

ORG A A N
DER
V E R E E N I G I N G
T E R
B E O E F E N I N G
V A N D E
K R I J G S W E T E N S C H A P.

~~~~~  
1906—1907.



—◆◆◆—  
'S-GRAVENHAGE,  
C. BLOMMENDAAL.  
1907.

7171

# INHOUD.

JAARGANG

1906 — 1907.

---

|                                                                                                                                                                                                                                                                  | Blz. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Het schot uit het Veldkanon van 7 c.M., door I. C. LOGGER . . . . .                                                                                                                                                                                              | 1    |
| Ervaringen uit den Russisch-Japanschen oorlog, door R. L. SCHOLTEN . . . . .                                                                                                                                                                                     | 77   |
| <hr/>                                                                                                                                                                                                                                                            |      |
| Vergadering op 26 October 1906. Voordracht over: Beschouwingen over koloniale expeditiën als oefenschool voor den oorlog tegen een buitenlandschen vijand, door W. MUURLING . . . . .                                                                            | 279  |
| Vergadering op 30 November 1906. Voordracht over: Samenstelling enz. van onze Landmacht. Encadreering van Leger, Landweer en Landstorm, de eerste eisch, waaraan moet worden voldaan om te geraken tot een weerbaar Nederland, door W. H. VAN TERWISGA . . . . . | 331  |
| Vergadering op Vrijdag 11 Januari 1907. Voordracht over: Artilleristische beschouwingen naar aanleiding van den Russisch-Japanschen oorlog, door K. E. OUDENDIJK . . . . .                                                                                       | 485  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Vergadering op 1 Februari 1907. Discussie over:<br>Samenstelling enz. van onze Landmacht. Enca-<br>dreering van Leger, Landweer en Landstorm, de<br>eerste eisch, waaraan moet worden voldaan om te<br>geraken tot een weerbaar Nederland, door W. H.<br>VAN TERWISGA . . . . . | 637 |
| Vergadering op 22 Februari 1907. Voordracht over:<br>Nederland en België. Beschouwingen over de al<br>of niet wenschelijkheid van een militair verbond<br>tusschen beide Staten, door J. C. C. TONNET . .                                                                       | 769 |
| Vergadering op 22 Maart 1907. Voordracht over:<br>Eenige beschouwingen, in hoofdzaak met het oog<br>op onze militaire positie in Zuid-Oost-Azië, door<br>J. C. VAN DEN BELT. . . . .                                                                                            | 873 |

# HET SCHOT

UIT

## het Veldkanon van 7 c.M.

DOOR  
I. C. LOGGER.

### INLEIDING.

Voor een oordeelkundig gebruik van een vuurmond, welke, zooals het veldkanon van 7 c.M., op eene affuit ligt, waarvan de inrichting op geheel nieuwe beginselen berust, is het gewenscht, dat de grootte der krachten gekend worden, welke bij het schot zoowel in den vuurmond als in de affuit in werking komen.

Voorts is het van belang, dat de grootte van den invloed van verschillende factoren op de dracht, zooals van den wind, van den barometerstand enz. bekend is om zoo mogelijk daarmede rekening te houden.

Eindelijk kan nog langs theoretischen weg de uitwerking worden bepaald, welke tegen verschillende doelen kan worden verkregen; wel hebben de op deze wijze verkregen uitkomsten eene zeer betrekkelijke waarde, doch zij kunnen dienen om te laten zien, wat bij gunstige omstandigheden kan worden verwacht, als ook om de uitwerking in verschillende gevallen met elkander te kunnen vergelijken.

Al deze punten zijn in deze studie zooveel mogelijk uitgewerkt, waarbij voor een goed begrip van een en ander, voor zooveel als noodig was, eene beschrijving van het materieel is gegeven, met eene verklaring, waarom aan dat materieel de bestaande inrichting is gegeven.

#### 1. De buskruitlading.

De munitie van het veldkanon van 7 c.M. bestaat uit *granaat- en granaatkartetsladingen*; elke lading wordt gevormd door eene *huls* en een *projectiel*, die aan elkander door klem-

ming bevestigd zijn, terwijl in de huls de *buskruitlading* is opgenomen, bestemd voor het verschieten van het projectiel. In den bodem van de huls bevindt zich de *ontstekingsdop*, waardoor de voortdrijvende stof in de huls tot ontbranding moet worden gebracht.

De buskruitlading bestaat uit ongeveer 0.450 K.G. schotelveerenbuskruit, vervaardigd op de buskruitfabriek te *Muiden*. De lading is niet altijd even groot en afhankelijk van de kracht van het buskruit, waaruit zij is samengesteld. In verband met het productievermogen der bij de vervaardiging van het rookzwakke buskruit gebezigde machines is namelijk de grootte van de hoeveelheid kruit — de z.g. partij — welke tegelijkertijd vervaardigd kan worden, begrensd. Men heeft de fabricage van het rookzwakke buskruit niet zoodanig in de hand, dat de kracht van eene bepaalde hoeveelheid kruit van de éene partij juist gelijk is aan die van eene andere, terwijl de menging van het afgewerkte kruit in den vorm, waarin het hier gebruikt wordt, slechts onvolkomen kan geschieden. Bij de keuring van het kruit, welke voor elke partij afzonderlijk geschiedt, wordt, in verband met de bij de keuring verkregen uitkomsten, de grootte van de lading bepaald, welke bij eene temperatuur van  $+ 10^{\circ}$  C. aan het projectiel eene snelheid bij de monding mededeelt van 500 M. Het is deze z.g. gebruikslading, welke gebezigd wordt, wanneer de betreffende partij in de hulzen verwerkt wordt; zij wisselt af van ongeveer 0.444 tot 0.455 K.G. Opgemerkt moet nog worden, dat de grootte van de gebruikslading wordt vastgesteld voor eene temperatuur van  $+ 10^{\circ}$  C., omdat deze als een gemiddelde beschouwd kan worden van alle temperaturen, welke hier te lande in de verschillende jaargetijden heerschen; aangezien de eigenschappen van het rookzwakke buskruit, zooals hierachter blijken zal, in vrij groote mate afhankelijk zijn van de temperatuur, is het noodig daarmede bij de regeling der gebruikslading rekening te houden.

De naam *schotelveerenbuskruit* is afkomstig van de eigenaardige gedaante der stukken, waaruit dit kruit bestaat (zie

fig. 1). Deze stukken hebben de gedaante van een ring, waarvan de uitwendige middellijn ( $\pm 73.5$  m.M.) iets geringer is dan de inwendige van de huls; de middellijn der opening is  $\pm 24.5$  m.M. Deze ringen zijn echter niet plat, maar gebogen, ongeveer in den vorm van den rand van een ronden schotel, waardoor de hoogte  $\pm 3.5$  m.M. wordt; het gewicht van zulk een ring bedraagt  $\pm 8$  G.

Bij het vullen van de huls worden deze schotels — ten getale van ongeveer 54 — twee aan twee met de holle kanten tegen elkander geplaatst (zie fig. 2) en door een kartonnen deksel opgesloten, waartegen dan weder de bodem van het projectiel komt te rusten. De schotels worden op deze wijze meer of minder tegen elkander gedrukt, zoodat de lading steeds vast in de huls ligt, onafhankelijk of de lading eenige schotels meer of minder telt; bovendien verkrijgt men door den eigenaardigen vorm der schotels het voordeel, dat de lading gelijkmatig in de huls is verdeeld, hetgeen met het oog op eene regelmatige gasvorming gewenscht is. De binnenopeningen der schotels vormen door de opstapeling in de huls een doorlopend kanaal, gaande van den ontstekingsdop tot het kartonnen deksel; hierdoor wordt het voordeel verkregen, dat de vlam van den ontstekingsdop, door dit kanaal slaande, alle schotels tegelijkertijd ontsteekt, waardoor de gelijkmatige verbranding van de geheele lading meer verzekerd is.

Het buskruit is *nitroglycerine-buskruit* met  $\pm 40\%$  nitroglycerine en ruim  $59\%$  schietkatoen; de rest bestaat uit vocht en vaseline. De nitroglycerine en het schietkatoen zijn de stoffen, waarin koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof zijn opgehoopt, welke bij verbranding de gassen moeten vormen voor het verkrijgen van de noodige spankracht. Vocht is een bestanddeel, dat niet geweerd kan worden, terwijl vaseline toegevoegd is met de bedoeling de temperatuur van de ontploffing eenigszins te matigen en daardoor de ontploffingssnelheid van het kruit te temperen; deze stof bezit namelijk veel koolstof en betrekkelijk weinig zuurstof, waarvan het gevolg is, dat er bij de verbranding meer kooloxyde (CO) dan koolzuur (CO<sub>2</sub>) gevormd

wordt. In vergelijking met eene buskruitsoort zonder vaseline, wordt er dus meer kooloxyde en minder koolzuur geproduceerd; nu komt er bij de vorming van koolzuur meer warmte vrij dan bij het vormen van kooloxyde, zoodat de reactie bij kruitsoorten met vaseline minder hevig zijn zal dan bij kruitsoorten, waar deze stof niet is toegevoegd. Vaseline verhoogt bovendien de duurzaamheid, omdat deze stof het afscheiden van nitroglycerine tegengaat.

De ontploffingsproducten van het kruit bestaan voor ongeveer de helft uit *waterdamp* en *kooloxyde*, de rest wordt voornamelijk gevormd door *koolzuur*, *waterstof* en *stikstof*. Uit 1 G. kruit worden  $\pm$  850 c.M<sup>3</sup>. gas ontwikkeld, berekend voor eene temperatuur van 0° en een druk van 760 m.M. Alle deze stoffen zijn kleurlooze gassen of dampen; bij het schot zal men dus daarvan geen rook zien. Alleen de waterdamp zal, in de atmosfeer komende, tengevolge van de aldaar heerschende lagere temperatuur, condenseeren en dientengevolge eene soort blauwachtigen nevel vormen, die echter onmiddellijk verdwijnt en niet hangen blijft. Het karakter van dezen damp is geheel anders dan van den dikken zwaren rook, bij de ontploffing van salpeterkruit gevormd; deze blijft, wanneer er geen of weinig wind is, dikwijls vrij lang als eene wolk hangen. Naarmate de temperatuur der atmosfeer lager is en deze meer met waterdamp is bezwangerd, zal de condensatie in sterkere mate optreden, zoodat óver het algemeen des winters de gevormde damp duidelijker zal waargenomen worden dan des zomers en bij regenachtig weder meer dan bij droog. Intusschen wordt bij het schot eenige rook verkregen van het zwarte salpeterkruit, dat zich in den ontstekingsdop bevindt; aangezien dit echter slechts ruim 4 G. is — d. i. ongeveer 1 % van de geheele lading — is de daardoor gevormde hoeveelheid rook gering. Omdat de oorzaken, welke den gevormden waterdamp meer of minder zichtbaar maken, niet altijd in even sterke mate werkzaam zijn, kan somtijds de indruk verkregen worden, dat er veel rook ontstaat en het kruit betrekkelijk weinig rookzwak zou zijn. Vooral is dit het geval, wanneer



geschoten wordt uit een vuurmond, waarvan de zielwand met olie of vet is besmeerd, zooals na het reinigen van de ziel steeds geschiedt. Die olie of dat vet verbrandt bij het eerste schot met zeer veel rook, zoodat het dikwijls schijnt, alsof met kruit geschoten werd, dat allesbehalve rookzwak genoemd kan worden; hierdoor gaat een groot voordeel verloren, dat aan het gebruik van rookzwak kruit verbonden is, namelijk de onzichtbaarheid der opstelling van de vuurmonden. Ten einde hieraan tegemoet te komen, verdient het aanbeveling vóór het afgeven van het eerste schot, den zielwand, door het doorhalen van een met lappen omwoelden wisscher, zooveel als mogelijk is van de vette bestanddeelen te zuiveren. Ook wanneer de vuurmond geplaatst is op een stoffigen of zandigen grond, zal het stof of zand, dat bij het schot opgeworpen wordt, zich voordoen als rook afkomstig van het kruit.

*In het algemeen kan gezegd worden, dat wanneer men bij het schot betrekkelijk veel rook meent waar te nemen, de oorzaak daarvan ergens anders gezocht moet worden dan in de samenstelling of hoedanigheid van de gebruikte kruitsoort.* Hierbij kan nog vermeld worden, dat bij de keuring van elke partij schotelveerenbuskruit steeds nagegaan wordt of de rook daarvan niet meer bedraagt dan die van de oorspronkelijk aangeschafte partij — de z.g. standaardpartij — waarmede de nieuwe partij in eigenschappen vergeleken wordt.

De temperatuur, welke de gassen bij de ontploffing verkrijgen, zou  $\pm 3000^{\circ}$  C. bedragen, wanneer er door de wanden van het vuurwapen, door het projectiel, enz. geene warmte onttrokken en er geen arbeidsvermogen besteed werd om vuurmond en projectiel in beweging te brengen. Toch zal er nog eene groote hoeveelheid warmte in den vuurmond ontwikkeld worden, maar, omdat het projectiel zoo uiterst kort in de ziel blijft, bestaat er geene kans — ook niet bij snelvuur — dat de vuurmond zoo warm geschoten wordt, dat het gebruik gevaarlijk worden zou. Wel verdient het geene aanbeveling om in de kamer van een warm geschoten vuurmond eene lading langen tijd te laten, voordat zij ver-

schoten wordt; het kruit zou daardoor te veel verwarmd kunnen worden en bij het afgeven van het schot een zeer hoogen maximum gasdruk kunnen veroorzaken.

De *ontstekingsdop*, welke in den bodem van de huls geschroefd wordt, bevat 4.25 G. zwart salpeterbuskruit, opgesloten door een dun plaatje nitroglycerinekruit, benevens een slaghoedje. De hoeveelheid zwart buskruit in den ontstekingsdop dient als aanvuurlading voor de lading rookzwak buskruit, zoodat de ontsteking hiervan verzekerd is en z.g. nabranders, waaronder dan verstaan moeten worden schoten, welke bij het aftrekken niet onmiddellijk afgaan, zijn buitengesloten.

## 2. De projectielen.

De projectielen, in gebruik bij het veldkanon van 7 c.M., zijn de *granaat* en de *granaatkartets*.

Beide projectielen hebben een gewicht van 6 K.G. en zijn op het cilindrische gedeelte, nabij den bodem, voorzien van een koperen geleiband, welke uit één stuk bestaat zonder lasch; deze band heeft oorspronkelijk eene inwendige middellijn grooter dan die van het projectiel, zoodat hij om het projectiel gebracht en in de voor hem bestemde groef geperst kan worden. Om te beletten, dat de band om het projectiel verschuift, zijn in het midden van de groef (zie fig. 3) een achttal verhoogingen *A* aangebracht, welke in den band dringen, wanneer deze om het projectiel wordt geperst. De band is aan de buitenzijde kegelvormig afgedraaid; de helling daarvan is  $\frac{1}{10}$ , overeenkomende met die van den overgangskegel van den vuurmond, zoodat wanneer het projectiel met den band in dien overgangskegel komt, volledige gasafsluiting kan worden verkregen. De middellijn over het dikste gedeelte van dien band is  $\pm 1.20$  m.M. grooter dan die over de trekken in den vuurmond. Voorts is de band uitwendig van eene rondlopende groef voorzien voor het opnemen van het metaal, dat door de velden weggedrongen wordt.

Voor het centreeren van het projectiel, d. w. z. het doen samenvallen van de as daarvan met die van de ziel, hebben

de projectielen op het cilindervormige gedeelte bij den kop eene verdikking, zoodanig, dat het verschil in middellijn tusschen de ziel over de velden en deze z.g. centreering slechts 0.3 m.M. bedraagt.

*a. De Granaat.* (zie fig. 4)

De granaat is een stalen projectiel, voorzien van eene brisante springlading, gevormd door pikrinezuur; de wand van het projectiel bestaat uit één stuk. Aan de punt bevindt zich een gat met schroefdraad ter opneming van de schokbuis. De lading pikrinezuur (fig. 5) is geplaatst in eene kartonnen huls *a*, welke weder omsloten wordt door een blikken koker *c* van zoodanige afmetingen, dat hij juist past in eene inzinking *c* (fig. 4) van den bodem van de granaat en in eene vernauwing *d*, aangebracht onder het buisgat. De ruimte, gevormd tusschen den blikken koker en den binnenwand van het projectiel, is opgevuld met een rookgevend mengsel, bestaande uit *phosphorus* en *parafine*. Dit rookgevend mengsel is bepaald noodig, omdat de ontploffingsproducten van het pikrinezuur geene voldoende zichtbare rookwolk verspreiden om het springpunt duidelijk te kunnen waarnemen. Het rookgevend mengsel verspreidt eene zich goed afteekenende rookwolk, zoo dik, dat bij het afgeven van een snelvuur, het doel er door kan worden bedekt; de ontsteking geschiedt door de vlam van het ontploffende pikrinezuur.

Het gegoten pikrinezuur heeft eene dichtheid van  $\pm 1.6$ . Men bezigt het in gegoten toestand om te voorkomen, dat bij het afgaan van het schot het pikrinezuur in het onderste gedeelte van de huls, waarin het is besloten, samenkoekt, waarvan ontijdig springen van het projectiel het gevolg zou kunnen zijn, terwijl ook de nauwe aansluiting tusschen de ontstekingslading en het pikrinezuur zelf zou worden opgeheven; de zekerheid van ontploffen zou hierdoor verloren kunnen gaan. 1)

---

1) In plaats van gegoten, kan het pikrinezuur ook, met de zelfde bedoeling, in samengepersten toestand worden aangewend.

De grootte der lading bedraagt ongeveer 120 G.

Als vulling voor brisante granaten is pikrinezuur eene uiterst geschikte stof. In zuiveren toestand is het zeer schokveilig, zoodat er geene of weinig kans bestaat, dat door het pikrinezuur ontijdig springende projectielen zullen voorkomen. Intusschen is er eene omstandigheid, welke bij het gebruik van pikrinezuur bijzonder in het oog dient te worden gehouden. Het verbindt zich namelijk zeer gemakkelijk met verschillende metalen en vormt daarmede pikraten, welke niet alleen zeer gevoelig zijn voor stooten, wrijven of temperatuursverhooging, maar ook onderhevig zijn aan zelfontleding. Het is daarom, dat er met bijzondere zorg gewaakt worden moet tegen aanraking van pikrinezuur met metalen; hierdoor kan het gebruik van de papieren huls, waarin de lading besloten is, worden verklaard.

De kracht van pikrinezuur is vele malen grooter dan van zwart buskruit; 1 G. pikrinezuur levert  $\pm 850$  c.M<sup>3</sup>. gas bij 0° C. en 760 m.M. druk. — dus evenveel als rookzwak buskruit (zie bladz. 4) — terwijl 1 G. zwart buskruit onder de zelfde omstandigheden gerekend wordt te kunnen ontwikkelen  $\pm 275$  c.M<sup>3</sup>.; de temperatuur, bij de ontploffing heerschende, kan bij pikrinezuur gesteld worden op  $\pm 2400^{\circ}$  C. tegen  $\pm 2000^{\circ}$  bij zwart salpeterkruit.

Niet alleen, dat de hoeveelheid gas, door het pikrinezuur te ontwikkelen, grooter is, dan van eene zelfde hoeveelheid zwart kruit en dat de temperatuur hooger is, maar vooral is de tijd, waarin de vorming der ontploffingsproducten van de eerstgenoemde stof plaats heeft, veel korter dan die, waarin dit geschiedt bij de in de tweede plaats genoemde. De brisante werking van het pikrinezuur wordt juist bepaald door den zeer korten tijd, waarin het ontploft.

Voor het ontsteken der lading pikrinezuur worden achtereenvolgens in het projectiel nog verschillende stoffen aangebracht, welke hieronder behandeld zullen worden.

Omtrent de ontsteking kan worden aangeteekend, dat het

grootte bezwaar, dat aan het gebruik van brisante stoffen als projectiellading verbonden is, niet zoo zeer geweten moet worden aan de eigenschappen van die stoffen zelve, maar wel aan de moeilijkheid, waarmede zij tot detonatie worden gebracht; die moeilijkheid vermeerdert naarmate de stof meer bestand is tegen schokken of z. g. schokveilig is. Aangezien nu als springlading voor projectielen in het bijzonder brisante stoffen gebruikt moeten worden, welke zeer schokveilig zijn, brengt de wijze van ontsteking dikwijls eigenaardige moeilijkheden mede. Gedurende langen tijd werd voor het ontsteken van brisante projectielladingen uitsluitend slagkwik gebezigd, dat in den vorm van een pijpje, met 1 à 2 G. slagkwik, zoodanig in het projectiel geplaatst was, dat het in de onmiddellijke aanraking met de brisante stof was, terwijl het slagkwikpijpje op zijne beurt ontstoken werd door de vlam van den slagdop van de buis. Nu is slagkwik op zich zelve eene zeer gevaarlijke stof, welke bij geringe wrijving dadelijk ontploft en dientengevolge uiterst gevoelig is voor schokken en stooten; door samenpersing kan hieraan echter tegemoet gekomen worden. Hoewel bij verschillende artillerieën voor het ontsteken van brisante ladingen gebruik gemaakt wordt van slagkwikpijpjes en dit nog tot geene onheilen aanleiding heeft gegeven, heeft men toch gemeend, uit een veiligheidsoogpunt, van de toepassing daarvan bij de granaat van 7 c.M. te moeten afzien, zoodat daarbij de volgende eenigszins gecompliceerde inrichting bestaat.

In eene uitholling, aangebracht in het bovenste gedeelte van de papieren huls, welke de pikrinezure lading bevat, is geplaatst een van dun messing vervaardigde koker (fig. 6), gevuld met  $\pm$  20 G., los aangedrukt, poedervormig nitroglycerine-buskruit, terwijl daarboven aangebracht is een stalen aanvuurdop, (fig. 7) gevuld met samengeperst nitroglycerinekruit; in dit laatste is eene kegelvormige uitholling *a* gemaakt, gevuld met zeer fijn gemalen nitroglycerinekruit. De stalen aanvuurdop drukt tevens den vilten ring *b* (fig. 5) stevig op den bovenkant van de pikrinezure lading, welke daardoor een

vasten stand in het projectiel verkrijgt. Boven dezen aanvuurdop is de schokbuis (fig. 8) in het buisgat geschroefd, welke, behalve slagsas in den dop *a*, nog een buskruitcylinder bezit in het aanbeeld *b*.

