blev forceret i Løbet, fremkom der en Forøgelse i Rækning med det samme maksimale Tryk.
- 3) man paaviste den fuldstændige Uafhængighed mellem Projektilets ballistiske Egenskaber og Kanonens Udslidning.



Ansporet af disse Resultater, i Forbindelse med de tidligere Forsøg med polygonale Kanoner har man i Frankrig fortsat Konstruktionen af riflede Projektiler, uden at de dog endnu er blevet reglementerede - og man er paa denne Maade kommet et godt Skridt fremad i Henseende til at bekæmpe Virkningerne af Kanonernes Udslidning, samtidigt med at man har forøget Projektilernes Rækning eller kunnet anvende et tunge-

re Projektil med samme Anstrengelse af Affutagen - altsaa en forøget Ydeevne af Skytset. -

Franskmandene er dog ikke de eneste, der har anvendt riflede Projektiler.- Til de langtrækkende Kanoner, hvormed Tyskerne beskød Paris, hørte der ogsaa riflede Projektiler, men af en nogen anden Konstruktion end de franske. De var forsynede med 2 Føringsbælter af Kobber, samt 2 Føringsbælter af Staal med udborede Riffelgange, der var krympet paa selve Projektilet. Man maa nærmest antage, at dette sidste er foretaget i Skydningen for at faa disse Projektiler færdige,- i Stedet for at udbore Riffelgangene i selve Projektilet.



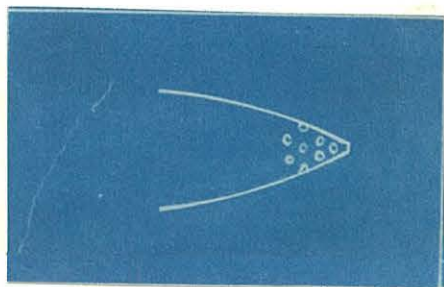
Den tyske Konstruktion gør nærmest Indtryk af, at disse Staalføringsbælter er anbragt for at understøtte Kobberføringsbælterne, da disse sikkert ikke

har været tilstrækkeligt til at modstaa Paavirkninger fra de høje Tryk, der har ligget i Nærheden af ca. 4000 Atm., og som har givet en Hastighed paa ca. 1200 m. -

Inden jeg slutter, skal jeg endnu omtale en ny Konstruktion, der er fremkommet for at forøge Projektilets Rækning.

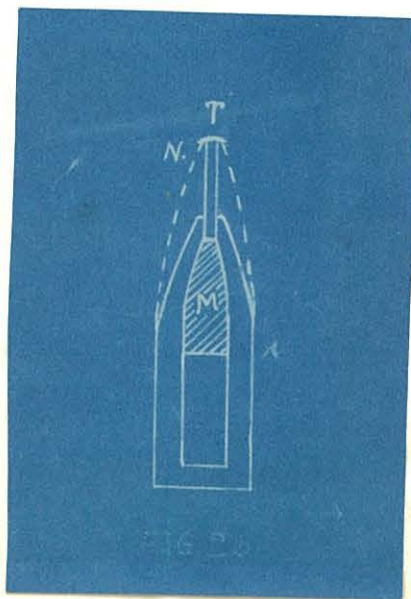
Gennem Tiderne har man altid paa forskellig Maade søgt at gøre Modstanden mod Projektilets Fremdrift i Luften saa ringe som mulig - nemlig ved at konstruere Projektilerne med den Forpart og Bagpart, der er mest hensigtsmæssig i dette Øjemed, - og hvis det samtidig kunde lykkes at forandre Tilstanden for den Luft, hvori Projektilet bevægede sig - vilde man yderligere faa en betydelig forøget Rækning, - f. Eks. ved at opvarme Luften paa det Sted, hvor Projektilet passerer gennem den.

Dette har Tyskerne ogsaa realiseret i Konstruktionen af Projektilerne til den langtrækkende Kanon, hvormed de beskød Paris.



I den forreste Del af Ogivalen fandtes et Hulrum, der var fyldt med Thermit, som antændtes i Skudøjeblikket. Under Projektilets Flugt gennem Luften strømmede Forbrændingsprodukterne ud gennem nogle fine Huller, samtidig med at Projektilets Forpart snart blev hvidglø-

dende. Den ophedede Luft hvirvledes bagud langs Projektilet, saaledes at dette stadig kom til at befinde sig i et Luftlag, der havde mindre Tryk end selve den atmosfæriske Luft - og dette ophedede Luftlag blev trukket med af Projektilet, saaledes at Gnidningsmodstanden mod Projektilets Fremdrift blev Gnidning mellem to Luftlag af forskellig Temperatur, der er mindre end Gnidningen mellem Luft og Staal.



Lignende Forsøg er ogsaa blevet foretaget i Rusland, hvorved man har konstateret, at Projektilernes Rækning forøges med 20 % ved en saadan Konstruktion af Projektilets Forpart.

o o o

o o o

Den Udvikling, som jeg nu i store Træk har skitseret indenfor disse 4 Grene af Artillerimateriellet, er paa en Maade sket af sig selv - det er Udviklingen selv, der har ført den med sig - næsten paa trods af Menneskene.- Det lille Skridt fremad i det givne Øjeblik - eller om jeg saa maa sige, Dagens sensationelle Opfindelse, har næsten ligget i den omgivende Luft - det er et af de mange Æg, der er bristet, som ligger rundt i de Tusind forskellige Reder.

Maaske intet andet Sted end i Artilleriet ser man bedre denne Lov for Udviklingen, som netop afhænger af hele den samlede anvendte Videnskab, idet det Stadiet i Udvikling, Artilleriet er naaet til, netop er betinget af den øjeblikkelige Tilstand indenfor de fleste tekniske Videnskaber, Industrien, Metallurgien, Ballistikken, Kemien o.s.v.

I det givne Øjeblik skaber denne Ligevægtslov - eller Ligevægts-tilstand - et Artillerisystem, der paa nogle enkelte Nuancer nær er ens hos alle krigsførende Magter - næsten uafhængig af Menneskene - hvis de da stadig arbejder paa Udvikling af de forskellige Grene indenfor Videnskaben.

Det Artillerisystem som vil blive anvendt i fremtidige Krige, som efter de første Træfninger vil indtage Pladsen i Stedet for det nuværende Artilleri, - der omhyggeligt er blevet bevaret og vedligeholdt, vil uden Tvivl være vidt forskelligt fra det, vi nu har. - Nutidens Artilleri danner een stor Familie, som man hverken maa foragte eller ødelægge - men Fremtidens Kanon vil sikkert afvige lige saa meget fra den nuværende, som f.Eks. Nutidens Artilleri afviger fra 70' ernes.

Artilleriteknikkernes Arbejde er altsaa ikke alene at smøre og indfedte det nuværende System for at vedligeholde det saa godt som muligt, saavel i Antal som i Tilstand. Men de maa ogsaa stræbe efter at forudse, hvad der vil ske den Dag i Morgen, stræbe efter saa vidt muligt at være paa Højde med de forskellige anvendte Videnskaber for at kunne sikre Udviklingen af vort nuværende Artillerisystem.

---