Bij het afgaan van het schot blijft de veiligheidsring *c* achter, drukt daardoor de vleugels *d* van de veer *e* langs het aanbeeld, schuift zelf langs dat aanbeeld en vormt daarmede één geheel. De spiraalveer *f* belet een ontijdig vooruitgaan van het aanbeeld, terwijl het looden plaatje *g* verhoeden moet, dat het aanbeeld, na het gewapend worden van de buis, opveert en met zijne naald in de slagsas zou geraken. Wanneer de snelheid van het projectiel plotseling vertraagd wordt, bijv. door het maken van een aanslag, behoudt het aanbeeld zijne snelheid en dringt met de naald in de sas van den dop *a*. De daardoor ontstane vuurstraal slaat door het kanaal van het aanbeeld, wordt versterkt, wanneer hij door den buskruitcylinder slaat en treft het fijngemalen nitroglycerinekruit in de kegelvormige uitholling *a* (fig. 7) van den aanvuurdop. Het samengeperste kruit in dezen dop wordt daardoor ontstoken en omdat dit verbrandt in eene kleine ruimte, welke door het kruit geheel gevuld wordt, ontstaat eene krachtig spuitende vlam, welke het los aangedrukte poedervormige nitroglycerinekruit van de ontstekingslading (fig. 6) ontsteekt. Dit kruit ontploft zeer hevig, tengevolge van de uiterst krachtige ontsteking, en brengt de pikrinezure lading eveneens tot ontploffing. Hoewel de wijze, waarop de ontsteking geschiedt, vrij omslachtig is en het daardoor schijnt, alsof tusschen het oogenblik, dat de vertraging intreedt, en dat, waarop het projectiel springt, een betrekkelijk geruime tijd verlopen moet, is dit toch geenszins het geval. Het geheele proces speelt zich in zulk een uiterst korten tijd af, dat bij aanslagen van de granaten op harden bodem en bij kleinen invalshoek geconstateerd kan worden, dat het projectiel dadelijk bij het treffen, d. w. z. in den aanslag, is gesprongen in tegenstelling met hetgeen bij de gewone buskruitgranaten het geval is, waarbij de projectielen opspringen en 1 à 2 M. verder in

den tweeden boog springen. Ook bij het doorschieten van schilden blijkt eene brisant-granaat te springen op minder dan 0.5 M. achter het schild, hetgeen echter ook eene vereischte is, wil men door de scherven van de projectielen, die de schilden der vijandelijke vuurmonden doorboren, de onmiddellijk achter het schild opgestelde manschappen buiten gevecht stellen.

*b. De Granaatkartets.* (zie fig. 9)

De granaatkartets voor het kanon van 7 c.M. is eene z.g. stalen kamergranaatkartets, bestaande uit eene bus *a*, afgesloten aan de bovenzijde door eene, eveneens van staal vervaardigde, platte schijf *b*, ingericht voor het plaatsen van de tijdschokbuis. De springlading, bestaande uit 75 G. buskruit no. 2, bevindt zich in de kamer *c* onder in de bus, welke kamer van boven afgesloten wordt door middel van den spiegel *d*. De verbinding tusschen de op het projectiel geschroefde tijdschokbuis en de kamer wordt gevormd door den messingen koker *e*, gevuld met holle buskruitcilinders — welke in het gewicht van de lading zijn begrepen — zoodat de vlam, afkomstig van de buis, door deze cilinders slaande, nog versterkt wordt en eene krachtige ontsteking van de lading in de kamer verzekerd is; bovendien bestaat er geene kans, dat, zooals wel gebeurt bij het gebruik van gekorrelt kruit, het kruit in den koker samenkoekt, waardoor het doorslaan van de vlam belemmerd wordt en eene groote spreiding in de springpunten kan ontstaan.

Ten einde bij het granaatkartetsvuur eene groote dieptewerking te verkrijgen, is het gewenscht, dat in het springpunt de bus in haar geheel blijft en dat de kogeltjes uit de bus in het springpunt verder geschoten worden. Deze omstandigheid zou er toe leiden om aan de bus zware afmetingen te geven, ware het niet, dat de eisch om veel kogeltjes te kunnen bergen, juist het tegenovergestelde wenschelijk maakt. Door het bezigen van de eene of andere bijzondere staalsoort kan wel eene bus geconstrueerd worden, welke bij geringe

afmetingen zoo sterk is, dat zij nimmer bij het springen van het projectiel scheurt of breekt; het gebruik van eene dergelijke staalsoort zou echter de kosten van het granaatkartets-schot zeer hoog maken. Het is daarom meer aanbevelenswaardig om, bij behoud van geringe afmetingen van de bus, niet te hooge eischen te stellen aan de eigenschappen van het materiaal en toe te staan — zooals dan ook bij de keuring van de bussen voor het kanon van 7 c.M. is bepaald, dat  $\frac{1}{3}$  van het aantal te verschieten bussen — welk aantal afhankelijk is van de grootte der te leveren partij — bij het schot mogen breken of scheuren. De bussen hebben op het dunste gedeelte, d. i. vóór de centreering, eene wanddikte van slechts 4 m.M.

Het projectiel is gevuld met minstens 270 kogels van hard lood (eene alliage van lood en antimonium) van 12.7 m.M. middellijn en een gewicht van 11 G.; zij zijn door middel van hars vastgezet.

Op de granaatkartets wordt geplaatst eene tijdschokbuis (fig. 10), bijna geheel van aluminium vervaardigd. Omdat aluminium een zeer klein soortelijk gewicht heeft, wordt dit metaal tegenwoordig, zooveel als mogelijk is, gebezigd voor de vervaardiging der buizen; deze worden daardoor veel lichter dan wanneer zij vervaardigd worden van messing, zoodat er bij een bepaald vastgesteld projectielgewicht meer kogeltjes kunnen worden opgenomen en de uitwerking van het projectiel verhoogd wordt. Een nadeel van het gebruik van aluminium is, dat het metaal, vooral wanneer het niet voldoende zuiver is, gemakkelijk oxydeert. Het is om deze reden, dat bij het opleggen der ladingen bijzondere voorzorgen genomen moeten worden om te voorkomen, dat de buizen met vochtige lucht in aanraking komen; de geconfectioneerde ladingen voor het kanon van 7 c.M. worden dan ook in de magazijnen geborgen in dicht gesoldeerde bussen.

De tijdschokbuis (fig. 10) heeft de tegenwoordig bijna algemeen in gebruik zijnde inrichting, d. w. z. is, in het onderste gedeelte, voorzien van de schokinrichting, terwijl het bovenste gedeelte samengesteld is voor de werking als tijdbuis.



De schokrichting komt overeen met die van de schokbuis voor de brisante granaat, met dit verschil, dat het aanbeeld voorzien is van slagsas en de naald aangebracht is tegen den bovenkant van het stalen lichaam *a*, waarin de eigenlijke schokbuis is opgenomen. De tijdirichting komt in werking bij het afgaan van het schot; de percuteur *b* buigt dan de vleugels van de veer *c* recht en komt met de slagsas *d* tegen de naald. De op die wijze gevormde vuurstraal slaat door het kanaal *g* en ontsteekt den bovensten sasring *n*, waarvan de saskolom, van boven gezien, linksom gaat, d. w. z. tegengesteld aan de richting, waarin de wijzers van een uurwerk zich bewegen. Deze bovenste ring is aan de buitenzijde niet voorzien van verdeelingen en kan ook niet draaien, omdat twee punten *h*, aan de onderzijde van den sluitdop *i* aangebracht, grijpen in twee putjes, welke zich bevinden op de bovenzijde van den sasring; aangezien de sluitdop, door middel van het schroefje *k* aan het lichaam van de buis is vastgezet, is het draaien van den bovensten sasring buitengesloten. De onderste sasring is daarentegen wel draaibaar en aan de buitenzijde voorzien van eene verdeeling in meters, gaande tot 5600 M., met onderverdeelingen tot in 50 M. Van boven gezien, is de richting van de saskolom van den ondersten ring naar rechts en loopen ook de verdeelingen van dien ring rechtsom. Bij het beginpunt van de saskolom van dien ring bevindt zich een verticaal brandgat *l*, dat op de bovenzijde van den ring uitmondende, aldaar de verbinding vormt met de saskolom van den bovensten ring. In fig. 11 zijn de saskolommen der beide ringen schematisch naast elkander aangegeven, aannemende dat van boven op de buis gezien wordt en de bovenste ring door den ondersten wordt omvat. De saskolom van den bovensten ring begint bij *a* te branden en brandt dan volgens het pijltje linksom; bij *b* bereikt de vlam het verticale brandgat van den ondersten ring, slaat hier door en ontsteekt de onderste saskolom, welke bij *c* het gezwindpijpje, dat in het brandgat van de tafel der buis is aangebracht, aansteekt. De vuurstraal slaat

verder door het met buskruit gevulde kanaal  $m$  (fig. 10) naar het inwendige van het projectiel. De onderste sasring behoeft, nadat getempeerd geworden is, niet op de eene of andere wijze te worden vastgezet; vervaardigd van aluminium, is hij zoo licht, dat de drukking van den ring bij het schot tegen de tafel van de buis, als gevolg van zijne traagheid, voldoende is om het verdraaien te beletten.

Eene inrichting, waardoor het tempeeren teruggebracht is tot het verstellen van een enkelen ring, is uit het oogpunt van gemakkelijke behandeling zeer aan te bevelen en veroorlooft ook het gebruik van eene automatische tempeerinrichting. Dit voordeel is echter verkregen ten koste van eene duidelijke verdeling, omdat het verstellen van den beweegbaren ring over eene bepaalde lengte de af te branden saskolom met de dubbele lengte vermeerderd; fouten gemaakt bij het tempeeren zullen zich derhalve in de spreiding sterker doen gevoelen dan bij het gebruik van eene grootere tempeerschaal; bovendien kan, omdat de verdeelingen dicht bij elkander liggen, eene vergissing bij het tempeeren gemakkelijk plaats hebben.

In de verschillende kanalen voor het overbrengen van de vlam, bijv. van den percuteur naar de bovenste saskolom, van deze op de onderste enz., zijn buskruitcilinders aangebracht, ten einde eene krachtige ontsteking te waarborgen.

Ten slotte moet nog vermeld worden, dat de spiraalveer  $f$ , welke zich boven den percuteur bevindt, aldaar geplaatst is om te voorkomen, dat door het indeuken van het bovenste gedeelte van den sluitdop, bijv. door stooten of vallen, de percuteur naar omlaag geduwd wordt en de buis in werking komt.

Als maatstaf voor de meer of minder gelukkig geslaagde constructie van eene granaatkartets wordt meermalen het z.g. *rendement* beschouwd, waaronder dan verstaan moet worden de verhouding van het gewicht der kogels tot dat van de overige deelen van het projectiel. Aangezien de grootste nit-

werking van eene granaatkartets verkregen wordt door de vulkogels, verdient het aanbeveling het rendement zoo hoog mogelijk op te voeren. Met de tegenwoordig in gebruik zijnde granaatkartetsen heeft men  $\pm 51\%$  als maximum kunnen bereiken. Bij de granaatkartets voor het kanon van 7 c.M. is dit  $\frac{270 \times 0.011}{6} = 49.5\%$ ; als vergelijking moge dienen, dat

de granaatkartets van 8 c.M. St. een rendement bezit van slechts 36%. Met nadruk dient er hier echter op gewezen te worden, dat het rendement van eene granaatkartets op zich zelf geen voldoende maatstaf oplevert voor de beoordeeling van de te verwachten uitwerking van een dergelijk projectiel, omdat daarbij, behalve het aantal kogeltjes, nog in aanmerking moeten gebracht worden de grootte van den tophoek van den verspreidingskegel der kogeltjes, de snelheidsvermeerdering, welke deze in het springpunt verkrijgen, de wijze, waarop zij in den kegel worden verdeeld enz., in één woord, de geheele inrichting van het projectiel.

### 3. De werking van het buskruit in den vuurmond.

Er zal worden uitgegaan van een geladen vuurmond, waarbij de bodem der huls gesteund wordt door den voorkant van het sluitstuk; het slaghoedje van den ontstekingsdop bevindt zich daarbij vóór de punt van de slagpin. Het projectiel ligt met de centreering in het getrokken gedeelte van de ziel, terwijl de geleiband zich bevindt bij den aanvang van de trekken.

Wanneer door het aftrekken de slagpin onder de werking van de slagveer naar voren schiet en met haar punt tegen den bodem van den ontstekingsdop aankomt, ontploft de in het slaghoedje zich bevindende slagsas. Hierdoor wordt het buskruit n°. 2 van dien dop ontstoken en slaat eene krachtige vlam door het kanaal, dat gevormd wordt door de binnenopeningen van de schotels der lading; deze begint zich dientengevolge in gassen om te zetten.

De wijze, waarop de gasvorming in den vuurmond plaats

heeft, wordt voor een deel geregeld door den vorm van de schotels der kruithading. In het algemeen is het gewenscht — ten einde den maximum gasdruk niet op te voeren — om gedurende den tijd, dat het projectiel in den vuurmond verblijft, d. i. bij het kanon van 7 c.M., ongeveer 0.007 seconde — een gelijkmatigen gasdruk in den vuurmond te hebben, waarvoor het noodzakelijk is, dat de gasontwikkeling progressief zij; dit laatste is bepaald noodig, aangezien door de steeds grooter wordende snelheid van het projectiel, de ruimte daarachter in opvolgende gelijke tijdsdeelen in sterkere mate aangroeit. De hoeveelheden gas, welke in gelijke elkander opvolgende tijden moeten ontwikkeld worden, zullen dus om den gasdruk gelijkmatig te houden, ook voortdurend moeten aangroeien.

Aannemende, dat een buskruitkorrel bij ontsteking op alle vlakken tegelijk gaat branden, zal de kleinste afmeting van de korrel den tijd bepalen, waarin deze geheel in gassen omgezet is. Uit den vorm en de afmetingen der schotels kan de wijze van gasvorming worden nagegaan. Daarbij zal uitgegaan worden van de volgende afmetingen, t. w. 74 m.M. als middellijn van den omtrek, 25 m.M. als middellijn van de opening en 1 m.M. als dikte van den schotel. De inhoud van zulk een schotel, d. w. z. de hoeveelheid kruit, waaruit hij bestaat, is  $3810 \text{ m.M}^3$ . De totale verbrandingstijd is afhankelijk van de kleinste afmeting, dus hierbij van 1 m.M.; als aangenomen wordt, dat de korrel aan alle zijden brandt, zal na het verstrijken van het  $\frac{1}{5}$  gedeelte van den geheelen tijd, de dikte verminderd zijn tot  $1 - 2 \times \frac{1}{10} = 0.8 \text{ m.M.}$  De uitwendige middellijn wordt dien-tengevolge verkleind tot  $74 - 2 \times \frac{1}{10} = 73.8 \text{ m.M.}$ , de inwendige vergroot tot  $25 + 2 \times \frac{1}{10} = 25.2 \text{ m.M.}$ ; de inhoud van den schotel zal op dat tijdstip verminderd zijn tot  $3023 \text{ m.M}^3$ . Na verloop van het eerste  $\frac{1}{5}$  gedeelte van den verbrandingstijd is er dus  $3810 - 3023 = 787 \text{ m.M}^3$ . verbrand.

Op de zelfde wijze is het mogelijk te bepalen, hoeveel  $\text{m.M}^3$ . verbrand zijn na het verstrijken van  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{3}{5}$  en  $\frac{4}{5}$  gedeelten van

den verbrandingstijd; daarvoor wordt respectievelijk gevonden :  
1561, 2323 en 3073 m.M<sup>3</sup>.

In de elkander opvolgende  $\frac{1}{5}$  gedelten van den tijd verbranden dientengevolge achtereenvolgens :

787, 774, 762, 750 en 737 m.M<sup>3</sup>. of telkens nagenoeg ook  $\frac{1}{5}$  gedeelte van den oorspronkelijken inhoud. Bij gelijken druk is dus de gasontwikkeling van het schotelveerenbuskruit constant; bij toeneming van den druk — zooals in den vuurmond het geval is, vóór dat de maximum gasdruk is bereikt — zal de gasontwikkeling progressief zijn; uit dit oogpunt is de schotelvorm voor het kruit geschikt.

Tengevolge van den druk van het buskruitgas tegen den projectielbodem, zal dit in beweging komen, als die druk groot genoeg is om den weerstand te overwinnen, welke geboden wordt om den band in de trekken te dringen. Deze druk is vrij groot, omdat het verschil tusschen de middellijn van de ziel over de trekken en die van het projectiel over het dikste gedeelte van den geleiband  $\pm 1.20$  m.M. bedraagt, zoodat er betrekkelijk veel metaal van den band verdrongen moet worden; hoewel niet met juistheid bekend, kan aangenomen worden, dat eerst bij een druk van 250 à 300 atmosferen het projectiel in beweging komt.

Van het oogenblik, dat dit geschiedt, wordt de beweging van het projectiel versneld, zoodat het ten slotte met eene snelheid van ongeveer 500 M. de monding verlaat. Deze snelheid is niet altijd even groot. Er zijn verschillende factoren aanwezig, welke daarop invloed uitoefenen. Bij eenige elkander opvolgende schoten, uit een zelfden vuurmond gedaan, vormen de tolerantien, welke bij de vervaardiging der projectielen moeten worden toegestaan, de verschillen in het gewicht der projectielen en in de afmetingen van den geleiband enz., eenige der oorzaken, waardoor de aanvankelijke snelheden verschillen. Een der voornaamste oorzaken zetelt echter in de eigenschappen van het buskruit.

De vrij groote afmetingen van de schotels is oorzaak, dat  
1906/07. I.

de kracht, in een schotel opgehoopt, niet juist gelijk is aan die van een anderen en aangezien eene lading niet uit een zeer groot aantal schotels bestaat, is het mogelijk, dat de voortdrijvende kracht van de ééne lading in grootte verschilt met die van eene andere. Bij kruitsoorten, waarvan de korrels kleiner zijn, kan door eene oordeelkundige menging van het afgewerkte kruit eene groote gelijkslachtheid verkregen worden; door de groote afmetingen der schotels is eene doelmatige menging moeilijk te bewerkstelligen. Voorts is het nog onzeker of door den eigenaardigen vorm en de veerende eigenschappen der schotels gedurende de ontploffing eenige dier schotels niet worden samengedrukt; mocht dit laatste het geval zijn, dan falen alle theoretische beschouwingen omtrent gelijkmatige verbranding en zullen de verschillen in aanvankelijke snelheden zeker niet kleiner worden. Welke intusschen de juiste oorzaak ook zijn moge, dat bij het gebruik van schotelveerenbuskruit betrekkelijk groote verschillen in de aanvankelijke snelheden verkregen worden, kan verder buiten beschouwing blijven; een feit is het, dat bij de keuring van dit kruit, als maximum van het toegestane grootste verschil in aanvangsnelheid bij 10 schoten 9 M. is vastgesteld moeten worden, terwijl dit bij andere kanonnen en andere kruitsoorten gewoonlijk slechts ongeveer 6 M. bedraagt. Hieruit volgt, dat bij het vuren uit een zelfde kanon bij opvolgende schoten een verschil in aanvankelijke snelheid kan verwacht worden van  $\pm 10$  M., waardoor de spreiding der projectielen zal vermeerderen.

Eene andere oorzaak, waarom de aanvankelijke snelheid niet juist 500 M. zal bedragen, is gelegen in de omstandigheid, dat de kracht door het rookzwakke buskruit te ontwikkelen, afhankelijk is van de temperatuur, welke het op het oogenblik, dat het gebruikt wordt, bezit. Uit een groot aantal proefnemingen is het gebleken, dat voor elken graad Celsius, de aanvankelijke snelheid van het projectiel met  $\pm 0.07$  % verandert wordt.

De gebruiksladingen van het schotelveerenbuskruit zijn

zoodanig bepaald, dat de snelheid van het projectiel 500 M. is bij eene temperatuur van  $+ 10^{\circ}$  C. Onderstel nu, dat in den zomer het kruit eene temperatuur bezit van bijv.  $+ 20^{\circ}$  C. en in den winter van bijv.  $- 5^{\circ}$ , dan zal in het eerste geval de gemiddelde snelheid zijn :

$$500 + 10 \times 0.07 \times 5 = \pm 504 \text{ M. en in het 2}^{\text{de}} \text{ geval :}$$

$$500 - 15 \times 0.07 \times 5 = \pm 495 \text{ M.}$$

Opgemerkt moet worden, dat rookzwak buskruit een slechte warmtegeleider is, zoodat het betrekkelijk langzaam de temperatuur van de omgeving overneemt; in zooverre is dit eene gelukkige omstandigheid, omdat voor het overige de temperatuur op zich zelve van veel invloed is. Plotselinge dalingen of rijzingen van de temperatuur van de omgeving zullen dientengevolge niet dadelijk invloed hebben op de kracht van het kruit. Wanneer bijv. een voorwagen, gevuld met munitie, een geruimen tijd van den dag blootgesteld is geweest aan zonnehitte, zal de temperatuur van het kruit der ladingen eveneens stijgen; wordt nu echter de temperatuur van die zelfde ladingen opgemeten in den daarop volgenden avond of in den nacht, wanneer de voorwagen reeds is afgekoeld, dan zal het blijken, dat deze niet zooveel is gedaald, als eigenlijk in verband met de daling in temperatuur van de buitenlucht verwacht zou worden. De eigenschap om de warmte slecht te geleiden, komt aan de regelmatigheid der aanvankelijke snelheden van de projectielen ten goede.

Aangezien de ondervinding, tot nu toe opgedaan met het rookzwakke buskruit, aangetoond heeft, dat dit kruit bij het bewaren iets in kracht achteruit gaat, doch dat deze achteruitgang in hoofdzaak beperkt blijft tot het eerste jaar na aanmaak, heeft men bij het bepalen van de gebruikslading deze eenige grammen grooter genomen dan feitelijk uit de berekening voor het verkrijgen van eene snelheid van 500 M. zou volgen. Hierbij kan vermeld worden, dat 1 G. meer of minder lading de aanvankelijke snelheid van het projectiel in het kanon van 7 c.M. met  $\pm 0.7$  M. wijzigt.

Boven is gezegd, dat het projectiel in beweging geraakt als de druk op den bodem voldoende is om den geleiband in de trekken te duwen; hiervoor zou noodig zijn een druk van 250 à 300 atmosfeeren. Na dat oogenblik stijgt de druk spoedig tot zijne maximum waarde, welke afwisselt van 1700 tot 1900 atmosfeeren. Deze druk blijft beneden dien, waarmede elke vuurmond gekeurd wordt; bij die keuring worden toch uit elk kanon 6 schoten gedaan met een gemiddelden maximum gasdruk van 1900 tot 2200 atmosfeeren.

Om een denkbeeld te kunnen verkrijgen omtrent de meerdere of mindere regelmatigheid van den gasdruk in een vuurmond, kan met voordeel gebruik worden gemaakt van de verhouding tusschen den maximum druk en den z.g. *gemiddelden druk*. Onder den gemiddelden druk moet verstaan worden een druk van constante grootte, welke werkende tegen den bodem van het projectiel, gedurende zijne beweging door de ziel, daaraan de zelfde aanvankelijke snelheid mededeelt, als bij het optreden van de gasdrukken bij het schot. Hoe grooter nu de bedoelde verhouding is, des te hooger zal de maximum gasdruk zijn in vergelijking met de drukken, welke in den vuurmond optreden, vóór of na het oogenblik, dat de maximum druk werkt, des te minder gelijkmatig zal de werking van het buskruit wezen. Hoe kleiner daarentegen de verhouding tusschen de beide bedoelde drukken is, des te regelmatigiger heeft de gasvorming plaats, des te minder zullen vuurmond en projectiel van de gasdrukken te lijden hebben.

De gemiddelde druk is als volgt te bepalen. Wanneer  $l$  M. den weg voorstelt, welke door den projectielbodem in den vuurmond afgelegd moet worden, het kaliber  $d$  c.M. bedraagt 1), het gewicht van het projectiel  $p$  K.G. is, de versnelling van de zwaartekracht  $g$  M. en de aanvankelijke snelheid van het projectiel  $v_0$  M. is, dan is het arbeidsvermogen van het pro-

1) Hiervoor te nemen de middellijn over de velden plus  $2 \times \frac{1}{2}$  diepte der trekken, omdat de gassen eveneens drukken tegen den band, welke door de velden is ingesneden.



jectiel bij de monding, per c.M<sup>2</sup>. van de dwarsdoorsnede  $\frac{2. p. v_0^2}{\pi. g. d^2}$ . Dit arbeidsvermogen wordt verkregen door het verrichten van arbeid van den druk der gassen tegen den projectielbodem; een gedeelte van dien arbeid wordt o. a. besteed voor het in ronddraaiende beweging brengen van het projectiel om zijne lengte-as; het gevolg hiervan is, dat aangenomen kan worden, dat slechts 86% van den door de gassen verrichten arbeid op het projectiel overgedragen wordt voor het verkrijgen van de vereischte aanvankelijke snelheid. De door de gassen verrichte arbeid per c.M<sup>2</sup>. is dientengevolge:

$$\frac{100}{86} \times \frac{2 p v_0^2}{\pi g d^2} = \frac{2.3 p v_0^2}{\pi g d^2} \text{ en de gemiddelde druk:}$$

$$\frac{2.3 p v_0^2}{\pi g d^2} : \frac{1}{l} = 0.074 \frac{p v_0^2}{d^2 l} \text{ KG. per c.M}^2. \text{ of:}$$

$$0.074 \frac{p v_0^2}{d^2 l} \times \frac{1}{1.033} = 0.072 \frac{p v_0^2}{d^2 l} \text{ atmosfeeren.}$$

Deze formule, toepassende op het kanon van 7 c.M., verkrijgt men voor de grootte van den gemiddelden druk:

$$0.072 \times \frac{6 \times 500^2}{7.6^2 \times 1.795} = 1042 \text{ atmosfeeren 1).}$$

De verhouding tusschen den maximum en den gemiddelden druk is dan  $\frac{1800}{1042} = 1.73$ .

Bij het gebruik van rookzwak buskruit in lange kanonnen en bij eene goede regeling van den druk is deze verhouding gewoonlijk gelegen tusschen 1.50 en 2.00; in dit opzicht is de verdeling van den gasdruk in den vuurmond naar wensch geregeld.

Ten slotte kan nog op eene andere wijze nagegaan worden of de lading buskruit, zooals zij in het kanon van 7 c.M. gebezigd wordt, voor dat kanon geëigend is. In eene bepaalde lading buskruit is eene zekere hoeveelheid energie opgehoopt;

---

1)  $l =$  lengte getrokken gedeelte + breedte band + lengte projectiel achter den band =  $1747 + 10 + 38 = 1795$  m.M.

hoe grooter gedeelte van die energie overgedragen wordt op het projectiel, m. a. w. hoe minder daarvan verbruikt wordt voor het achteruitbrengen van het kanon, voor het verwarmen van de omgeving enz., des te gunstiger zijn de omstandigheden, waaronder het buskruit wordt gebezigd. Men spreekt hierbij van het *nuttig effect* van eene lading en bedoelt daarmee dat gedeelte van de hoeveelheid energie, dat omgezet wordt in arbeidsvermogen van het projectiel aan de monding.

Voor het kanon van 7 c.M. verkrijgt men voor het nuttig effect van de lading de volgende berekening. Gewoonlijk wordt aangenomen, dat in 1 K.G. nitroglycerine-buskruit opgehoopt is eene energie van  $\pm 550$  MT. Voor eene gemiddelde lading van 0.450 KG. wordt dientengevolge eene energie verkregen van  $0.45 \times 550 = 247.50$  MT. Het totale arbeidsvermogen van het projectiel aan de monding bedraagt

$$\frac{1}{2} \frac{p}{g} v^2 = \frac{1}{2} \times \frac{0.006}{9.812} \times 500^2 = 76.44 \text{ MT.}, \text{ zoodat het nut-}$$

tig effect wordt  $\frac{76.44}{247.50} = 31\%$ . Aangezien het nuttig effect bij

gebruik van rookzwak buskruit afwisselt van 25 tot 33%, blijkt het, dat bij het kanon van 7 c.M. de keuze van grootte en eigenschappen der lading ten opzichte van het gewicht van het projectiel, de lengte der ziel, door het projectiel doorloopen, enz. gunstig kan beoordeeld worden.

#### 4. De werking van het schot op de rem en op de affuit.

Om zich een duidelijk beeld te kunnen vormen van de krachten, welke bij het schot in de rem werkzaam zijn, en welke drukkingen daarbij op de affuit worden uitgeoefend, is het gewenscht de algemeene inrichting van affuit met reminrichting nader te beschouwen (zie fig. 12 en 13).

Aan de achterzijde van den vuurmond bevindt zich aan de onderzijde een nok *a*, waaraan door middel van eene schroef *b* — de z.g. *spanschroef* — de met glycerine en water gevulde remcylinder *c* verbonden is, zoodat remcylinder en vuurmond één vast geheel uitmaken. In den remcylinder bevindt zich

een zuiger  $d$ , waarvan de stang  $e$  aan de voorzijde van de wieg  $f$  is bevestigd. Deze wieg, van trogvormige gedaante, vormt aan de bovenzijde twee geleibanen, waarover het kanon met klauwen kan schuiven; voorts omsluit zij den remcylinder en grijpt met eene verticale spil  $g$  — aan de onderzijde aangebracht — in een daarvoor bestemd gat van den wiegdrager  $h$ . De wiegdrager rust met twee tappen op de onderaffuit  $i$ . Voor het geven van de hoogterichting wordt de wiegdrager gedraaid om zijne tappen, voor het geven van de zijdelingsche richting wordt de wieg heen en weer bewogen om hare spil, die in den wiegdrager grijpt. Om den remcylinder zijn spiraalveeren  $k$  geschoven, welke worden opgesloten, aan de voorzijde door een kraag van den remcylinder  $l$ , aan de achterzijde door den bodem van de wieg  $m$ .

Bij het afgaan van het schot glijdt het kanon met den remcylinder in achterwaartsche richting over de wieg, waardoor de spiraalveeren worden samengedrukt en gespannen en in den remcylinder de noodige weerstand opgewekt wordt om den terugloop uit te putten; is deze uitgeput dan wordt onder de werking van de spiraalveeren de vuurmond weder naar voren geschoven; in fig. 13*b* is de stand van den vuurmond aangegeven na terugloop.

Omdat bij het schot de onderaffuit volkomen stil blijft staan, — hetgeen voor het afgeven van een snelvuur bepaald noodig is — zullen de daarop werkende krachten zoo gering mogelijk moeten zijn, terwijl er tevens getracht moet worden, de werking dier krachten nog zooveel mogelijk te verminderen. Nu ontstaat er bij elke affuit bij het schot neiging om het steunpunt van den staart op den grond achterover te wentelen, vooral wanneer die staart door eene daaraan bevestigde schop, die zich in den grond vastgezet heeft, belet wordt te verschuiven. Dat achteroverslaan wordt tegengegaan door de werking van het gewicht van het geheele samenstel, omdat dit gewicht aangrijpt in het zwaartepunt, hetwelk vóór het steunpunt van den staart gelegen is. Bovendien zal door het bezigen van eene lange affuit de hefboomsarm, waaraan het gewicht, ten

opzichte van het steunpunt van den staart werkt, vergroot worden en op die wijze de invloed van het gewicht worden vermeerderd. De eisch om de onderaffuit te laten stilstaan, is dan ook de oorzaak, dat de affuit voor het kanon van 7 c.M. zoo lang is, in vergelijking met de vroegere affuiten zonder vuurmond-terugloop. (De afstand van het steunpunt van de raden tot dat van den staart is bij het kanon van 7 c.M. 2.4 M. en bij het kanon van 8 c.M. St. 1.9 M.). Ook is eene geringe vuurhoogte gunstig om het achteroverslaan tegen te gaan; de kracht, welke dit achteroverslaan veroorzaakt, werkt dan ten opzichte van het steunpunt van den staart aan een kleinen hefboomsarm. Wanneer geene rekening behoefde te worden gehouden met den eisch, dat het gewicht van het kanon van 7 c.M. eene bepaalde grens niet mag overschrijden, ten einde de beweegbaarheid niet te schaden, kon de stilstand van de affuit voor een gedeelte verkregen worden door vermeerdering van het gewicht. Nu men echter juist naar eene vermindering daarvan streeft, moet door eene oordeelkundige constructie van de rem getracht worden, de invloed van de werking van het schot op de onderaffuit zoo gering mogelijk te doen zijn.

Zooals bij de behandeling van de werking der buskruitlading reeds beschreven is, gaat het projectiel in beweging, vóór dat de maximum gasdruk is bereikt, terwijl van het oogenblik, dat het projectiel in beweging komt, tot dat, waarop het de monding verlaat, de snelheid daarvan voortdurend toeneemt. Denkt men zich voor een oogenblik de vuurmond — d. w. z. de schietbuis — geheel vrij, evenals het projectiel, dan zal hierbij ook in het eerste oogenblik eene vermeerdering in snelheid in achterwaartsche richting plaats vinden, doch, nadat het projectiel de monding heeft verlaten, wordt deze snelheid vertraagd. Wanneer het kanon op de affuit rust, zal de invloed van die ongelijke snelheden van het kanon het gevolg hebben, dat bij den aanvang van het achteruitgaan daarvan een groote druk op het onderstel uitgeoefend wordt, welke gaandeweg vermindert, totdat de geheele terugloop-

energie van het kanon is uitgeput. De rem moet daarom zoodanig geconstrueerd worden, dat die onregelmatige drukken, als gevolg van de ongelijke terugloopsnelheden van het kanon, voor de onderaffuit omgezet worden in een kleinen druk van gelijkmatige grootte; op deze wijze kan het stilstaan van de onderaffuit bevorderd worden; de weerstand, door de rem geboden, moet op elk oogenblik nagenoeg constant zijn.

De omstandigheid, dat bij eene affuit met vuurmondterugloop bij het teruggaan van het kanon over de wieg het zwaartepunt verplaatst wordt en meer naar het steunpunt van den staart wordt verlegd, maakt, dat de hefboomsarm, waaraan het gewicht van het geheele samenstel werkzaam is om het achteroverslaan van de affuit tegen te gaan, daarbij kleiner wordt, zoodat de invloed van het gewicht op het stilstaan der affuit, naarmate het kanon achteruitkomt, vermindert. Het is om deze reden, dat de weerstand, door de rem geboden, niet constant gehouden kan worden, maar naarmate het kanon meer achteruitkomt, eenigszins moet verminderen. Om den druk, welke de onderaffuit op elk oogenblik ondervindt, klein te houden, verdient het aanbeveling, den terugloop over een grooten afstand uit te putten; de terugloop van het kanon van 7 c.M. over de wieg bedraagt dan ook ongeveer 1.28 M.

Resumeerende, blijkt het, dat *het stilstaan van de onderaffuit verkregen is door gebruik te maken van eene lange affuit, gepaard aan eene geringe vuurhoogte; door den vuurmond een grooten terugloop te geven en door de rem zoodanig te construeeren, dat de gemiddelde weerstand nagenoeg constant is.*

De weerstand, door de rem geboden, ontstaat voor een gedeelte door het samendrukken der spiraalveeren, welke om den remcylinder gelegd zijn, voor een ander gedeelte door het persen van de vloeistof in den cylinder door openingen, aangebracht in den zuiger. Boven is gezegd, dat de gemiddelde weerstand, dat is dus de weerstand op elk oogenblik, nagenoeg constant moet zijn; aangezien de weerstand van de spiraal-

veeren toeneemt, naarmate zij samengedrukt worden, zal de weerstand van de eigenlijke vloeistofrem moeten afnemen, naar gelang de vuurmond meer naar achteren schuift. De zuiger is voorzien van twee nokken, welke passen in twee gleuven van den wand van den remcylinder, evenwijdig met de as van dien cylinder aangebracht; door deze inrichting wordt de zuiger belet te draaien. Het z. g. ventielstuk, dat tegen den zuiger aangebracht is, is daarentegen draaibaar om de stang van den zuiger en grijpt met twee nokken in twee schroefvormige gleuven, welke eveneens in den binnenwand van den remcylinder aangebracht zijn. Zuiger en ventielstuk zijn van doorstromingsopeningen voorzien, welke in den rusttoestand, d. w. z. vóór het afgaan van het schot tegenover elkander liggen. In dien toestand worden de openingen door kleppen afgesloten. Bij het afgaan van het schot wordt de glycerine, welke zich bevindt tusschen den voorwand van den remcylinder en den zuiger, door de openingen van zuiger en van ventielstuk geperst naar de ruimte achter den zuiger. De kleppen worden door den druk van de doorstroomende vloeistof opgelicht en werken dus bij den terugloop niet mede. Het ventielstuk draait, omdat het met zijne twee nokken in de schroefvormige gleuven van den remcylinder grijpt, langs den zuiger, waardoor de doorstromingsopeningen in den zuiger geleidelijk kleiner worden en ten slotte geheel gesloten zijn als de terugloop van het kanon is geëindigd. Door het laatste wordt voorkomen, dat de zuiger stoot tegen den voorwand van den remcylinder, zoodat beschadiging daarvan is buitengesloten. Omdat bij het eindigen van den terugloop de doorstromingsopeningen geheel gesloten zijn, kunnen de kleppen niet meer worden opgelicht, zoodat zij hun normalen stand weder innemen. Door het regelen van de grootte der doorstromingsopeningen, in verband met de meerdere samendrukking der spiraalveeren 1) en met de veranderlijke terug-

1) Deze veeren bezitten te zamen reeds eene voorspanning van 270 K.G., welke dus eerst overwonnen moet worden, voor dat de vloeistofrem in werking komt.

loopsnelheid van het kanon wordt de gewenschte regeling van den weerstand verkregen.

Door de in de spiraalveeren opgewekte spanning wordt het kanon weder naar voren geschoven, waarbij de glycerine door de verschillende openingen van zuiger en ventielstuk kan heenstromen. Naarmate het kanon meer naar voren schuift, worden de doorstromingsopeningen van het ventielstuk kleiner, terwijl zij geheel gesloten zijn, als het kanon geheel in batterij is geloopen. Een eventueele schok wordt daarbij nog gebroken door een caoutchouc kussen, dat tegen den achterwand van de wieg bevestigd is.

Om zich een denkbeeld te kunnen vormen van de grootte der verschillende krachten, welke bij de veldaffuit van 7 c.M., bij het afgaan van het schot, werkzaam zijn, moge de volgende berekening dienen.

Stel  $p$  = het gewicht van het projectiel = 6 K.G.,

$q$  = » » » de buskruitlading = 0.45 K.G.,

$V_0$  = de aanvankelijke snelh. van het projectiel = 500 M. en

$P$  = het gewicht van vuurmond en remcylinder = 400 K.G.

Op het oogenblik, dat het projectiel de monding verlaat, kan de hoeveelheid van beweging van vuurmond en remcylinder, gelijk aan die van projectiel en buskruitlading gesteld worden, zoodat alsdan  $(p + 1.8 \times q) V_0 = P \times v$ , wanneer  $v$  voorstelt de grootste snelheid, welke vuurmond en remcylinder verkrijgen. Uit verschillende proeven is gebleken, dat in deze formule niet het enkele gewicht van de lading in rekening gebracht moet worden, maar, omdat een gedeelte der buskruitgassen met eene grootere snelheid de monding verlaat dan het projectiel, zal de coëfficiënt, waarmee het gewicht van de lading vermenigvuldigd worden moet, grooter dan 1 moeten zijn; bij eene aanvankelijke snelheid van 500 M. is die coëfficiënt gelijk aan 1.8.

Uit de gegeven formule volgt, dat de grootste terugloopsnelheid van vuurmond en remcylinder is  $\frac{p + 1.8 \times q}{P} \times V_0$ , zoodat deze hierdoor eene hoeveelheid arbeidsvermogen ver-

krijgen van  $\frac{1}{2} \frac{P}{g} v^2 = \frac{(v + 1.8 \times q)^2}{2 P g} V_0^2$  K.G. M., als  $g =$   
de versnelling van de zwaartekracht = 9.81 M.

De verschillende waarden voor 7 c.M. invoerende, geeft een  
arbeidsvermogen van  $\frac{(6 + 1.8 \times 0.45)^2}{2 \times 400 \times 9.81} \times 500^2 = 1477$  K.G. M.

Deze hoeveelheid arbeidsvermogen moet door de rem zooda-  
nig verwerkt worden, dat de druk, uitgeoefend op de onder-  
affuit, op elk oogenblik nagenoeg de zelfde is; in dat geval is  
die druk zoo klein mogelijk. Aangezien de terugloop van het  
kanon over de wieg ongeveer 1.28 M. bedraagt, zal er gedu-  
rende dien terugloop op de onderaffuit eene kracht werken  
van  $\frac{1477}{1.28} = \pm 1154$  K.G.

Dit is zeer gering, wanneer de grootte van deze kracht  
vergeleken wordt met die, welke bij het schot wordt uitge-  
oefend op de affuit van 8 c.M. St., waarbij deze  $\pm 58000$  K.G.  
bedraagt. Oogenschijnlijk zou het verschil tusschen de beide  
opgaven te groot schijnen; hierbij moet echter in aanmerking  
genomen worden, dat bij de affuit van 8 c.M. St., in tegen-  
stelling met die van 7 c.M., rekening gehouden moet worden  
met den maximum druk, welke door de gassen tegen den  
stootbodem van het kanon uitgeoefend wordt en wel, omdat  
de vuurmond, met zijne tappan in de tappannen van de affuit  
rustende, daarmede als het ware een geheel uitmaakt, zoodat  
die druk bijna in zijne geheele grootte op de affuit werkt;  
bij de affuit van 7 c.M. heeft de grootte van den gasdruk  
betrekkelijk geen invloed, aangezien daarbij — omdat de ver-  
binding tusschen vuurmond en affuit niet vast is — rekening  
gehouden moet worden met de snelheid, welke de vuurmond  
door den gasdruk verkrijgt, niet met de grootte van den gas-  
druk op zich zelve. 1)

1) Zie hiervoor: „De werking van het schot op de affuit” door G. DE  
JOSSELIN DE JONG, *De Militaire Spectator* 1905, bladz. 18 e. v., waaraan  
tevens de andere opgaven betreffende de affuit met vuurmondterugloop  
zijn ontleend.



Hieruit volgt, dat wanneer bijv. door het gebruik van eene zeer snel verbrandende buskruitsoort de maximum gasdruk in beide kanonnen zeer veel grooter werd, zonder dat de snelheid van het projectiel werd vergroot, de kracht, welke op de affuit van 8 c.M. St. zou worden uitgeoefend eveneens zeer veel grooter zou worden, omdat die kracht evenredig is met de grootte van den maximum gasdruk, terwijl die, welke de affuit van 7 c.M. daarentegen zou ondervinden, nagenoeg gelijk zou blijven.

De kracht van 1154 K.G. tracht de affuit van hare plaats te brengen. Omdat het totale gewicht van vuurmond, affuit en schilden niet grooter mag worden dan 1000 K.G., met het oog op het met handen in batterij brengen, is men verplicht geweest, gebruik te maken van eene spoor; de druk van den staart op den grond bedraagt bij het schot, wanneer er bovendien 2 bedieningsmanschappen op de zitplaatsen zijn gezeten ( $\pm 800$  K.G. 1); deze druk is te gering om zonder schop een volkomen stilstaan der affuit te kunnen verkrijgen.

Aangezien de as, om welke vuurmond, rem, wieg en wiegdrager bij het geven der hoogterichting draaien, laag is gelegen ten opzichte van de zielas ( $\pm 35$  c.M. lager), zullen deze deelen bij het schot ook om die as trachten te wentelen, waardoor het richttoestel voor de hoogterichting een vrij aanzienlijken druk ondervindt, nog vermeerderd door het gewicht van het terugschuivende kanon. De druk op dit richttoestel wordt ter plaatse, waar het aan de zijwangen is verbonden, daarop overgebracht; de druk, welke de zijwangen aldaar ondervinden, zou  $\pm 1000$  K.G. bedragen, waarbij nog komt het gewicht der beide, op de zitplaatsen gezeten kanonniers ( $\pm 150$  K.G.) Alles te zamen genomen, zijn de krachten, welke bij het schot op de eigenlijke affuit worden overgebracht, toch gering, wanneer deze vergeleken worden met die, welke in werking komen bij eene affuit, niet ingericht voor vuurmondterugloop, zooals bijv. het kanon van 8 c.M. St. Het gevolg

---

1) Is afhankelijk van de elevatie.

hiervan is, dat met eene lichte constructie van de affuit volstaan kan worden, hetgeen met den eisch om een totaal gewicht van 1000 K.G. niet te overschrijden ook bepaald noodig is. Intusschen maakt de lichte constructie, hoe uitstekend materiaal ook aangewend is geworden, het weerstandsvermogen van de affuit tegen aanhoudende schokken minder groot, zooals bijv. tegen die, ontstaan bij het rijden over harde, ongelijke wegen, in het bijzonder in snelle gangen. De ondervinding, in deze hier te lande opgedaan met de sterk geconstrueerde affuit van 8 c.M. St., bevat eene zeer ernstige waarschuwing voor het ontzien van het materieel van 7 c.M., vooral wat betreft het rijden over harde ongelijke wegen. Steeds moet in het oog gehouden worden, dat bij de affuit van 7 c.M. niet het schot de meest vernielende werking daarop uitoefent, maar wel het gebruik als voertuig.

Wanneer de rem behoorlijk is gevuld en er zich geene gebreken aan bevinden, blijft de affuit rustig staan en werkt de rem geheel zonder schokken.

Is dit niet het geval, dan kan de oorzaak schuilen in het gebroken zijn van één der veeren, waardoor de weerstand, door deze geboden, eenigszins vermindert en de vloeistofrem meer voor hare rekening krijgt; omdat de veeren spiraalveeren zijn, zal eene gebroken veer toch altijd nog als zoodanig kunnen dienen; overschrijdt de terugloop van het kanon nog niet de daarvoor aangegeven maat, dan kan met gebroken veeren doorgevuurd worden.

Ook kan het niet of niet voldoende pakken van de schop in den grond oorzaak zijn, dat het stuk niet rustig staat. Het zal aan de affuit geen nadeel doen, wanneer de schop gesteund wordt tegen een goed weerstandbiedend voorwerp, bijv. in den grond geplaatste steenen of rails; aangezien de affuit geconstrueerd is om volkomen stil te staan, komt het er niet op aan, waardoor haar vaste stand verzekerd is. Bij het laten steunen van den staart tegen een vast voorwerp moet echter gezorgd worden, dat er eene goede aan-

sluiting daarmede wordt verkregen, zoodat schokken uitgesloten zijn; bij de constructie is hiermede toch geene rekening gehouden.

Ook kan het zijn, dat een gedeelte van de vloeistof verloren gegaan is, bijv. door lekken. In dit geval is er in de rem eene ledige ruimte, welke zich, omdat gewoonlijk onder elevatie wordt geschoten, in het voorste gedeelte van den remcylinder zal bevinden. Bij het schot zal daardoor, bij het begin van het achteruitgaan van den cylinder, de weerstand geringer zijn dan wanneer er geene vloeistof verloren was gegaan. De terugloopsnelheid van vuurmond en cylinder zal daardoor vermeerderd worden. Intusschen zijn door het naar achteren schuiven van den remcylinder de doorstroombingsopeningen van den zuiger kleiner geworden, zoodat, wanneer de ledige ruimte is doorloopen, de vloeistof plotseling door nauwe openingen wordt geperst; het gevolg van een en ander is, dat de affuit niet volkomen stil zal staan; zoo lang echter de maximum terugloop, die toegestaan is, niet overschreden wordt, kan doorgevuurd worden.

Op ééne omstandigheid dient nog gewezen te worden. Door het voortdurende vuur — in het bijzonder bij het afgeven van snelvuur — stijgt de temperatuur van de in den remcylinder zich bevindende vloeistof. Volgens door de firma KRUPP A. G. genomen proeven zou die temperatuur zelfs tot 40° C. en hooger kunnen stijgen. 1) Door deze temperatuursverhooging zet de vloeistof uit; wel is dit ook het geval met den wand van den cylinder, doch in verhouding minder. Het gevolg hiervan is, dat de zuigerstang niet meer geheel binnen den remcylinder kan worden opgenomen en de vuurmond niet meer geheel op de wieg naar voren schuift. Behalve andere oorzaken, als bijv. het minder glad zijn van de geleibanen van het kanon, kan het niet geheel naar voren schuiven van den vuurmond dus ontstaan zijn door uitzetting van de vloeistof in de rem.

---

1) *Kriegstechnische Zeitschrift* 1904, bladz. 432.

### 5. Vorm der projectielen met het oog op het overwinnen van den luchttegenstand.

Voor het gemakkelijk overwinnen van den luchttegenstand moet de op het projectiel geplaatste buis ogievormig bewerkt zijn en eene voortzetting vormen van den vorm van het projectiel; voorts mogen er zoo min mogelijk uitstekende gedeelten aan het projectiel voorkomen, zoodat de lucht gemakkelijk afvloeien kan. Aan dezen eisch voldoen de projectielen van het kanon van 7 c.M. zeer goed; zoowel bij de granaat als bij de granaatkartets verlopen de buizen in de punt met het zelfde ogief als het projectiel (fig. 4 en 9), terwijl de geleiband, welke het eenige uitstekende deel vormt, slechts 1.7 m. M. buiten den projectielwand reikt en bovendien naar voren met een schuin vlak in dien wand verloopt (fig. 3). Ook de straal, waarmede het ogievormige gedeelte is beschreven, heeft invloed op het meer of minder gemakkelijk wegvloeien der luchtdeeltjes; hoe grooter die straal is, des te spitsere de punt van het projectiel wordt. Tot nu toe werd aan pantserprojectielen, met het oog op het gemakkelijk indringen in de pantserplaten, de grootste gebruikelijke straal voor het ogief genomen, namelijk 2 kalibers; het overwinnen van den luchttegenstand werd hierdoor ook vergemakkelijkt. Bij de projectielen van het kanon van 7 c.M. is bedoelde straal eveneens 2 kalibers lang.

Aangezien verder de vertraging, welke de luchttegenstand veroorzaakt, omgekeerd evenredig is met de metaalbelasting van het projectiel, d. w. z. met het gewicht per c. M.<sup>2</sup> van de dwarsdoorsnede, is het gewenscht, die metaalbelasting groot te maken. Deze bedraagt bij de projectielen van 7 c. M.

$$\frac{6}{\frac{1}{4} \times \pi \times 7.5^2} = \pm 140 \text{ G. per c.M.}^2, \text{ eene waarde, welke tot nu toe eerst aangetroffen werd bij kalibers van omstreeks } 10 \text{ c. M.}$$

Zoowel de gunstige vorm van het ogief als de groote belasting op de dwarsdoorsnede is oorzaak, dat de projectielen van het kanon van 7 c.M., verschoten met eene aanvankelijke snelheid van 500 M., nog een afstand kunnen bereiken van

7000 M. en op dien afstand nog eene snelheid bezitten van 220 M. Over een afstand van 7000 M. is dus de snelheid 280 M. geringer geworden. Op 800 M. is de snelheid van het projectiel afgenomen tot 400 M. en op 2300 M. tot 300 M., zoodat van 2300 tot 7000 M. het projectiel slechts 80 M. in snelheid verliest.

### 6. De baan van de volle projectielen 1).

De groote snelheid van  $\pm 500$  M., waarmede de projectielen bij het kanon van 7 c. M. de monding verlaten, in verband met de groote metaalbelasting en den gunstigen kopvorm dier projectielen, is oorzaak, dat de baan, door deze projectielen doorloopen, vooral op de kleine afstanden, gestrekt is.

In onderstaande tabel zijn de vluchthoogten aangegeven boven de horizontale richtlijn van verschillende punten der banen voor de afstanden van 1000, 2000, enz. M. Deze punten liggen op  $\frac{1}{10}$  van den schootsafstand uit elkander, zoodat voor den afstand van 1000 M. die punten dientengevolge gelegen zijn op 100, 200, 300, enz. M.; voor 2000 op 200, 400, 600, enz. M.; voor 5000 M. op 500, 1000, 1500 enz. M.

TABEL 1.

*Vluchthoogten in meters boven de horizontale richtlijn bij het kanon van 7 c.M.*

| Baan voor<br>... M. | Afstanden in 10de deelen van de dracht,<br>gerekend van de monding. |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                     | 1                                                                   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
| 1000                | 3                                                                   | 4   | 5   | 6   | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   |
| 2000                | 11                                                                  | 20  | 27  | 32  | 35  | 35  | 31  | 24  | 14  |
| 3000                | 29                                                                  | 55  | 75  | 89  | 96  | 95  | 88  | 70  | 43  |
| 4000                | 60                                                                  | 113 | 155 | 184 | 200 | 200 | 182 | 141 | 79  |
| 5000                | 107                                                                 | 200 | 275 | 328 | 355 | 351 | 319 | 252 | 149 |
| 6000                | 172                                                                 | 322 | 443 | 528 | 570 | 565 | 512 | 403 | 232 |
| 7000                | 256                                                                 | 477 | 657 | 781 | 840 | 832 | 750 | 577 | 328 |

1) Bij alle hier volgende beschouwingen is rekening gehouden met de mogelijkheid om met het veldkanon van 7 c. M. te kunnen vuren tot op 1906/07. I. -

De verschillende banen zijn voorts in fig. 14 voorgesteld, waarbij voor de ordinaten eene vijfmaal grootere schaal is gebezigd dan voor de abcissen. 1)

De in bovenstaande tabel opgenomen waarden zijn verkregen door gebruik te maken van het beginsel van het zwenken der banen. Hierbij neemt men aan, dat bij de baan voor den afstand  $OA$  (fig. 15), de hoek  $SOB$  gelijk is aan den schootshoek, noodig om in horizontalen zin het punt  $B'$  te bereiken, m. a. w. gelijk is aan den schootshoek  $\alpha''$  voor den afstand  $OB'$ . Alsdan is in driehoek  $OB'B'$ ,  $BB' = \text{tang } \angle BOB' \times OB' = OB' \text{ tang } (\alpha - \alpha') = OB' \times \text{tang}$  (schootshoek voor den afstand  $OA$  — schootshoek voor den afstand  $OB'$ ). Voor de afstanden tot 4000 M. kunnen de uitkomsten, welke door middel van deze methode verkregen worden, als voldoende juist beschouwd worden; voor de groote afstanden is de baan te veel gekromd om aan de verkregen getallen eene groote mate van nauwkeurigheid toe te kennen. Intusschen kunnen zij dienen om eenigszins een denkbeeld te verkrijgen van de groote hoogte, waarop bij de groote afstanden de projectielen zich boven de richtlijn verheffen. Hoewel de invloed van den wind op de baan van het projectiel het onderwerp zal uitmaken van een afzonderlijk gedeelte, kan reeds hier opgemerkt worden, dat in verband met de omstandigheid, dat de wind op verschillende hoogte boven de aarde niet alleen verschillend van kracht is, maar ook meermalen uit een anderen hoek waait, het dikwijls

---

een afstand van  $\pm 7000$  M. Hoewel de opzet slechts verdeeld is om te kunnen vuren tot op een afstand van 5600 M., is het mogelijk, met behulp van de luchtbelbuis van den terreinhoek, aan den vuurmond eene elevatie te geven voor  $\pm 7000$  M. Wanneer de opzet gesteld wordt op de grootste hoogte d. i.  $270^{\circ}/_{\infty}$  of  $15^{\circ}6'$ , dan kan, met behulp van de luchtbelbuis, voor den terreinhoek de elevatie vermeerderd worden met een hoek, waarvan de tangens  $90^{\circ}/_{\infty}$  is d. i.  $5^{\circ}9'$ , zoodat de totale elevatie van den vuurmond wordt  $20^{\circ}15'$ , d. i. voor een afstand van  $\pm 6900$  M.

1) De cijfers, bij de ordinaten der verschillende banen aangegeven, zijn afgelezen uit de figuur; evenzoo is uit de figuur bij elke baan de ligging van het culminatiepunt en de culminatiehoogte afgeleid.

onmogelijk is om den invloed daarvan van te voren aan te geven, al is ook de sterkte en de richting van den wind aan de aardoppervlakte bekend.

Verkrijgt men door eene gestrekte baan ook eene groote bestreken ruimte voor een doel van bepaalde hoogte en kunnen daardoor groote drachten worden bereikt, door fouten, gemaakt in de hoogterichting, zullen daarentegen grootere afwijkingen worden verkregen op de dracht dan wanneer de baan meer gekromd is. Ten einde een oordeel te kunnen vormen omtrent den invloed van gemaakte richtfouten op de dracht, zijn in de volgende tabel de vermeerderingen opgegeven, welke de dracht ongeveer ondergaat door fouten in de hoogterichting van zooveel meters als in het hoofd van die tabel vermeld zijn.

TABEL 2.

*Wijzigingen in de dracht in meters door fouten in de hoogterichting.*

| Baan<br>voor<br>M. . . . | Richtfouten in meters in de hoogterichting. |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------|---------------------------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                          | 1                                           | 2  | 3  | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| 1000                     | 25                                          | 58 | 83 | 117 | 142 | 175 | 200 | 233 | 258 | 283 |
| 2000                     | 16                                          | 25 | 42 | 58  | 75  | 83  | 100 | 117 | 125 | 142 |
| 3000                     | 6                                           | 11 | 17 | 22  | 28  | 39  | 44  | 50  | 55  | 61  |
| 4000                     | 5                                           | 10 | 13 | 15  | 19  | 24  | 29  | 33  | 38  | 43  |
| 5000                     | 4                                           | 6  | 8  | 11  | 14  | 17  | 21  | 24  | 28  | 33  |
| 6000                     | 4                                           | 6  | 8  | 10  | 13  | 15  | 17  | 19  | 21  | 25  |
| 7000                     | 2                                           | 4  | 6  | 8   | 10  | 13  | 15  | 17  | 19  | 21  |

De getallen, in deze tabel vermeld, zijn verkregen door na te gaan hoeveel de elevatie van den vuurmond door elke richtfout op zich zelve vermeerderd en hoeveel de dracht door die vermeerdering toeneemt. Deze drachtswijzigingen kunnen ook haar ontstaan vinden bij de indirecte richting door het

niet in rekening brengen van terreinhoeken. De grootten der terreinhoeken, waardoor deze wijzigingen in den te bereiken afstand ontstaan, zijn hieronder verzameld.

TABEL 3.

*Terreinhoeken overeenkomende met de richtfouten in tabel 2.*

| Baan voor<br>.... M. | Richtfouten in meters in de hoogterichting. |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------|---------------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                      | 1                                           | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| 1000                 | 3'                                          | 7' | 10' | 14' | 17' | 21' | 24' | 28' | 31' | 34' |
| 2000                 | 2'                                          | 3' | 5'  | 7'  | 9'  | 10' | 12' | 14' | 15' | 17' |
| 3000                 | 1'                                          | 2' | 3'  | 4'  | 5'  | 7'  | 8'  | 9'  | 10' | 11' |
| 4000                 | 1'                                          | 2' | 3'  | 4'  | 4'  | 5'  | 6'  | 7'  | 8'  | 9'  |
| 5000                 | 1'                                          | 2' | 2'  | 3'  | 4'  | 4'  | 5'  | 6'  | 7'  | 7'  |
| 6000                 | 1'                                          | 2' | 2'  | 3'  | 3'  | 4'  | 4'  | 5'  | 5'  | 6'  |
| 7000                 | 1'                                          | 1' | 2'  | 2'  | 3'  | 3'  | 4'  | 4'  | 5'  | 5'  |

Volgens de schootstafel voor het kanon van 7 c.M. hebben de 50 % lengtespreidingen van de volle projectielen op de verschillende afstanden de volgende waarden, namelijk op :

1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000 en 7000 M.

19 22 25 30 35 41 en 46 M.,

waaruit volgt, dat het gemiddelde trefpunt zich niet verder van het doel mag bevinden dan respectievelijk 38, 44, 50, 60, 70, 82 en 92 M., opdat niet alle schoten buiten het doel zullen vallen.

Wanneer in tabel 2 eene lijn getrokken wordt zoodanig, dat links van deze lijn bijv. voor de lijn van 1000 M., alle getallen liggen kleiner dan  $\pm 38$ , voor de baan van 2000 M., alle getallen kleiner dan  $\pm 44$  enz., dan verkrijgt men de, in de tabel getrokken, dikke lijn. Op deze wijze handelende, blijkt het, dat bij het afgeven van eene groep schoten op 1000 M. eene richtfout van 1 M. in de hoogte gemaakt kan worden, zonder dat er gevaar bestaat van misschieten in de



lengte; op 2000 M. kan, op deze wijze redeneerende, eene richtfout van 2 à 3 M. in de hoogte worden gemaakt, vóórdat, wat de lengte betreft, misschoten in de lengte verwacht kunnen worden, enz. In aanmerking nemende, dat de vuurmond voorzien is van een kijkeropzet, waarvan de kijker driemaal vergroot; dat bovendien de elevatie nog gecontroleerd kan worden door middel van de luchtbelbuis, bestaat er weinig kans voor het maken van richtfouten; maar toch verdient het aanbeveling, in verband met de gestrektheid van de baan, de richtpunten zoo laag mogelijk te nemen.

In de tabel 3 kan eene overeenkomstige lijn als in tabel 2 getrokken worden; uit eene beschouwing van tabel 3 blijkt, dat het verwaarloozen van terreinhoeken van 7' à 9' bij de indirecte richting weinig invloed heeft, aangezien daarbij toch het doel blijft binnen de spreiding der schoten. Opgemerkt wordt, dat de tangens van een hoek van 7' à 9', 2 à 3‰ bedraagt.

### 7. Het schieten over dekkingen.

Bij het schieten over dekkingen kunnen twee gevallen onderscheiden worden en wel of de opstelling van de eigen vuurmonden zoodanig is gekozen, dat deze door de voorliggende dekking gedekt zijn, dan wel of het doel eene gedekte positie heeft ingenomen. In het eerste geval moet, vooral wanneer de dekking dicht bij de eigen vuurmonden is gelegen, of wanneer zich bij de dekking eigen troepen bevinden, er voor worden zorg gedragen, dat geene projectielen in de dekking terecht komen. Veiligheidshalve dient daarom de gemiddelde baan op eenigen afstand boven de kruin der dekking te gaan om, in verband met de hoogtespreiding der volle projectielen, gevrijwaard te zijn tegen het treffen der dekking. Is daarentegen de dekking gelegen bij het doel, dan hebben wei de projectielen, welke in of vóór de dekking springen, gewoonlijk geene uitwerking op dat doel zelf, maar in verband met de trefkans op het doel, is men dikwijls verplicht, de gemiddelde baan rakelings door de kruin der

dekking te brengen, waardoor het treffen daarvan niet kan worden gemeden. Het vuren over eene dekking, gelegen onmiddellijk vóór het doel, zal later behandeld worden; nu zal alleen het schieten over eigen dekkingen worden nagegaan, waarbij slechts de baan van het volle projectiel in aanmerking behoeft te worden genomen. Er zal verondersteld worden, dat de dekking gelegen is op verschillende afstanden — tot 150 M. — vóór de eigen standplaats, terwijl beschouwd zullen worden de banen voor 2000, 2500, 3000, 3500 en 4000 M., omdat dit de meest voorkomende gevechtsafstanden zijn. In de tabel 4 zijn de verheffingen aangegeven voor afstanden van 5, 10, 25, 50, 75, 100, 125 en 150 M. vóór den vuurmond.

TABEL 4.

| Dracht in<br>meters. | Verheffingen boven de horizontale richtlijn op |     |     |     |      |      |      |      |
|----------------------|------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|                      | 5                                              | 10  | 25  | 50  | 75   | 100  | 125  | 150  |
|                      | meters van de monding.                         |     |     |     |      |      |      |      |
| 2000                 | 0.3                                            | 0.6 | 1.4 | 2.9 | 4.3  | 5.6  | 7.0  | 8.3  |
| 2500                 | 0.4                                            | 0.8 | 2.0 | 3.9 | 5.8  | 7.7  | 9.6  | 11.5 |
| 3000                 | 0.5                                            | 1.0 | 2.6 | 5.2 | 7.7  | 10.2 | 12.7 | 16.2 |
| 3500                 | 0.7                                            | 1.3 | 3.3 | 6.5 | 9.7  | 12.9 | 16.0 | 19.2 |
| 4000                 | 0.8                                            | 1.6 | 4.0 | 7.9 | 11.8 | 15.7 | 19.6 | 23.4 |

De 50 % 's hoogtespreiding van het volle projectiel kan volgens de schootstafel tot op een afstand van 200 M. gesteld worden op 0.1 M., zoodat de gemiddelde baan minstens op 0.2 M. boven de dekking gaan moet, wil men gevrijwaard zijn voor treffers in die dekking. Gewoonlijk wordt echter voor dien afstand 0.5 M. genomen om ook geene treffers in de dekking te krijgen tengevolge van richtfouten, enz. Aangezien verder de opgegeven verheffingen gerekend worden tot de horizontale richtlijn en deze zich op  $\pm 1$  M. boven den horizontalen grond bevindt, volgt uit deze verschillende

opgaven, dat, wanneer bijv. gevuurd moet worden op een afstand van 2000 M., op 25 M. vóór de monding, eene dekking aanwezig mag zijn van hoogstens  $1.4 + 1.00 - 0.50 = 2.0$  M., wil zonder gevaar het vuur kunnen worden afgegeven. Op dergelijke wijze kunnen voor andere drachten en andere afstanden van dekking tot monding eveneens gehandeld en de uitkomsten in eene tabel verzameld worden, zooals is geschied in tabel 5, daarbij afrondende tot in 0.5 M.

TABEL 5.

*Hoogte van eene, vóór den vuurmond gelegen dekking in meters, waarover nog zonder gevaar kan gevuurd worden.*

| Dracht<br>in<br>meters. | Afstand vuurmond tot dekking in meters. |     |     |     |      |      |      |      |
|-------------------------|-----------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|                         | 5                                       | 10  | 25  | 50  | 75   | 100  | 125  | 150  |
| 2000                    | 0.8                                     | 1.1 | 2.0 | 3.5 | 4.5  | 6.0  | 7.5  | 8.5  |
| 2500                    | 0.9                                     | 1.3 | 2.5 | 4.5 | 6.0  | 8.0  | 10.0 | 12.0 |
| 3000                    | 1.0                                     | 1.5 | 3.0 | 5.5 | 8.0  | 10.5 | 13.0 | 15.5 |
| 3500                    | 1.2                                     | 1.8 | 3.5 | 7.0 | 10.0 | 13.5 | 16.5 | 19.5 |
| 4000                    | 1.3                                     | 2.1 | 4.5 | 8.5 | 12.0 | 16.0 | 20.0 | 24.0 |

Hieruit volgt, dat als er bijv. staande achter eene 6 M. hooge dekking, gevuurd moet worden op een afstand van 2500 M., de vuurmond 75 M. achter de kruin van die dekking geplaatst moet worden, wil men zonder gevaar daaroverheen kunnen vuren.

In het Ontwerp-Reglement voor de Veld-Artillerie (1905) op bladzijde 48 staat in de noot aangegeven, dat in alle gevallen, waarin over eene dekking moet worden gevuurd, nagegaan moet worden of dit van die standplaats kan geschieden. Daartoe moet dan met geheel ingeschoven opzet op 0.5 M. boven den bovenkant van de dekking gericht worden en vervolgens door uitschuiven van den opzet de elevatie worden opgemeten; dit geschiedt door middel van de luchtbelbuis, dienende o. a. voor het in rekening brengen van de terrein-

hoeken, te laten inspelen; het blok met die luchtbelbuis moet daartoe op 100 — d. i. het nulpunt — gesteld worden. Blijkt nu de opzet te staan op 1000 M. of minder, dan is de standplaats voor alle gevallen goed. Er is bij deze conclusie uitgegaan van de omstandigheid, dat het vuren op afstanden kleiner dan 1000 M. over eene vóórliggende dekking — dat is dus met indirecte richting — niet voorkomen zal, maar mocht het in een bijzonder geval toch noodig blijken, dan kan altijd de afstand van die gemiddelde baan tot de kruin der dekking van 0.5 M. nog verminderd worden tot ongeveer 0.2 M., zijnde dit tweemaal de 50% 's hoogtespreiding der volle projectielen. De gemiddelde baan kan dus 0.3 M. lager gebracht worden, hetgeen, wanneer de dekking 5, 10 of 20 M. vóór den vuurmond ligt, overeenkomt met een hoek van respectievelijk  $3^{\circ}26'$ ,  $1^{\circ}43'$  en  $51'$ . De elevatie voor het vuren op 1000 M. is  $1^{\circ}12'$ , zoodat wanneer de dekking binnen een afstand van 10 M. ligt, op alle afstanden gevurd kan worden; ligt de dekking op 20 M. dan kan nog vuur gebracht worden tot op  $\pm 400$  M.

In de zoo even vermelde noot staat verder aangegeven, dat wanneer bij het richten op een punt, gelegen op 0.5 M. boven de dekkende kruin, de elevatie grooter blijkt te zijn dan vereischt wordt voor het vuren op 1000 M., in verband met den afstand, waarop het vuur moet worden geopend, zal moeten nagegaan worden of de vuurmond al dan niet moet verplaatst worden. Is de vereischte elevatie grooter dan de opgemeten, dan is er geen bezwaar tegen om het vuur te openen; anders wordt het daarentegen, wanneer de benodigde elevatie kleiner is. Om nu den afstand te vinden, waarover de vuurmond moet verplaatst worden, kan men tastenderwijze te werk gaan, d.w.z. telkens den vuurmond over een bepaalden afstand verplaatsen om te zien of in den nieuwen stand de te bezigen elevatie grooter is dan die t.o.z. van een punt, gelegen op 0.5 M. boven de dekking. Gemakkelijker, en waarschijnlijk in de meeste gevallen ook vlugger, is het eene kleine berekening uit te voeren, waartoe de omstandigheid, dat de opzet naast eene meter-

verdeeling ook voorzien is van eene verdeeling in duizendsten, de gelegenheid biedt. Op dien opzetstang vindt men dientengevolge naast elken afstand de tangens van den daarbij behoorenden richthoek. Men schat nu de hoogte van de voorliggende dekking ten opzichte van de standplaats der raden en vermindert deze hoogte met 0.5 M. (Voor het schieten over de dekking moet de hoogte met 0.5 M. vermeerderd worden, maar omdat de vuurhoogte 1 M. is, moet de geschatte hoogte ten slotte met 0.5 M. verminderd worden). De aldus verkregen waarde moet gedeeld worden door de tangens van den op den stang afgelezen richthoek, c.q. vermeerderd of verminderd met de tangens van den terreinhoek 1), waarbij voor het gemak der berekening kan worden afgerond in honderdsten. Het aldus verkregen quotient geeft den afstand aan, waarop de vunrmond van de dekkende kruin moet verwijderd blijven, ten einde zonder gevaar over de dekking te kunnen vuren op den aangegeven afstand.

### 8. De invloed van den scheeven stand der raden op de dracht.

Aan het voetstuk van den opzet bevindt zich een scharnierbaar gedeelte, voorzien van eene luchtbelbuis, dat, met behulp van eene schroef, over  $4^{\circ}34'$  naar links en naar rechts bewogen worden kan, ten einde den opzet, ten opzichte van het verticale vlak, gebracht door de zielas, steeds den zelfden stand te geven, onafhankelijk van de omstandigheid of het ééne rad hooger of lager staat dan het andere. Aangezien de spoorbreedte van de affuit gelijk is aan 1.48 M. en de tangens van  $4^{\circ}34'$ ,  $80\%$  bedraagt, kan het ééne rad hoogstens  $1.48 \times 0.080 = 0.1184$  M. of ruim 1 d.M. hooger of lager geplaatst zijn dan het andere, wil men door middel van den opzet den invloed van den scheeven stand der raden nog veronzijdigen.

Tengevolge van de mogelijkheid om met behulp van den opzet bedoelden invloed weg te nemen, heeft eene beschouwing

1) Aangezien de terreinhoek gewoonlijk zeer klein is, kunnen in dit geval de tangenten in plaats van de hoeken zelfden beschouwd worden.

daarvan slechts betrekkelijk weinig waarde, ware het niet, dat het aanbeveling verdient om de grootte van de fout te bepalen, welke gemaakt wordt, wanneer verzuimd wordt de luchtbel te laten inspelen.

Wanneer aangenomen wordt, dat bijv. het linker rad 0.5 respectievelijk 1 d.M. lager staat dan het rechter, bedraagt de helling van de as der affuit  $1^{\circ}56'$  respectievelijk  $3^{\circ}52'$ . Bedraagt de opzethoogte H. ‰, dan zal de zijdelingsche afwijking van het projectiel — in het beschouwde geval naar links — eveneens in duizendsten kunnen worden aangegeven door  $H \sin \alpha$ , als  $\alpha$  de helling voorstelt van de as der affuit 1). De afwijkingen van het projectiel zijn voor de verschillende afstanden in onderstaande tabel verzameld.

TABEL 6.

*Afwijking van het projectiel tengevolge van scheeven stand der raden.*

| Dracht in M. | Hoogteverschil tusschen de raden in <i>decimeters</i> . |       |
|--------------|---------------------------------------------------------|-------|
|              | 0.5                                                     | 1     |
| 1000         | 0.7                                                     | 1.4   |
| 2000         | 3.8                                                     | 7.6   |
| 3000         | 10.5                                                    | 20.4  |
| 4000         | 21.2                                                    | 42.0  |
| 5000         | 37.5                                                    | 74.5  |
| 6000         | 60.6                                                    | 119.4 |

Uit deze opgaven blijkt, dat het vooral bij het vuren op groote afstanden aanbeveling verdient, den invloed van den scheeven stand van de raden te neutraliseeren en dat de richter voortdurend, door het doen inspelen van de luchtbel in het voetstuk van den opzet, er voor zorg draagt, dat de opzet steeds weder in den zelfden stand komt te staan.

1) Zie „Handleiding tot de kennis der Artillerie” door J. J. BERKHOUT, bladz. 408.

### 9. De invloed van den wind op de afwijkingen der projectielen.

De invloed van den wind op de afwijkingen der projectielen wordt bij het vuren door het inschieten van zelf in rekening gebracht; wanneer geen inschieten plaats kan vinden, kan, als het strooien niet over genoeg groote afstanden geschiedt, die invloed echter zoo groot zijn, dat de baan te kort of te lang is en het niet treffen van het doel er het gevolg van is.

Door het waaien van den wind in eene bepaalde richting wordt in het algemeen eene afwijking van het projectiel in de lengte en in de breedte verkregen; de eerste afwijking wordt teweeggebracht door de ontbondene van den wind in de schootsrichting, de tweede door de ontbondene in eene richting loodrecht daarop.

Door een wind ter sterkte van 10 M. waaierende in of tegen-gesteld aan de richting, waarin gevuid wordt, worden theoretisch op de onderstaande afstanden de daarbij opgegeven afwijkingen verkregen:

Drachten:

1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000 en 7000 M.

Afwijkingen:

20, 55, 100, 150, 205, 265 en 330 » 1)

Op afstanden van 3000 M. en daarboven doet dus een vrij

1) De afwijkingen in de schootsrichting zijn berekend, volgens de verkorte methode, aangegeven in het *Marineblad* 5de afl., jaargang 1905—06 bij „De invloed van den wind op de baan van het projectiel”, door G. DE JOSSELIN DE JONG; die in zijdelingsche richting met behulp van de

formule 
$$M = W t - \frac{2.3026}{Q} \log (Q w t + 1),$$

waarin  $w$ , de snelheid van den wind in M.

$t$ , de vluchttijd van het projectiel in sec.,

en  $Q = 0.79788 \frac{R \cdot h}{P}$ , waarbij  $R$  en  $h$  in M., respectievelijk

de breedte- en lengteafmeting zijn van een rechthoek, welke overeenkomt met de lengtedoorsnede van het projectiel; de ogievormige kop is daarbij voor  $\frac{1}{3}$  van zijne lengte in rekening gebracht.  $P$  is het gewicht van het projectiel in K.G. Zie voor deze formule „Voordracht Artillerie” (Kon. Inst. v. d. Marine) van W. C. J. SMIT, bladz. 121.

sterke wind de lichte projectielen over een grooten afstand in de lengte afwijken. Opgemerkt moet nog worden, dat, wanneer de wind eene andere sterkte heeft dan 10 M., de daardoor teweeggebrachte afwijking een evenredig gedeelte is van de hierboven opgegeven getallen.

De zijdelingsche afwijkingen door den wind teweeggebracht, kunnen voor eene windsterkte van 5 en 10 M., waiende in eene richting loodrecht op de schootsrichting, gesteld worden op :

Drachten :

1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000 en 7000 M.

Afwijkingen :

bij eene windsterkte van 5 M.

0, 1, 2, 4, 8, 12 en 18 »

bij eene windsterkte van 10 M.

1, 3, 8, 16, 27, 40 en 58 »

Over het algemeen kan hierbij voor eene zeer globale berekening aangenomen worden, dat de afwijkingen evenredig zijn met het vierkant van de sterkte van den wind. Eerst op afstanden boven 3000 M. is, ten minste bij een eenigszins krachtigen wind, de invloed van dien aard, dat er bijv. bij het eerste schot mede rekening zou kunnen worden gehouden.

#### 10. De invloed van den barometerstand en de temperatuur op de dracht.

De luchttegenstand, welke het, zich voortbewegende, projectiel ondervindt is, behalve van de snelheid van het projectiel en van de richting en de sterkte van den wind, nog afhankelijk van de dichtheid van de lucht, waarin het zich beweegt; hoe grooter de dichtheid van de lucht is, hoe meer het projectiel in zijne voortgaande beweging wordt vertraagd, hoe minder groot de dracht zal wezen en omgekeerd.

De schootstafel voor het kanon van 7 c.M. — en diens gevolg ook de verdeelingen op den opzet — zijn berekend voor een luchtgewicht van 1.243 K.G. per M<sup>3</sup>, welk gewicht behoort bij een barometerstand van 760 m.M., eene temperatuur



van  $+ 10^{\circ}$  C. en een vochtgehalte van  $80\%$ , welke gegevens gelden als een dag-gemiddelde voor ons land.

Naarmate de barometerstand, de temperatuur of het vochtgehalte van de lucht veranderen, verandert ook het luchtgewicht. Gewoonlijk worden alleen de barometerstand en de temperatuur in aanmerking genomen, omdat de invloed van het vochtgehalte op het gewicht van de lucht gering is. Als eene benaderde opgave kan aangenomen worden, dat 10 m.M. hoogere barometerstand het luchtgewicht met  $1.4\%$  doet toenemen, terwijl  $10^{\circ}$  C. hoogere temperatuur dat gewicht met  $4\%$  doet verminderen en omgekeerd. Is dus het luchtgewicht bij

760 m.M. barometerst. en  $+ 10^{\circ}$  C. 1.243 K.G. dan is dit bij  
 770 » » »  $+ 10^{\circ}$  C.  $\pm 1.257$  » en »  
 760 » » »  $0^{\circ}$  C.  $\pm 1.203$  » terwijl het bijv. bij  
 755 » » »  $+ 5^{\circ}$  C.  $1.243 - 0.007 + 0.02 = \pm$   
 1.256 K.G. bedragen zal.

Ten einde de grootte van de drachtwijziging te kennen, veroorzaakt door een verschil in luchtgewicht, kan, met behulp van ballistische tabellen, de dracht berekend worden, behoorende bij een bepaalden schootshoek en een zeker luchtgewicht en evenzoo de dracht, behoorende bij dien zelfden schootshoek, doch bij een luchtgewicht, dat met het voorgaande  $1\%$  in grootte verschilt. De uitkomsten van dergelijke berekeningen zijn de volgende.

Drachten :

1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 M.

Wijziging in de dracht door  $1\%$  verschil in luchtgewicht.

2 6 10 14 19 24 en 29 M.

Wanneer dus de temperatuur bijv.  $0^{\circ}$  C. is en de barometerstand 770 m.M., dan wordt het luchtgewicht  $4 + 1.4 = 5.4\%$  grooter dan waarvoor de schootstafel berekend is; vurende op 3000 M. is de invloed van dat grootere luchtgewicht, dat er  $5.4 \times 10 = 54$  M. te kort wordt geschoten; vurende op 7000 M. zou dit verschil  $\pm 160$  M. bedragen.

## 11. De invloed van een verschil in aanvankelijke snelheid op de dracht.

Door eene wijziging in de grootte van de aanvankelijke snelheid wordt de luchtweerstand, die het projectiel ondervindt, als zijnde eene functie van de aanvankelijke snelheid, eveneens gewijzigd, waardoor de dracht eene verandering zal ondergaan. De invloed van een verschil in aanvankelijke snelheid zal echter gering zijn, omdat de luchtweerstand als van zelf dit verschil eenigszins neutraliseert; door eene geringe toeneming in snelheid wordt toch de luchtweerstand eveneens vergroot, zoodat over een betrekkelijk geringen afstand die grootere snelheid is veronzijdigd.

Voor eene zeer globale berekening van den invloed van een verschil in  $V_0$ , voor afstanden tot  $\pm 2500$  M., kan gebruik gemaakt worden van de formule

$$\Delta X = X \left\{ n \frac{\operatorname{tg} \zeta}{\operatorname{tg} \omega} - (n - 2) \right\} \frac{\Delta V_0}{V_0} \quad 1)$$

waarin  $\zeta$  de schootshoek,  $\omega$  de invalshoek,  $X$  de dracht in M.,  $\Delta X$  de aangroeiing van de dracht in M.,  $V_0$  de aanvankelijke snelheid in M. en  $\Delta V_0$  de aangroeiing daarvan voorstelt, terwijl  $n$  de exponent van de snelheid aangeeft, waarmede de luchtweerstand evenredig is. Aangezien  $n$  voor de snelheden in de verschillende punten van de baan eene andere waarde bezit en men in bovenstaande formule eene gemiddelde waarde daarvoor moet aannemen, zullen de uitkomsten voor de groote afstanden te onnauwkeurig zijn.

Voor deze afstanden moet gebruik gemaakt worden van ballistische tabellen, waardoor alsdan de drachten moeten worden berekend voor aanvankelijke snelheden, welke bijv. 10 M. verschillen. Men verkrijgt door beide methoden de volgende resultaten.

Drachten :

1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 M.

1) Zie hiervoor: „Handleiding tot de kennis der Artillerie” door J. J. BERKHOUT, bladz. 274.

Drachtsverschil voor 10 M. meer of minder aanvankelijke snelheid :

30, 50, 60, 70, 80, 80, 30 M.

Hieruit blijkt, dat, naarmate de afstand grooter wordt, de invloed van een verschil in aanvankelijke snelheid zich minder sterk zal doen gevoelen.

Uit eene beschouwing van den invloed van den wind, van het luchtgewicht en van de aanvankelijke snelheid op de dracht volgt, dat, wanneer deze drie factoren alle werkzaam zijn in de zelfde richting, hunne gezamenlijke werking een vrij groot drachtsverschil kan veroorzaken, vooral op de groote afstanden. In verband daarmee is het wenschelijk, wanneer om de eene of andere reden de artilleristische afstand niet bepaald kan worden, dat de grenzen, waarbinnen gestrooid wordt, niet te nauw worden genomen en dat daarbij zoo mogelijk rekening wordt gehouden met bijv. de sterkte en richting van den wind.

## 12. Het granaatkartetsschot.

Aan de hand van de gegevens uit de schootstafel is het mogelijk, een denkbeeld te verkrijgen van de uitwerking van granaatkartetsvuur, zoowel wat betreft die van het enkele projectiel als die van eene groep schoten. In de eerste plaats zal de uitwerking van het enkele projectiel worden behandeld, om in de tweede plaats die van een aantal tegelijk of onmiddellijk achter elkander verschoten granaatkartetsen te bespreken.

### *a. De trefferdichtheid.*

Onder de trefferdichtheid van eene granaatkartets wordt verstaan het aantal kogeltjes, dat bij een bepaald interval — gewoonlijk het normale — per M.<sup>2</sup> doelloppervlakte verkregen wordt.

Wanneer in fig. 16  $SO$  de baan van het volle projectiel voorstelt,  $S$  het springpunt van eene granaatkartets is, welke

die baan volgt, en  $ASB$  de verspreidingskegel van de kogeltjes van die granaatkartets, dan zal binnen den cirkel  $AB$ , welke met zijn vlak in  $O$  loodrecht op  $SO$  wordt gedacht, alle kogeltjes van dat projectiel worden opgevangen. Hierbij worden de kromming van de banen der kogeltjes, alsmede de afwijking van de as van het projectiel van de raaklijn aan de baan buiten beschouwing gelaten; deze verwaarloozing is van geringe beteekenis, ook omdat alle theoretische beschouwingen omtrent uitwerking toch altijd, slechts vergelijkenderwijze gebezigd, eenige waarde bezitten.

Hoewel het doel verticaal en het vlak van den cirkel  $AB$  niet verticaal staat, wordt voor de berekening van de trefferdichtheid aangenomen, dat zij samenvallen.

Wordt  $SO$  gelijk gesteld aan  $J$ , is de tophoek van den verspreidingskegel gelijk aan  $\alpha^\circ$  en bevat de granaatkartets  $N$  kogels, dan zal de dichtheid uitgedrukt kunnen worden door :

$$\frac{N}{\pi O A^2} = \frac{N}{\pi J^2 \tan^2 \frac{1}{2} \alpha} = \frac{N}{3.14 J^2 \tan^2 \frac{1}{2} \alpha}$$

Uit opgaven, voorkomende in het »Schiessbericht» 89 van de firma KRUPP, kan opgemaakt worden, dat de bedoelde tophoek voor de granaatkartets van 7 c.M. op een afstand van  $\pm 2000$  M. ongeveer  $15^\circ$  bedraagt; bij het bepalen van de grootte van dezen hoek is aangenomen geworden, dat 98% van de kogeltjes en scherven binnen den eigenlijken verspreidingskegel vallen, terwijl de overige 2% buiten beschouwing zijn gelaten, omdat zij door hunne verspreide ligging feitelijk niet meer gerekend kunnen worden als tot den kegel te behooren.

De grootte van den tophoek is afhankelijk van de voortgaande en de rotatie-snelheid van het projectiel, alsmede van de snelheid, welke de springlading van het projectiel aan de kogels mededeelt. Aangezien de rotatiesnelheid van een projectiel over de geheele lengte van de baan nagenoeg gelijk blijft en de snelheidsvermeerdering, welke de kogels van de springlading ontvangen, eveneens geene verandering zal onder-

gaan, zullen de wijzigingen in de grootte van den tophoek bepaald worden door de veranderingen in voortgaande snelheid van het projectiel. Deze laatste neemt bij het kanon van 7 c.M. af van 500 tot 228 M.; de tophoek moet dus bij het grooter worden van den afstand voortdurend toenemen. Rekening houdende met de in de schootstafel vermelde eindsnelheden, kan de grootte van den tophoek voor de onderstaande afstanden ongeveer gesteld worden op:

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| 12° | voor een afstand van 1000 M., |
| 15° | » » » » 2000 » ,              |
| 17° | » » » » 3000 » ,              |
| 18° | » » » » 4000 » ,              |
| 19° | » » » » 5000 » .              |

In verband met de grootte der tangenten van de tophoeken kan gezegd worden, dat de verspreiding van de kogeltjes over het doel afwisselt van  $\frac{1}{5}$  tot  $\frac{1}{3}$  van het interval of bij een normaal interval van 60 M. van 12 tot 20 M.

In de boven aangegeven formule voor de trefferdichtheid aan de daarin voorkomende letters de werkelijke waarde gevende, wordt voor de trefferdichtheid verkregen:

$\frac{265}{3.14 J^2 \tan^2 \frac{1}{2} \alpha}$ , waarbij rekening is gehouden, dat slechts 98% van de kogels binnen den kegel vallen. Voor de verschillende afstanden wordt de trefferdichtheid, uitgedrukt in  $J$  als volgt:

Drachten:

1000, 2000, 3000, 4000 en 5000 M.

Trefferdichtheid:

$7628 \times \frac{1}{J^2}$ ,  $5590 \times \frac{1}{J^2}$ ,  $4267 \times \frac{1}{J^2}$ ,  $3359 \times \frac{1}{J^2}$  en  $2711 \times \frac{1}{J^2}$ .

Het normale interval van de granaatkartets van 7 c.M. bedraagt 60 M., zoodat  $J$  de waarde verkrijgt van

$\frac{60}{\cos \text{ invalshoek}}$ ; de trefferdichtheden worden diensgevolge op

|             |             |             |             |    |              |
|-------------|-------------|-------------|-------------|----|--------------|
| 1000,       | 2000,       | 3000,       | 4000        | en | 5000 M.      |
| <b>2,12</b> | <b>1,54</b> | <b>1,16</b> | <b>0,88</b> | en | <b>0,67.</b> |

1906/07. I.

Met behulp van de hier afgeleide trefferdichtheden kan het aantal treffers berekend worden, dat op een doel van bepaalde afmetingen te verwachten is. Wanneer het doel niet breeder en niet hoger is dan de verspreidingskegel ter hoogte van het doel wijd is, behoeft slechts de verticale oppervlakte van het doel vermenigvuldigd te worden met de gevonden trefferdichtheid; heeft het doel grotere afmetingen, dan kan slechts rekening gehouden worden met dat gedeelte, hetwelk binnen den kegel valt.

Voor het berekenen van de oppervlakte van doelen, gevormd door troepen, is men gewoon de hier volgende maten aan te nemen, welke verkregen zijn door photogrammetrische opnamen, genomen in Italië:

|          |                             |                            |                                           |
|----------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|
| Schutter | staande                     | in front . . . . .         | 0.4753 of afgerond 0.500 M <sup>2</sup> . |
|          |                             | van ter zijde . . . . .    | 0.2799 " " 0.300 "                        |
|          | knielend in front . . . . . |                            | 0.3248 " " 0.350 "                        |
|          |                             | liggend in front . . . . . | 0.1612 " " } 0.125 "                      |
|          | "                           | hoofd en schouders dekkend | 0.1190 " " }                              |
| Paard    | van voren . . . . .         | 0.8362 " " 0.850 "         |                                           |
|          | " ter zijde . . . . .       | 1.5922 " " 1.60 "          |                                           |
| Ruiter   | " voren . . . . .           | 1.1290 " " 1.20 "          |                                           |
|          | " ter zijde . . . . .       | 1.8006 " " 1.90 "          |                                           |

Voor staande, knielende en liggende schutters in front is het aantal treffers bij een interval van 60 M. voor de verschillende afstanden als in onderstaande tabel is opgenomen.

TABEL 7.

*Aantal treffers per granaalkartets, springende in het gewenschte springpunt op schutters in front.*

| Dracht in M. | Staande. | Knielende. | Liggende. |
|--------------|----------|------------|-----------|
| 1000         | 1.06     | 0.74       | 0.27      |
| 2000         | 0.76     | 0.54       | 0.19      |
| 3000         | 0.58     | 0.41       | 0.15      |
| 4000         | 0.44     | 0.31       | 0.11      |
| 5000         | 0.33     | 0.23       | 0.08      |

Wanneer het interval vermeerderd, vermindert de trefferdichtheid; door het kleiner worden van het interval wordt deze grooter. Ten gevolge van de spreiding der springpunten zal de trefferdichtheid van elk schot op zich zelf in het algemeen afwijken van de boven opgenoemde waarden. De spreiding der springpunten is echter ten opzichte van het normale interval niet groot, zoodat slechts enkele projectielen achter het doel zullen springen. Bovenstaande getallen kunnen dus zeer goed als een gemiddelde worden beschouwd en voor het berekenen van het aantal te verwachten treffers op doelen van bepaalden vorm, opstelling of afmeting gebezigd worden.

*b. De dieptewerking.*

Onder de dieptewerking van eene granaatkartets moet de afstand verstaan worden, waarover een levend doel door een kogel, afkomstig van die granaatkartets, nog buiten gevecht kan worden gesteld.

Voor de hoeveelheid arbeidsvermogen, noodig voor het buiten gevecht stellen van een dergelijk doel, wordt niet overal hetzelfde bedrag aangenomen; onderscheidt men bijv. in Frankrijk het vuren tegen menschen en tegen paarden, waardoor voor de eerste een arbeidsvermogen noodig wordt geacht van  $\pm 4$ , voor de tweede van  $\pm 19$  K. G. M., zoo neemt men in Duitschland, in navolging van den Generaal ROHNE, gewoonlijk een gemiddeld arbeidsvermogen aan van 8 K. G. M. voor alle levende doelen. Deze laatste waarde zal ook hier aangenomen worden.

De grootte van het arbeidsvermogen in K. G. M. wordt uitgedrukt door de formule  $\frac{1}{2} \cdot \frac{p}{g} \cdot v^2$ , waarin  $p$  het gewicht in K. G. en  $v$  de snelheid van den kogel in M. voorstelt, terwijl  $g$  de versnelling van de zwaartekracht in M. aangeeft. Naar gelang het gewicht van den kogel zal deze eene bepaalde snelheid moeten bezitten om een arbeidsvermogen te verkrijgen, noodig voor het buiten gevecht stellen van een levend doel. De granaatkartets van 7 c.M. is gevuld met kogels van 11 G.

zoodat de snelheid van den kogel bij het treffen minstens 120 M. moet zijn.

De granaatkartetskogel verkrijgt in het springpunt eene snelheid in voorwaartsche richting gelijk aan de som van de snelheid, welke het projectiel in het springpunt bezit en van die, welke de springlading van het projectiel aan de kogels mededeelt; de laatste bedraagt bij de granaatkartets van 7 c.M. 60 M. In verband met de, in de schootstafel vermelde, eindsnelheden kunnen dientengevolge de snelheden der vulkogels in het springpunt gesteld worden op:

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| 437 M.        | op den afstand van 1000 M., |
| 371 » » » » » | 2000 » ,                    |
| 334 » » » » » | 3000 » ,                    |
| 307 » » » » » | 4000 » en                   |
| 292 » » » » » | 5000 » .                    |

Volgens de gegevens, voorkomende in het artikel van den Franschen Kapitein HARTMANN, getiteld: »Etude sur les armes de chasse», *Revue d'Artillerie*, tome 49, kan afgeleid worden, dat een 11 G. zware kogel met een soortelijk gewicht van 10.26, bij de zoo even genoemde snelheden eene werkingsdiepte verkrijgt van:

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| 281 M.        | op den afstand van 1000 M., |
| 255 » » » » » | 2000 » ,                    |
| 236 » » » » » | 3000 » ,                    |
| 220 » » » » » | 4000 » en                   |
| 209 » » » » » | 5000 » .                    |

Omtrent deze berekening moet opgemerkt worden, dat het soortelijk gewicht van de, door HARTMANN gebezigde, kogels  $\pm 11.20$  bedraagt; voorts, dat de werkingsdiepte evenredig is met de  $2/3^{\text{de}}$  macht van het soortelijk gewicht en met de  $1/3^{\text{de}}$  macht van het gewicht van den kogel. Behalve de diepte, waarover de werking van eene granaatkartets zich uitstrekt, komt ook de breedte in aanmerking, waarover de kogels zich verspreiden of in het algemeen de vorm en de afmetingen van de ruimte, waarbinnen de kogels op den grond zich verspreiden. In de eerste plaats komt daarbij ter



sprake de baan, doorloopen door den bovensten kogel uit den verspreidingskegel, ten einde daardoor tot de kennis te geraken van het punt, waar die kogel den grond bereikt. Die kogel wordt ten opzichte van een horizontaal vlak voortgeschoten onder een hoek, die gelijk is aan het verschil tusschen den halven tophoek van den kegel en den invalshoek van het volle projectiel. Voor den luchtweerstand voor een ronden kogel kunnen de volgende formules van MAYEWSKI dienen, en wel voor snelheden van 376 — 530 M.:

$$W = 0.061 \pi R^2 v^2 \text{ en voor kleinere snelheden,}$$

$$W = 0.012 \pi R^2 v^2 \left\{ 1 + \left( \frac{v}{186} \right)^2 \right\} 1,$$
 waarin  $R$  aangeeft de halve middellijn en  $v$  de snelheid van den kogel, beide uitgedrukt in M.

Met behulp van de substitutie-methode van DIDION 2) is het mogelijk, de ordinaten te berekenen van de gevraagde baan. Deze berekeningen zijn uitgevoerd voor de banen der kogels van de granaatkartetsen, springende in het gewenschte springpunt op 1000, 2000, 3000, 4000 en 5000 M.; de uitkomsten daarvan zijn in onderstaande tabel opgenomen.

TABEL 8.

*Vluchthoogten van den bovensten kogel van eene springende granaatkartets, ten opzichte van een horizontaal vlak, gebracht door het gemiddeld springpunt in meters.*

| Dracht in<br>M. | Springhoogte<br>in M. 3) | Afstand in meters, gerekend van het springpunt. |        |        |        |        |       |       |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
|                 |                          | 50                                              | 100    | 150    | 200    | 250    | 300   | 350   |
| 1000            | 1.7                      | + 3.7                                           | + 7.2  | + 10.1 | + 12.0 | + 11.8 | + 7.6 | - 4.2 |
| 2000            | 4.9                      | + 2.4                                           | + 4.4  | + 5.7  | + 5.6  | + 2.6  | - 5.9 | —     |
| 3000            | 9.3                      | - 0.4                                           | - 1.3  | - 3.0  | - 6.5  | - 13.5 | —     | —     |
| 4000            | 14.9                     | - 4.5                                           | - 9.4  | - 15.1 | —      | —      | —     | —     |
| 5000            | 21.6                     | - 9.2                                           | - 19.0 | - 29.5 | —      | —      | —     | —     |

1) Zie hiervoor „Handleiding tot de kennis der Artillerie” door J. J. BERKHOUT, bladz. 76.

2) Idem, bladz. 146 e. v.

3) Deze springhoogten zijn overgenomen uit de schootstafel en behoren bij een interval van 60 M.

In de figuren 17 tot en met 21 zijn, met behulp van de in bovenstaande tabel aangegeven getallen, de verspreidingskegels op de schaal 1 : 2000 aangegeven van de, op de verschillende afstanden, springende granaatkartetsen, waarbij de banen van de onderste kogels als recht zijn aangenomen. De getallen, bij de verschillende punten van de banen op 50, 100 enz. M. gesteld, geven de hoogte van die punten aan boven den horizontalen grond en zijn dus gelijk aan de, in tabel 8 opgegeven, vluchthoogten, vermeerderd met de springhoogte.

Voorts zijn aldaar ook aangegeven de trefferdichtheden op 50, 100, enz. M. van het springpunt benevens het aantal treffers, dat te verwachten is in eene schijf, welke 1 M. hoog is en de breedte heeft van den verspreidingskegel op de genoemde afstanden. Bij deze opgaven is geene rekening gehouden met de kogels, welke opstuiten; de getallen, welke aangeven het aantal treffers in eene schijf van 1 M. hoogte, zijn dientengevolge te klein, vooral op de punten, op korten afstand van het springpunt gelegen.

Tevens zijn in die figuren opgenomen de doorsneden van de kegels met den horizontalen grond; deze doorsneden zijn geconstrueerd uit de verticale projectiën en kunnen, vooral wat betreft de gedeelten, die het verst van het springpunt zijn gelegen, niet op volstrekte juistheid bogen; in het algemeen kunnen zij echter dienen om een denkbeeld te geven van den vorm en van de afmetingen van de oppervlakte op den grond, waar de kogels van de granaatkartetsen vallen. In de figuren is ook door arceering aangegeven het gedeelte, waarover de kogels voldoende uitwerking hebben voor het buiten gevecht stellen van een levend doel; het blijkt, dat eerst boven den afstand van 3000 M. de geheele verspreidingskegel voldoende uitwerking waarborgt.

### *c. De uitwerking van granaatkartetsvuur.*

Bij het verschieten van projectielen met schokbuis tegen een doel van bepaalde afmetingen en opstelling is het voldoende, voor het verkrijgen van een denkbeeld van de uit-

werking op dat doel, de trefkans te berekenen. In verband met de op deze wijze verkregen waarde, kan beoordeeld worden of het vuren tegen het doel voldoende nitwerking waarborgt, dan wel als munitieverspilling moet worden aangemerkt; intusschen kunnen zich omstandigheden van tactischen aard voordoen, die het vuren, al is het theoretisch munitieverspilling, toch gewettigd doet zijn; deze blijven hier echter buiten beschouwing. Voor de beoordeeling omtrent de waarde van een granaatkartetsvuur geeft de berekening van de trefkans, die met volle projectielen verkregen zou worden, geen nut en is het beter, daarbij rekening te houden met de *trefferdichtheid*.

Als voorbeelden van dergelijke berekeningen mogen de volgende becijferingen gelden, waarbij echter in het oog moet worden gehouden, dat tactische overwegingen buiten beschouwing zijn gelaten en dus niet in aanmerking is genomen of dergelijke gevallen zich al of niet kunnen of zullen voordoen.

Er wordt gevuld met het kanon van 7 c.M. tegen eene tirailleurlinie van liggende schutters op een afstand van 1000 M.; de schutters hebben eene tusschenruimte van  $\pm 1$  pas. De frontbreedte van een schutter stellende op 60 c.M., kan gerekend worden, dat er zich op  $0.75 + 0.60 = 1.35$  of afgerond op 1.40 M. breedte 1 schutter bevindt.

Op 1000 M. kan de tophoek van den verspreidingskegel van de granaatkartets gesteld worden op  $\pm 12^\circ$ ; de verspreiding van de kogels over het doel, wanneer de granaatkartets springt in het gewenschte springpunt,  $2 \times 60 \times \tan 6^\circ = 120 \times 0.105 = 12.6$  M. Op deze ruimte bevinden zich  $\frac{12.6}{1.4} = 9$  schutters. Het aantal treffers, dat per liggenden

schutter en per schot verwacht mag worden, is volgens tabel 7 = 0.27, zoodat het aantal treffers, dat in de 9 schutters terecht komt, op  $9 \times 0.27 = 2.43$  kan gesteld worden. Daardoor zouden dus 2 à 3 man buiten gevecht kunnen worden gesteld. Hier is uitgegaan van eene granaatkartets;

springende in het gewenschte springpunt, om te geraken tot het aantal schutters, dat zich in den verspreidingskegel bevindt; wanneer echter het interval grooter wordt, zal dit aantal ook grooter wezen, waarbij de trefferdichtheid vermindert; evenzoo zal bij een kleiner interval het aantal manschappen verminderen, doch de trefferdichtheid toenemen. Hieruit volgt, dat het bezigen van een gemiddelde, d. w. z. een normaal interval — zooals dan ook is geschied — wel aanbeveling verdient.

Laat nu het hier bedoelde vuur worden afgegeven door eene batterij, waarbij de onderlinge afstand der stukken bijv. 20 M. bedraagt, terwijl er tegen die tirailleurlinie verschoten worden per stuk 5 granaatkartetsen bij gericht en geregeld vuur, dan kunnen per stuk  $5 \times 2.43 = 12 \text{ à } 13$  treffers verwacht worden wanneer ten minste telkens de getroffen manschappen door andere vervangen worden. Aannemende, dat elke vuurmond het gedeelte van de tirailleurlinie onder vuur neemt, dat er recht vóór ligt zonder in de breedte te spreiden, dan neemt elke vuurmond onder vuur eene strook van  $12.6 + 1.6 = 14.2$  M., omdat de  $B S_{50}$  der volle projectielen op 1000 M., 0.4 M. bedraagt. Op elk van die stukken van 14.2 M., waarin 10 schutters kunnen zijn opgesteld, kunnen dus 12 à 13 treffers verwacht worden.

Ondersteld wordt nu, dat dit zelfde vuur onder de zelfde omstandigheden afgegeven wordt, doch op een afstand van 2000 M. Hier is de tophoek  $15^\circ$  en de verspreiding der kogels  $2 \times 60 \times \text{tang } 73^{\circ}0' = 120 \times 0.132 = 15.8$  M., waarin  $\frac{15.8}{1.4} = 11$  schutters kunnen zijn opgesteld, welke  $11 \times 0.19 = 2.09$  treffers kunnen opvangen. Elk stuk neemt onder vuur  $15.8 + 4 \times 1.1 = 20.2$  M., waarin zich  $\frac{20.2}{1.4} = 14$  schutters kunnen bevinden; met 5 granaatkartetsen kunnen hierdoor  $5 \times 2.09$  of 10 à 11 treffers worden verkregen.

Tot het maken van eene vergelijking dezer beide vuren kan op elken afstand berekend worden het aantal treffers

per schutter; op 1000 M. is dit 1.25; op 2000 M. 0.75. Omdat verder de 50 % lengtespreiding van de springpunten op beide afstanden nagenoeg gelijk is (n.l. 42 en 44 M.) kan gezegd worden, dat, alle omstandigheden gelijk veronderstellende, de uitwerking op het hier beschouwde doel op 1000 M. ongeveer  $1\frac{1}{2}$  grooter is dan op 2000 M.

Er wordt gevraagd op een afstand van 4000 M. tegen eene compagnie infanterie, opgesteld in flankcolonne, de sectiën zoo ver naast elkander, dat het granaatkartetsvuur, op ééne sectie afgegeven, de daarnaast marcheerende sectie niet kan treffen. De sectie wordt ondersteld 10 M. lang te zijn; wanneer dan in fig. 22  $b c e d$  die sectie voorstelt en  $a c b$  den invalshoek van het, het steilst invallende, kogeltje, dan is  $a d$  de hoogte van het trefbaar oppervlak. Deze hoogte wordt gevormd door de hoogte van een staanden man  $b d = 1.70$  en  $a b = b c \times \text{tang } \angle a c b$ . De invalshoek van het volle projectiel is  $13^\circ 57'$ , de tophoek van den verspreidingskegel  $18^\circ$  of  $\angle a c b = 13^\circ 57' + 9^\circ = 22^\circ 57'$ , zoodat  $a b = 10 \times 0.423 = 4$  M. De geheele hoogte van het trefbaar oppervlak is dientengevolge  $4 + 1.7 = 5.7$  M. De breedte van 4 naast elkander marcheerende manschappen stellende op 3 M., is het trefbaar oppervlak  $3 \times 5.7 = 17.1$  M<sup>2</sup>. De trefferdichtheid is volgens de gegevens op bladz. 47, 0.88, zoodat van een, in het gewenschte springpunt springende granaatkartets verwacht kunnen worden  $17.1 \times 0.88 = 15$  treffers. Vurende op 3000 M., is de hoogte van het trefbaar oppervlak  $1.70 + 10 \times \text{tang } (8^\circ 48' + 8^\circ 30') = 1.70 + 10 \times \text{tang } 17^\circ 18' = 1.70 + 10 \times 0.311 = 1.70 + 3.11 = 4.81$  M. en de oppervlakte  $3 \times 4.81 = 14.43$  M.<sup>2</sup> De trefferdichtheid is op 3000 M., 1.16 of er kunnen verwacht worden  $14.43 \times 1.16 = 17$  treffers.

Afgescheiden van eene iets kleinere spreiding der springpunten op den afstand van 3000 M. en betere zichtbaarheid van een doel op korteren afstand, zal de uitwerking op het hier beschouwde doel op beide afstanden nagenoeg gelijk zijn.

Voor het vuren tegen in batterij staande schildenartillerie is de granaatkartets niet geschikt, omdat de stalen schilden de kogels tegenhouden. Het is dientengevolge alleen mogelijk, uitwerking te verkrijgen van de kogels, welke over of langs de schilden gaan en van enkele scherven — o.a. de bus en de buis — welke er doorheen slaan. Ook van de granaatkartetsen, welke als vol projectiel het schild treffen, kan als zoodanig eenige uitwerking worden verwacht; aangezien echter de schokinrichting van de tijdschokbuis niet zeer snel werkt, springt eene granaatkartets, welke het schild treft, eerst op  $1\frac{1}{2}$  à 2 M. daarachter. Deze afstand is te groot om op de bedieningsmanschappen van het stuk veel uitwerking te mogen verwachten. De uitwerking van de over het schild heengaande kogels is afhankelijk van den invalshoek daarvan, welke voor de, het steilst invallende, kogels gelijk is aan die van het volle projectiel, vermeerderd met de helft van den tophoek van den verspreidingskegel. Voor de verschillende afstanden zijn de invalshoeken dier kogels dientengevolge:

Drachten: 1000, 2000, 3000, 4000, en 5000 M.  
 Invalshoeken:  $7^{\circ} 40'$ ,  $12^{\circ} 8'$ ,  $17^{\circ} 18'$ ,  $22^{\circ} 57'$ ,  $29^{\circ} 17'$ .

De hoogte van het schild op 1.50 M. en van een knielenden man op 1.30 M. stellende, wordt deze laatste door het schild gedekt over de hieronder opgegeven afstanden achter het schild, t.w. op:

1000, 2000, 3000, 4000, en 5000 M.  
 $\pm 1.5$ ,  $\pm 1$ ,  $\pm 0.70$ ,  $\pm 0.50$  en  $\pm 0.40$  M.

Aangezien de afstanden, waarop tegenover in batterij staande artillerie gevraagd zal worden, gewoonlijk niet grooter zullen zijn dan  $\pm 3000$  M., zal het vuren met granaatkartetsen weinig uitwerking geven. De uitkomsten van dergelijke vuren, gehouden met de oefenings-batterij hier te lande in de legerplaats bij Oldebroek in 1904. (Zie »Beknopt. Overzicht der proeven en oefeningen», die in het jaar 1904 bij het wapen der Artillerie hebben plaats gehad) komen met deze theoretische gevolgtrekking overeen; de bedieningsmanschappen, welke

onmiddellijk achter de schilden waren opgesteld, zijn door de granaatkartetskogels hoogst zelden getroffen.

Door de groote bestrekenheid van de baan, in verband met de betrekkelijk kleine tophoeken der granaatkartetsen, kan de uitwerking dezer projectielen tegen gedekt opgestelde troepen niet groot zijn. Om een denkbeeld te geven van de mate, waarop loopgraven en afwachtingsdekkingen aan de daarin geplaatste manschappen dekking verleen en tegen het granaatkartetsvuur uit het kanon van 7 c.M., zijn in de fig. 23 en 24 eene loopgraaf en eene afwachtingsdekking geteekend van het profiel, in Duitschland in gebruik. Tevens zijn in die teekeningen aangegeven de invalshoeken van de, het steilst invallende, kogels van granaatkartetsen, verschoten op afstanden van 1000, 2000, 3000, 4000 en 5000 M. De banen dezer kogels treffen den horizontalen grond op een afstand achter de dekkende kruin, bij het vuren op:

|                       |       |       |       |      |              |
|-----------------------|-------|-------|-------|------|--------------|
|                       | 1000, | 2000, | 3000, | 4000 | en 5000 M.   |
| bij eene loopgraaf op | 4.4   | 2.8   | 1.9   | 1.4  | en 1.1 M. en |
| bij eene afwachtings- |       |       |       |      |              |
| dekking op            | 5.9   | 3.7   | 2.6   | 1.9  | en 1.4 M.    |

In fig. 23 is eene lijn getrokken op  $+ 0.1$ , aangevende de hoogte van een zittenden man (0.90 M. hoog). Zooals uit de teekening, welke op schaal vervaardigd is, blijkt, zou eerst bij het vuren op afstanden grooter dan 3000 M. dergelijke manschappen getroffen kunnen worden. Voorts is bij  $a b$  aangegeven eene zeer vluchtige dekking, welke weggeworpen wordt, wanneer de manschappen in stelling moeten komen. Deze soort dekkingen, dienende tegen granaatkartetskogels en scherven, hebben eene grootere helling dan  $12^\circ$ , d. i. grooter dan de invalshoek der kogels, verschoten op 2000 M., zoodat daardoor voldoende dekking wordt verkregen.

In fig. 24 zijn lijnen  $a$  en  $b$  getrokken, evenwijdig aan de zool van den kuil, op afstanden van 1.70 en 1 M., overeenkomende met de lengte van een staanden en van een zittenden of gebogen loopenden man. Het verplaatsen van

rechttop loopende manschappen kan op 1000 M. worden verontrust, gebogen loopende manschappen zijn gedekt tot  $\pm$  4000 M. Uit een en ander volgt, dat voor het bevuren van gedekt opgestelde troepen de beschikking over een veldhounwitsers noodzakelijk is.

Aangezien er geene kartets tot de uitrusting aan projectielen van het kanon van 7 c.M. behoort, moet de granaatkartets, getempeerd op nul, als zoodanig worden gebruikt. Eene op nul getempeerde granaatkartets springt op zeer korten afstand vóór den vuurmond; in verband met de eischen, bij de keuring van de tijdschokbuizen gesteld, kan aangenomen worden, dat zij alle binnen den afstand van 50 M. vóór den vuurmond springen.

Opgemerkt moet nog worden, dat de granaatkartetsen op de korte afstanden, d. w. z. binnen 6 à 700 M. niet verschooten kunnen worden in schokstelling. Door den geringen invalshoek toch is de door den aanslag te verkrijgen vertraging gewoonlijk te gering voor het in werking treden der schokinrichting; omdat ook de schokbuis van de brisantgranaat op die kleine afstanden niet werkt, is de granaatkartets, getempeerd op nul of op eene kleine tempering, het eenige projectiel, dat binnen dien afstand kan worden gebezigd. De granaatkartets, getempeerd op nul, wordt gebruikt tegen doelen tot op een afstand van 400 M.

Snelvuur wordt afgegeven, wanneer men alleen de uitwerking en ongeveer de ligging van het geheele vuur wenscht te kennen.

Bij directe richting, dat is wanneer rechtstreeks op het doel gericht wordt, wordt op aanwijzing van den stukskommandant het richtpunt over de te bevuren strook verplaatst; daarbij wordt zorg gedragen, dat de geheele aangewezen strook onder vuur wordt genomen.

Wanneer de richtlijnen niet op deze wijze rechtstreeks op het doel zijn verdeeld, worden de vuurmonden elk voor zich



zelf met eene zoodanige correctie op een bepaald mikpunt gericht, dat zij elk een bepaald gedeelte van het doel onder vuur kunnen nemen. De breedten van deze gedeelten zijn afhankelijk van de geheele breedte van het doel en van het aantal beschikbare vuurmonden.

Meer dan 30<sup>0</sup>/<sub>00</sub> wordt niet door één vuurmond onder vuur genomen; zou door een vuurmond een grooter gedeelte van het doel bevuurd moeten worden, dan wordt het doel in gedeelten opvolgend onder vuur genomen. Wanneer de breedte van het doel, dat door één vuurmond onder vuur genomen moet worden, 15 of 20<sup>0</sup>/<sub>00</sub> bedraagt, dan vuurt elke vuurmond zoogenaamd »*Met spreiden*»; is die afmeting 25 of 30<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, dan geschiedt dit »*Met breed spreiden*». De eerste methode bestaat hierin, dat elke vuurmond achter elkander 3 schoten doet, met dezelfde elevatie, doch waarbij de zijdelingsche richting telkens 8<sup>0</sup>/<sub>00</sub> verschilt. Deze verplaatsing zijdelings geschiedt door omdraaiing van het handwiel, waarvan één slag den vuurmond juist 8<sup>0</sup>/<sub>00</sub> omzet; bij breed spreiden worden op deze wijze 5 schoten afgegeven.

In fig. 25 is schematisch en op schaal aangegeven de spreidingskegels van 3 granaatkartetsen, springende in het gewenschte springpunt, verschoten uit één kanon met spreiden op een afstand van 2000 M. Ook is voor elk schot de ruimte aangegeven, waarbinnen het springpunt, in verband met de spreiding der springpunten, kan zijn gelegen. Het terrein, dat op deze wijze door één vuurmond onveilig gemaakt wordt, is ongeveer breed 70 M. en diep de lengtespreiding der springpunten, vermeerderd met de dieptewerking van de granaatkartets op dien afstand, d. i.  $4 \times 44 + 255 =$  ruim 400 M.

Voor de andere afstanden kan op gelijke wijze de afmetingen worden bepaald van de strook, die door één vuurmond onder vuur genomen wordt. Men vindt daarvoor de volgende waarden, zoowel bij *spreiden* als bij *breedspreiden*.

TABEL 9.

*Afmetingen van de strook, onder vuur genomen bij spreiden met één vuurmond.*

| Drachten<br>(in M.) | Lengte<br>(in M.) | Breedte (in M.)<br>bij spreiden. | Breedte (in M.)<br>bij br. spreiden. |
|---------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1000                | 450               | 60                               | 80                                   |
| 2000                | 400               | 70                               | 100                                  |
| 3000                | 400               | 80                               | 130                                  |
| 4000                | 350               | 90                               | 160                                  |
| 5000                | 325               | 100                              | 190                                  |

Behalve in de breedte, kan het vuur ook in de lengte worden verdeeld en wel door het afgeven van *voortuitgaand vuur*, hetgeen, behalve bij het vuren tegen snel naderende of zich verwijderende doelen, ook afgegeven worden kan wanneer de diepte van het doel of de graad van nauwkeurigheid, waarmede de artilleristische afstand bepaald is, het vuren op meer dan één afstand noodzakelijk maakt en de uitwerking in den kortst mogelijken tijd moet worden verkregen. Hierbij worden door elken vuurmond op 3 afstanden, welke 100 M. in dracht opklimmen, 2 schoten afgegeven. In fig. 26 is als voorbeeld een voortuitgaand vuur voorgesteld, afgegeven uit slechts één vuurmond op een afstand van 3000 M., aannemende, dat de granaatkartetsen in het gewenschte springpunt springen. Ook zijn weder de ruimten aangegeven, waarbinnen bij elk schot de springpunten gelegen kunnen zijn. De lengte van de terreinstrook, welke door dit voortuitgaande vuur op 3000 M. onveilig gemaakt wordt, bedraagt  $\pm 600$  M. Er moet opgemerkt worden, dat, in verband met de spreiding, de dieptewerking belangrijk kan verminderen, wanneer toevallig alle springpunten dicht bij elkander zijn gelegen, waartoe de mogelijkheid bestaat, zooals uit eene beschouwing van de figuur volgt. Door de spreiding is het zelfs mogelijk, dat schoten,

afgegeven met eene voor 100 M. grootere elevatie dichterbij springen dan de eerst afgevuurde.

De lengte der onder vuur te nemen strooken is 200 M. grooter dan volgt uit tabel 9.

### 13. Het Granaatschot.

Bij eene beschouwing van het granaatschot uit het veldkanon van 7 c.M. moet worden in acht genomen, dat de brisant-granaat bij dit kanon slechts is ingevoerd voor het buiten gevecht stellen van de bedieningsmanschappen van eene in batterij staande schildenartillerie. Feitelijk zou de granaat-kartets als eenig projectiel bij het veldkanon dienen kunnen, ware het niet, dat het onmogelijk is om door middel van dit projectiel eene vurende schildenbatterij tot zwijgen te brengen. De omstandigheid, dat de brisant-granaat in het bijzonder geconstrueerd is om onmiddellijk te springen na het doorboren van het schild, maakt het gebruik van dit projectiel tegen doelen, waartegen gewoonlijk granaten worden gebezigd, bijv. aarden dekkingen, in het algemeen niet voordeelig; het projectiel springt daarvoor te spoedig en dringt niet ver genoeg in. Ook de scherfwerking bij het maken van een aanslag is betrekkelijk gering, omdat het projectiel in den aanslag springt en niet, zooals eene gewone granaat, 1 à 2 M. na den aanslag, waardoor de scherven beter kunnen worden weggeslingerd.

Uit verschillende proeven in de legerplaats bij Oldebroek genomen, in vergelijking met gewone granaten en granaat-kartetsen (zie »Beknopt Overzicht der proeven en oefeningen» van 1904) is gebleken, dat alleen bij het vuren tegen schildenartillerie de brisant-granaat eene betere uitwerking geeft dan de overige projectielen en dat het ook alleen deze omstandigheid is, welke geleid heeft tot de invoering van dit projectiel. In het zoo even genoemde Overzicht is tevens vermeld, dat bij het schieten tegen, in loopgraven opgestelde, infanterie de uitwerking van de brisant-granaat niet grooter is dan die van eene gewone granaat en dat bij beide projectielen slechts enkele

manschappen werden getroffen door springstukken van de granaten, welke op het plongée der dekking aansloegen. Voorts is daarbij aangeteekend, dat eene gewone granaat in groote en vrij groote stukken, en de brisant-granaat in kleinere, vrij lange, gedeeltelijk ook in zeer kleine stukken springt; voorts, dat de kop van de brisant-granaat in zijn geheel blijft.

Wat betreft de mate van onveiligheid, welke gewone granaten, brisant-granaten en granaatkartetsen opleveren, welke in den aanslag springen, wordt aangegeven, dat de brisant-granaat bij de andere projectielsoorten achterstaat. Bij het vuren tegen 0.33 M. dikke muren was de uitwerking van 6 brisant-granaten grooter dan van 8 granaatkartetsen, verschooten in schokstelling, doch niet zooveel grooter, dat daardoor de invoering van brisant-granaten gewettigd zou zijn. Alleen bij het vuren tegen, door schilden gedekte, affuiten en caissons met bediening was, door den grooten tophoek van den verspreidingskegel en het groot aantal springstukken, de uitwerking van deze projectielsoort op de bediening zeer groot en zeer veel grooter dan met gewone granaten of granaatkartetsen.

Ook bij het vuren tegen een caissonachterwagen, bekapt met brisant-granaten, en granaatkartetsen in manden, bleek er weinig verschil te bestaan tusschen het gebruik van gewone granaten, brisant-granaten of granaatkartetsen. De uitwerking bij het treffen van een houten caisson was als volgt: vermoedelijk ontploften slechts enkele buskruitladingen, hierdoor geraakte de caisson in brand en werden achtereenvolgens vele buskruitladingen en eenige projectielen tot ontploffing gebracht.

Bij het treffen der ijzeren kisten met gesloten deuren werden deze, door het gelijktijdig ontploffen van buskruitladingen en een of enkele projectielen, uiteengeslagen en de ladingen weggeslingerd. Bij een geopende caisson was er van eene ontploffing van de kist geene sprake; zij brandde als het ware uit.

Ten slotte kan nog worden medegedeeld, dat bij de keuring van de brisant-granaten ook eene springproef genomen wordt, waarbij minstens 100 springstukken verkregen moeten worden,

alle zwaarder dan 10 G. Omtrent de gevoeligheid van de schokbuis zij opgemerkt, dat binnen 6 à 700 M. de zekere werking daarvan niet is verzekerd.

#### 14. Het schieten over eigen troepen.

Aangezien het meermalen zal voorkomen, dat de veldartillerie gedwongen zal worden, te vuren over eigen troepen, welke zich vóór hare opstelling bevinden, is het noodig om na te gaan, in hoeverre dit zonder gevaar voor die eigen troepen zal kunnen geschieden. Daarbij moet het volgende in beschouwing genomen worden :

- 1<sup>o</sup>. ontijdige springers,
- 2<sup>o</sup>. de bestrekenheid van de baan, vóór de monding, dus in den klimmenden tak,
- 3<sup>o</sup>. de bestrekenheid van de baan bij het doel, d. w. z. in den dalenden tak en
- 4<sup>o</sup>. de spreiding der springpunten.

Hoewel het aantal ontijdige springers, door de in de laatste jaren verbeterde constructie van projectielen en buizen, percentsgewijze zeer is afgenomen, zal de kans op het verkrijgen van ontijdig springende projectielen altijd blijven bestaan. De mogelijkheid voor het breken van een projectiel, voor het geven van eene foutieve tempeering of richting of voor een ontijdig functioneeren van de buis zal nimmer voorkomen kunnen worden. Ten opzichte van het verkrijgen van ontijdige springende projectielen is de toestand iets anders, naar gelang geschoten wordt met granaatkartetsen, voorzien van eene tijdschokbuis, dan wel met brisant-granaten, voorzien van eene schokbuis. Bestaat er bij het vuren met granaatkartetsen kans voor ontijdig springen van het projectiel over de geheele lengte van de baan, bij het schieten met brisant-granaten bestaat daartoe alleen de mogelijkheid in den vuurmond of vlak vóór de monding, wanneer ten minste niet in aanmerking genomen wordt het springen ten gevolge van het treffen van bijv. een boom of een ander weerstand biedend voorwerp.

Nadat de granaat de monding enkele meters heeft verlaten

bestaat er geene enkele reden voor het te vroeg naar voren schuiven van het aanbeeld van de buis of het breken van het projectiel.

Bij het schieten met brisant-granaten moet daarom alleen rekening gehouden worden met een ontijdig springen in of vlak vóór den vuurmond; in dit geval kan de werking vergeleken worden met die van eene kartets, waarbij echter in aanmerking moet worden genomen, dat door de onregelmatige gedaante van de scherven der granaat, in vergelijking met de ronde kogels van de kartets, de werking zich minder ver naar voren zal uitstrekken, terwijl door de aanwezigheid der springlading in de granaat, de zijwaartsche verspreiding der scherven, die van de kogels der kartets zal overtreffen. Hoewel op een afstand van ongeveer 500 M. nog wel niet alle werking van eene ontijdig springende granaat zal zijn uitgeput, zal deze echter op dien afstand wel zoodanig zijn verzwakt, dat het vuren met brisant-granaten zonder bezwaar over, op 500 M. vóór de vurende batterij, opgestelde troepen kan aanvangen.

Bij het vuren met granaatkartetsen bestaat in elk punt van de baan kans op het ontstaan van ontijdige springers, omdat het altijd mogelijk is, dat er foutief getempeerd is of de sasring zich heeft verzet. De uitwerking van eene ontijdig springende granaatkartets zal echter in verschillende punten van de baan niet gelijk zijn, al naar gelang het projectiel springt in den klimmenden tak, dicht bij het culminatiepunt of in den dalenden tak van de baan. De as van het projectiel blijft toch nagenoeg raaklijn aan de baan, zoodat de as van den verspreidingskegel van eene springende granaatkartets in den klimmenden tak naar boven, bij het culminatiepunt horizontaal en in den dalenden tak naar omlaag gericht zal zijn. Een en ander maakt, dat de kracht, waarmede de kogels tegen den grond slaan bij eene granaatkartets, welke voorbij het culminatiepunt springt, grooter zal zijn dan wanneer dit geschiedt vóór dat punt; hier komt bij, dat in het middelste gedeelte van de baan, ten minste voor de grootere afstanden,

de vluchthoogten vrij groot zijn, zoodat ook daardoor de werking van eene daar springende granaatkartets wordt verzwakt. Omdat verder de tophoek van den verspreidingskegel, als gevolg van de grootere snelheid van het projectiel in het begin van de baan, kleiner is dan op het einde, zal de verspreiding der kogels toenemen, naar mate men zich verder van de monding verwijderd. Evenals bij de brisant-granaat zou, in verband met de uitwerking van op nul getempeerde granaatkartetsen, de onveilige afstand voor eene in of vlak vóór de monding springende granaatkartets op 500 M. kunnen worden gesteld.

Wat betreft de bestrekenheid van de baan, zal aangenomen worden, dat de onderste baan van den bundel op minstens 10 M. boven de hoofden der in het terrein vóór de batterij opgestelde troepen gaan moet, zoodat deze geen luchtdruk waarnemen, het geruisch van het voorbij snellend projectiel geene ongerustheid veroorzaakt en de door de eene of andere reden sterk afwijkende projectielen geene onheilen zullen teweegbrengen. Dezen eisch stellende, zal de onderste baan op  $10 + 1.8 = 11.8$  of  $\pm 12$  M. boven den grond moeten gaan.

In tabel 10 zijn de vluchthoogten vermeld van de banen van het kanon van 7 c.M. boven den horizontalen grond, gaande door het steunpunt der raden, waarbij voor de vuurhoogte van het kanon 1 M. is genomen. De in die tabel aangegeven waarden zijn verkregen door de vluchthoogten te berekenen voor de baan, welke behoort bij het meest te kort gaande schot van den spreidingsbundel, wanneer voor de  $L S_{50}$  van het volle projectiel het dubbele wordt genomen van de daarvoor gegeven getallen uit de schootstafel. Bovendien is aangenomen, dat het te kort vallen van het projectiel uitsluitend het gevolg is van eene fout in de richting, zoodat verondersteld geworden is, dat gevraagd is met eene elevatie, overeenkomende met die uit de schootstafel voor bedoelden korten afstand. Hierdoor wordt de meest ongunstige toestand verkregen, d. w. z. dat de baan zich zoo laag mogelijk boven den grond verheft.

TABEL 10.

| Afstand<br>in<br>M. | Vluchthoogten in M. boven den grond van de kortste baan op. |     |     |     |     |     |                   |     |     |     |     |     | Veilige ruimte<br>van<br>tot | Kortste<br>baan<br>op<br>M. |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------|-----------------------------|
|                     | 100                                                         | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 600               | 500 | 400 | 300 | 200 | 100 |                              |                             |
|                     | M. vóór de monding.                                         |     |     |     |     |     | M. vóór het doel. |     |     |     |     |     |                              |                             |
| 1300                | 4                                                           | 6   | 8   | 9   | 11  | 11  | 11                | 11  | 9   | 7   | 4   | 1   | 0                            | 1220                        |
| 1400                | 4                                                           | 7   | 9   | 11  | 13  | —   | —                 | 13  | 11  | 9   | 6   | 2   | 500—900                      | 1320                        |
| 1500                | 5                                                           | 8   | 10  | 12  | —   | —   | —                 | —   | 13  | 15  | 6   | 1   | 400—1000                     | 1420                        |
| 2000                | 6                                                           | 11  | 16  | —   | —   | —   | —                 | —   | —   | —   | 8   | 2   | 300—1700                     | 1912                        |
| 2500                | 8                                                           | 15  | —   | —   | —   | —   | —                 | —   | —   | —   | 13  | 1   | 200—2300                     | 2408                        |
| 3000                | 11                                                          | 20  | —   | —   | —   | —   | —                 | —   | —   | —   | 14  | 1   | 200—2800                     | 2900                        |
| 4000                | 16                                                          | —   | —   | —   | —   | —   | —                 | —   | —   | —   | 20  | 0   | 100—3800                     | 3880                        |
| 5000                | 22                                                          | —   | —   | —   | —   | —   | —                 | —   | —   | —   | 18  | 0   | 100—4800                     | 4860                        |
| 6000                | 30                                                          | —   | —   | —   | —   | —   | —                 | —   | —   | —   | 18  | 0   | 100—5800                     | 5836                        |

Uit eene beschouwing van deze tabel blijkt, dat bij het vuren tot op 1300 M. de geheele baan zich minder dan 12 M. boven den grond verheft, zoodat het vuren over de eigen troepen op kleinere afstanden dan 1400 M. bij voorkeur moet worden vermeden.

Wanneer gevuld wordt met projectielen, voorzien van eene schokbuis en waarbij dus alleen rekening behoeft te worden gehouden met de spreiding van de volle projectielen, kunnen de cijfers uit bovenstaande tabel eveneens dienen om na te gaan tot hoever de eigen troepen de vijandelijke stelling kunnen naderen, voordat de baan op minder dan 10 M. boven de hoofden dier troepen heengaat. Dit is vurende op 1500 M. tot op 400 M., op 2000 M. tot op 300 M. en op grootere afstanden tot op 200 M. van het doel. Bij het vuren met granaatkartetsen moet daarentegen rekening gehouden worden met de spreiding der springpunten. Uit de schootstafel blijkt, dat de  $L S_{50}$  der springpunten slechts weinig met den afstand toeneemt, n.l. van 41 tot 57 M. of gemiddeld kan zij gesteld worden op 50 M. Bij een normaal interval van 60 M. komt



daardoor het meest te kort gaande springpunt te liggen op  $\pm 160$  M. vóór het doel of afgerond op 200 M.

In verband met de opgaven uit tabel 10, behoeft er dus voor het vuren met granaatkartetsen geene uitzondering gemaakt te worden.

Er is steeds beschouwd een vuur, dat goed geregeld is, waarvan dus de gemiddelde baan ongeveer in het doel uitloopt. Is dit niet het geval, dan geeft dit, ten opzichte van de troepen, welke zich dicht vóór de monding bevinden, weinig verschil. Van meer gewicht is het echter voor die troepen, welke de vijandelijke stelling dicht zijn genaderd. Omdat voor fouten, welke gemaakt worden in het schatten van den afstand, geene waarden kunnen worden aangegeven, daar er bovendien geene rekening kan worden gehouden met foutieve waarnemingen, is het onmogelijk, eene grens aan te geven, waarbij het schieten over eigen troepen moet eindigen bij een ongeregeld vuur. Intusschen is de waarschijnlijkheid, dat de artillerie nog niet is ingeschoten, terwijl de eigen troepen de vijandelijke stellingen reeds dicht genaderd zijn, gering, omdat juist door het geregelde vuur der artillerie het vooruitgaan der eigen troepen moet worden mogelijk gemaakt.

### 15. Het schieten tegen kabelballons.

De maximum-afstand, waarop met een bepaald kanon nog op een ballon kan worden gevuurd, wordt aangegeven — wanneer ten minste de spreiding der projectielen buiten beschouwing wordt gelaten — door de grootste tempeering, welke aan de tijdschokbuis van de granaatkartets kan worden gegeven en door de grootste elevatie, welke aan den vuurmond kan worden medegedeeld.

Omdat de tijdschokbuis van de granaatkartets van 7 c.M. kan worden getemperd tot op een afstand van 5600 M., is dit de maximum-afstand, waarop met dit kanon nog tegen een ballon kan gevuurd worden.

Feitelijk is de grootste elevatie, waaronder met een vuurmond gevuurd kan worden, onbegrensd, omdat de staart der

affuit zooveel kan worden ingegraven of de raden zooveel hoger kunnen worden geplaatst als noodig is; bij eene affuit met vuurmond-terugloop zal echter, naar mate de elevatie grooter wordt, het terugschuiven van den vuurmond over de wieg, onder de werking van de voorbrengveeren, steeds moeilijker gaan, omdat deze veeren een steeds grooter wordend gedeelte van het gewicht van den vuurmond naar voren moeten brengen. Bij eene elevatie van  $\pm 20^\circ$  is bij het kanon van 7 c.M. hiermede de grens bereikt, omdat dan de vuurmond betrekkelijk langzaam naar voren schuift en daarbij somtijds enkele centimeters bij zijn normalen stand achterblijft.

Volgens de schootstafel wordt bij eene elevatie van  $20^\circ 48'$  een afstand van 7000 M. bereikt. Wanneer de staart niet ingegraven is of de raden niet op eene verhoogde standplaats worden gezet, kan slechts eene elevatie van  $16^\circ$  worden gegeven, waarbij de te bereiken afstand dan ongeveer 5800 M. bedraagt.

De vluchthoogten op verschillende afstanden, behoorende bij die banen van 5800 en 7000 M., geven de maximum-hoogten aan, welke een ballon op die afstanden kan bereiken, wil het mogelijk zijn om met het kanon van 7 c.M. daarop nog vuur te kunnen brengen, al naar gelang men het geven van grooter elevatie dan  $16^\circ$  mogelijk maakt of niet 1). Deze vluchthoogten zijn in meters in de volgende tabel aangegeven.

T A B E L 11 2).

| Baan van<br>.... M. | Elevatie       | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 5600 |
|---------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|
| 5800                | $15^\circ 45'$ | 260  | 450  | 540  | 500  | 300  | 90   |
| 7000                | $20^\circ 48'$ | 360  | 650  | 840  | 900  | 800  | 640  |

1) Omdat direct op den ballon gericht wordt, is het geen bezwaar, dat de opzet slechts verdeeld is tot 5600 M.; de elevatie, welke de vuurmond verkrijgt, behoeft met den stand van den opzet geen verband te houden.

2) De in deze tabel opgenomen vluchthoogten wijken af van die in tabel 1; deze zijn berekend met behulp van ballistische tabellen en daardoor nauwkeuriger dan in tabel 1.

Aangezien de normale stijghoogte van een kabelballon ongeveer 500 M. bedraagt en deze bij hooge uitzondering tot 1000 M. wordt vergroot, zal het in de meeste gevallen mogelijk zijn om uit het veldkanon van 7 c.M. het vuur op een ballon af te geven, zij het ook, dat men daarvoor den staart van de affuit moet ingraven of de raden op eene verhoogde plaats moet zetten.

Nu dient nog nagegaan te worden of het, in verband met de trefkans, wel aanbeveling verdient om op de verschillende, hierboven vermelde afstanden het vuur op den ballon te openen. Het zou toch kunnen blijken, dat de trefkans zoo gering was, dat het beter was dit niet te doen, omdat het gelijk zou staan met munitieverspilling. Er zullen hiervoor alleen beschouwd worden de afstanden boven 3000 M., omdat het niet waarschijnlijk is, dat een ballon zich op kortere afstanden van de tegenpartij waagt; zelfs de afstand van 3000 M. moet feitelijk reeds te klein worden genoemd.

Bij het nagaan van de trefkans zal het geval beschouwd worden, dat gevuurd moet worden tegen een vlieger-ballon van het model, dat in gebruik is bij het Duitse leger. Deze ballon heeft eene middellijn van 6 M. en eene lengte van 15 M.; de as hiervan is steeds gericht in de richting van den wind. De kans om de mand met de zich daarin bevindende waarnemers te treffen, zal buiten beschouwing gelaten worden; als beginsel zal aangenomen worden, dat met het vuren op den ballon beoogd wordt het schieten van gaten in het omhulsel, zoodat daardoor het gas ontwijkt en de ballon tot daling gebracht wordt. Uit de uitkomsten van verschillende proefnemingen en schietuitkomsten mag worden opgemaakt, dat een ballon reeds bij het verkrijgen van 10 gaten meer of minder langzaam dalen gaat. De omstandigheid, dat juist de cirkel van 6 M. middellijn naar de zijde van de vurende batterij gekeerd is, zal toeval zijn; gewoonlijk zal de oppervlakte, waartegen gevuurd wordt, grooter wezen, waardoor de kans om den ballon tot dalen te brengen, vermeerderd. Ten einde echter eene basis te hebben voor de

berekeningen, zal van het ongunstigste geval, dat n.l. de as van den ballon in de richting van de baan ligt, worden uitgegaan. De uitkomsten van de onderstaande berekeningen hebben dientengevolge slechts eene betrekkelijke waarde en moeten als eene minimum-grens voor de trefkans worden aangemerkt.

Hoewel het, door gebruik te maken van een snelvuurkanon met eene groote vuursnelheid, niet bepaald noodig is, dat de ballon door één schot tot dalen kan worden gebracht — m. a. w. dat reeds met één schot minstens 10 gaten worden verkregen — is het gewenscht, voor de berekeningen wel van deze veronderstelling uit te gaan, omdat het met het oog op een spaarzaam gebruik van de munitie aanbeveling verdient, met een zoo klein mogelijk getal schoten het beoogde resultaat te bereiken. Hoe groot kan nu het interval zijn, opdat bij één schot minstens 10 gaten in het voorvlak van den ballon geschoten kunnen worden? Waarschijnlijk zal een kogel, welke aan de voorzijde een gat maakt, aan de andere zijde of aan den zijkant eveneens eene opening maken; omdat echter niet bekend is in hoeverre de doorslagkracht van een kogel door het doorboren van het ombulsel is verminderd, is het beter hiermede geene rekening te houden. Voorts wordt hier aangenomen, dat voor het doorboren van het ballonombulsel dezelfde levende kracht wordt vereischt als voor het buiten gevecht stellen van een levend doel, n.l. 8 K.G.M., zoodat ook de werkingsdiepte van de granaatkartets tegen het hier beschouwde doel op 200 M. kan worden gesteld.

De tophoek van den verspreidingskegel kan voor de groote afstanden op gemiddeld  $18^\circ$  worden gesteld 1), terwijl de trefferdichtheid alsdan  $3359 \times \frac{1}{j^2}$  is. Op een cirkel van 6 M. middellijn zullen dan  $94925 \times \frac{1}{j^2}$  treffers verwacht kunnen worden.

---

1) Zie bladz. 49.

Voor intervallen van 50 en 100 M. wordt dit aantal respectievelijk 38 en 9 kogels. Hieruit volgt, dat alleen de granaatkartetsen, welke ten opzichte van den voorkant van den ballon een interval hebben kleiner dan 100 M., in staat zijn dezen onmiddellijk — d. w. z. met één schot — te doen dalen; het gewenschte interval kan dus gelijk zijn aan het normale van 60 M.

Stel nu in fig. 27  $A$ , de ballon,  $O$   $V$  de gemiddelde baan en  $P O$  en  $Q O$  zoodanig rakend aan den ballon getrokken, dat de hoeken  $P O V$  en  $V O Q$  gelijk zijn aan den halven tophoek van den verspreidingskegel  $= 9^\circ$ . Wanneer dan verder  $S R = 60$  M., dan is  $S$  het gewenschte gemiddelde springpunt. Voor een oogenblik de spreiding buiten rekening latende, welke het gevolg is van het verschil in brandtijd van de sasingen, zullen alle projectielen, welke springen binnen de figuur, waarvan  $W Z$  de verticale projectie is, treffers in den ballon geven, al is het aantal treffers, o. a. van de projectielen, welke aan den omtrek van de figuur springen, niet altijd 10.

De figuur, als een cirkel beschouwende, heeft een straal van  $(S R + R T + T O)$  tang  $9^\circ = (60 + 15 + 20) \times 0.158 = 15$  M.

Op het omgeschreven vierkant van dien cirkel, waarvan de zijden 30 M. zijn, kan de trefkans worden berekend.

Volgens de schootstafel zijn op de afstanden van

|            |      |      |    |                       |
|------------|------|------|----|-----------------------|
|            | 3000 | 4000 | en | 5000 M. de            |
| $H S_{50}$ | 3.9  | 7.4  |    | 12.6 M. en de         |
| $B S_{50}$ | 1.9  | 2.8  |    | 4.0 M. voor het volle |

projectiel.

Eene oorlogspreiding aannemende van tweemaal de schootstafelspreiding, geeft voor de trefkans respectievelijk 99, 83 en  $57\%$ .

Nu moet nog in rekening worden gebracht de spreiding van de springpunten. Van de zoo even berekende aantallen projectielen zullen er een aantal vóór en een ander aantal achter het vlak  $W Z$  springen en wel binnen de ruimte, be-

grensd door vlakken, evenwijdig aan  $VO$ , gebracht door de zijden van het vierkant  $WZ$ , d. w. z. binnen  $BC$  en  $DE$ . De  $LS_{50}$  der springpunten uit de schootstafel is op 3000, 4000 en 5000 M. respectievelijk 46, 49 en 54 M.

De oorlogspreiding behoeft voor de springpunten niet grooter genomen te worden dan de schootstafelspreiding, omdat zij betrekkelijk toch al groot is en door kleine fouten in de tempering niet veel wordt vermeerderd. Het aantal projectielen, dat tot hoogstens 120 M. vóór den ballon — d. i.  $2 \times$  het normale interval en zoodanig, dat zij ongeveer 10 gaten in eens kunnen teweegbrengen — springt, is, wanneer het gemiddelde springpunt in  $S$  is gelegen, respectievelijk op

|       |      |    |         |
|-------|------|----|---------|
| 3000, | 4000 | en | 5000 M. |
| 92,   | 90   | en | 87 %    |

Behalve de projectielen, springende in de ruimte, tusschen  $BC$  en  $DE$  aangegeven, zullen die, welke springen in de ruimte, bepaald door  $TW$  en  $BW$  en  $DZ$  en  $QZ$ , nog uitwerking op den ballon hebben, daarentegen niet die, springende tusschen  $WC$  en  $WO$  en  $ZO$  en  $ZE$ . Hiervoor kunnen bezwaarlijk getallen worden gegeven; in het algemeen kunnen zij echter aan elkander gelijk worden gesteld, waardoor zij buiten beschouwing kunnen worden gelaten.

Zodoende wordt tot resultaat verkregen, dat, bij gunstige ligging van het gemiddeld springpunt, de trefkans op den ballon kan worden aangegeven door

91, 75 en 50% op 3000, 4000 en 5000 M.

Deze getallen kunnen dienen om eenigszins een denkbeeld te geven van de te verwachten uitkomsten, waarbij echter opgemerkt moet worden, dat al waren de verkregen getallen de helft kleiner, toch nog gesproken kan worden van eene voldoende trefkans; er blijkt uit, dat binnen den afstand van 5600 M. met het kanon van 7 c. M. het vuur tegen een kabelballon met hoop op een goed gevolg kan worden geopend, mits de elevatie kleiner is dan  $20^\circ$ .

*'s-Gravenhage, Maart 1906.*

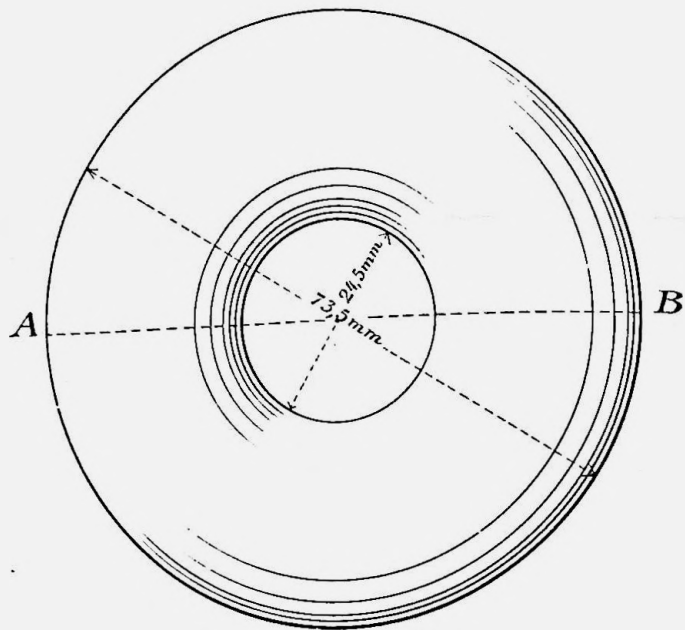
## I N H O U D.

---

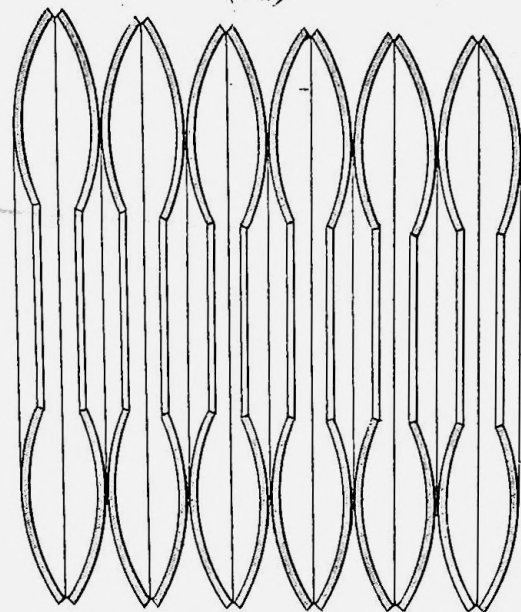
|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Inleiding . . . . .                                                                      | 1.  |
| 1. De buskruitlading . . . . .                                                           | 1.  |
| 2. De projectielen . . . . .                                                             | 6.  |
| <i>a.</i> De granaat . . . . .                                                           | 7.  |
| <i>b.</i> De granaatkartets . . . . .                                                    | 11. |
| 3. De werking van het buskruit in den vuurmond . . . . .                                 | 15. |
| 4. De werking van het schot op den rem en de affuit . . . . .                            | 22. |
| 5. Vorm der projectielen met het oog op het overwinnen van den luchttegenstand . . . . . | 32. |
| 6. De baan van de volle projectielen . . . . .                                           | 33. |
| 7. Het schieten over dekkingen . . . . .                                                 | 37. |
| 8. De invloed van den scheeven stand der raden op de dracht . . . . .                    | 41. |
| 9. De invloed van den wind op de afwijking der projectielen . . . . .                    | 43. |
| 10. De invloed van den barometerstand en de temperatuur op de dracht . . . . .           | 44. |
| 11. De invloed van een verschil in aanvankelijke snelheid op de dracht . . . . .         | 46. |
| 12. Het granaatkartetsschot . . . . .                                                    | 47. |
| <i>a.</i> De trefferdichtheid . . . . .                                                  | 47. |
| <i>b.</i> De dieptewerking . . . . .                                                     | 51. |
| <i>c.</i> De uitwerking van granaatkartetsvuur . . . . .                                 | 54. |
| 13. Het granaatschot . . . . .                                                           | 63. |
| 14. Het schieten over eigen troepen . . . . .                                            | 65. |
| 15. Het schieten tegen kabelballons . . . . .                                            | 69. |

---

*Fig. 1.*  
*Schotelveerenbuskruit.*  
*(1/1)*



*Fig. 2.* *Wijze waarop de schotels*  
*in de huls zijn geplaatst.*  
*(1/1)*





Doorsnede A.B.

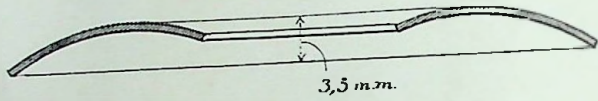


Fig. 4.  
Brisant-  
Granaat.

(1/2)

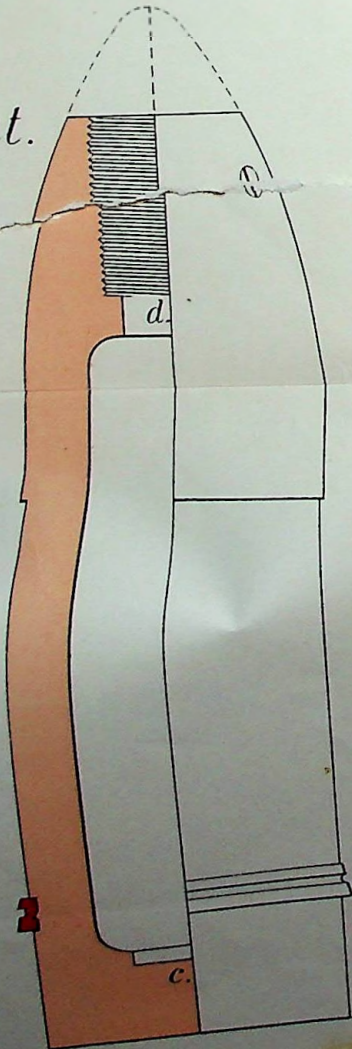


Fig. 9.

Fig. 3.

Doorsnede  
over den Geleiband.

(5/1)

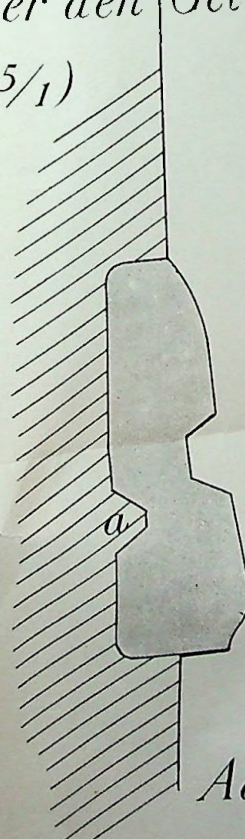


Fig. 7.

Aanvuurdop

(1/1)

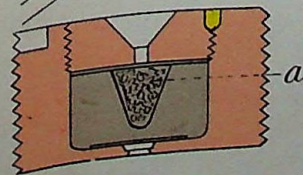


Fig. 5.

Springlading.

On

(1/1)

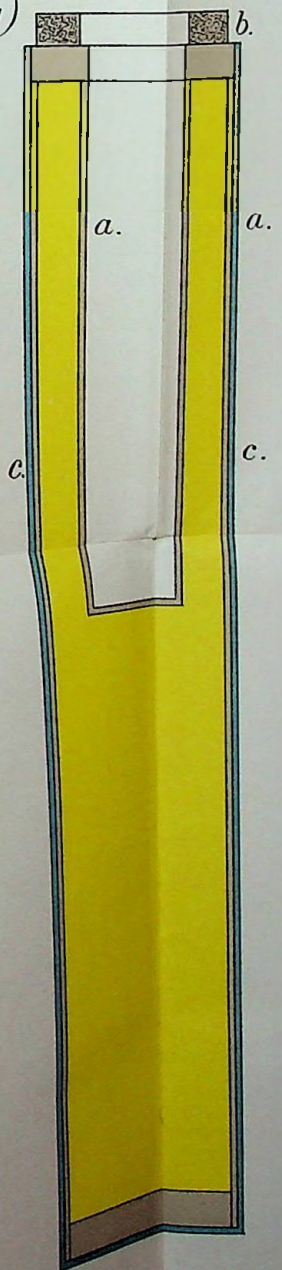


Fig. 11.

Fig. 6.

Ontstekingslading.



Fig. 8.

Schokbuis.

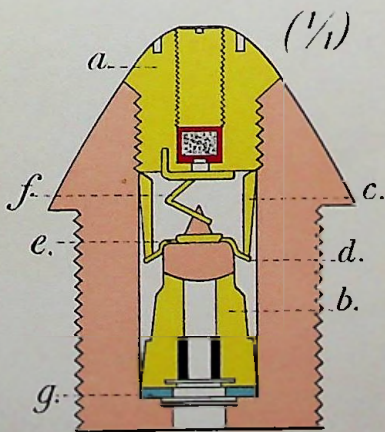


Fig. 13<sup>a</sup>

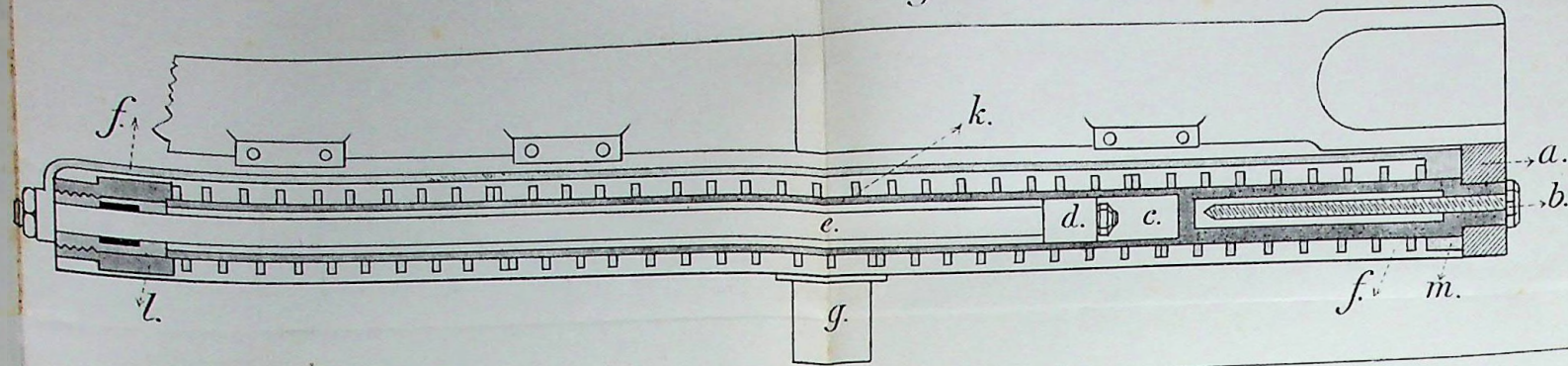


Fig. 13.

Schets van den vuurmond  
en van de rem.  
(± 1/10.)

Fig. 13<sup>b</sup>

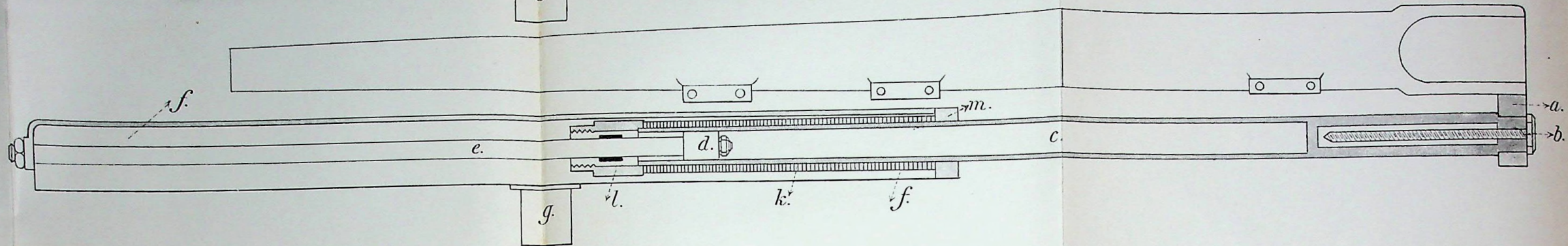


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 9.  
Granaatkartets.  
(1/2)

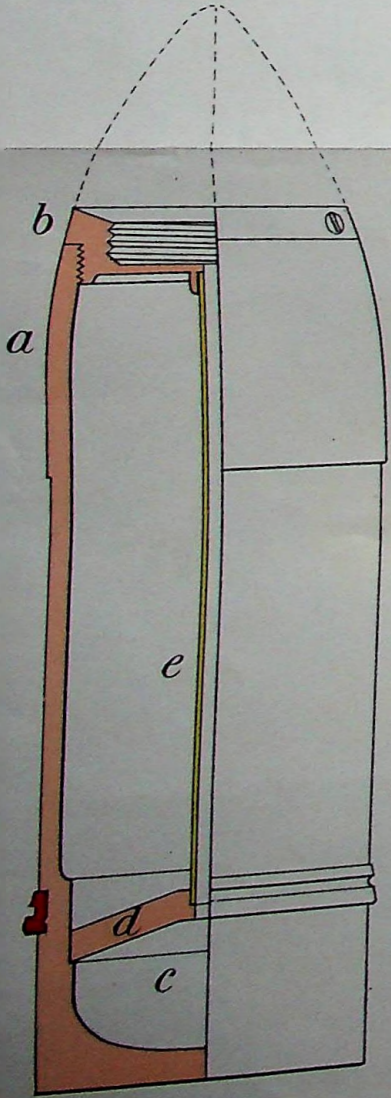


Fig. 10.  
Tijdschokbuis.  
(1/1)

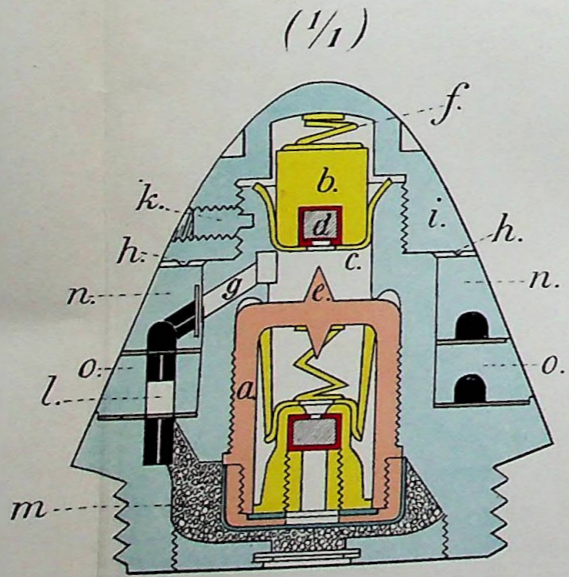


Fig. 11.  
Schematische voorstelling  
van het branden der sasringen.

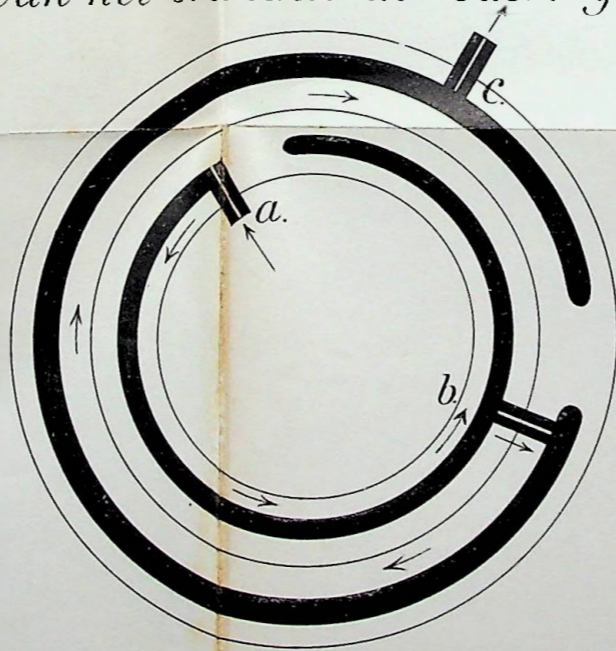


Fig. 23.  
Loopgraaf.

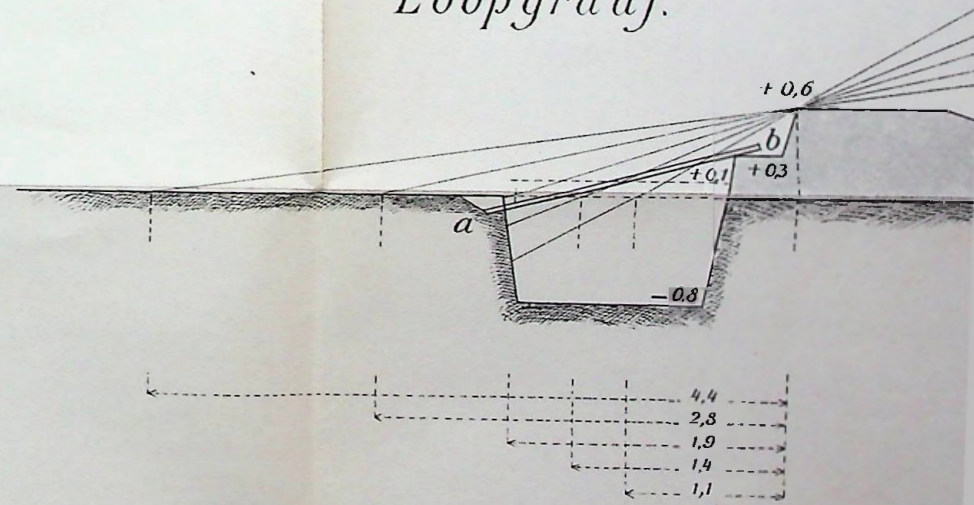
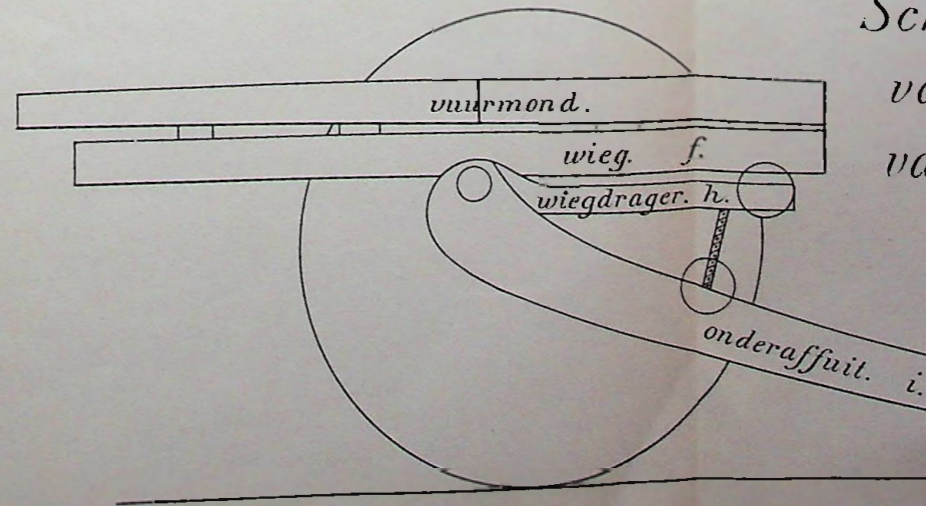


Fig. 12.



Schematische  
voorstelling  
van het kanon  
van 7 c.M.

Fig. 8.  
Schokbuis.

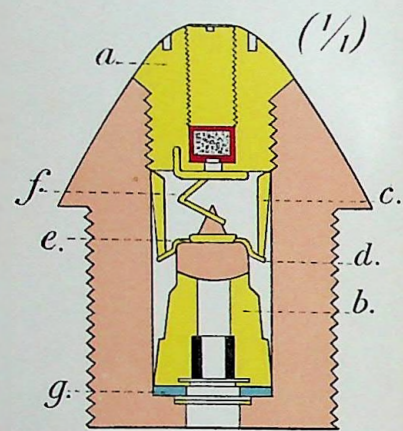


Fig. 27.

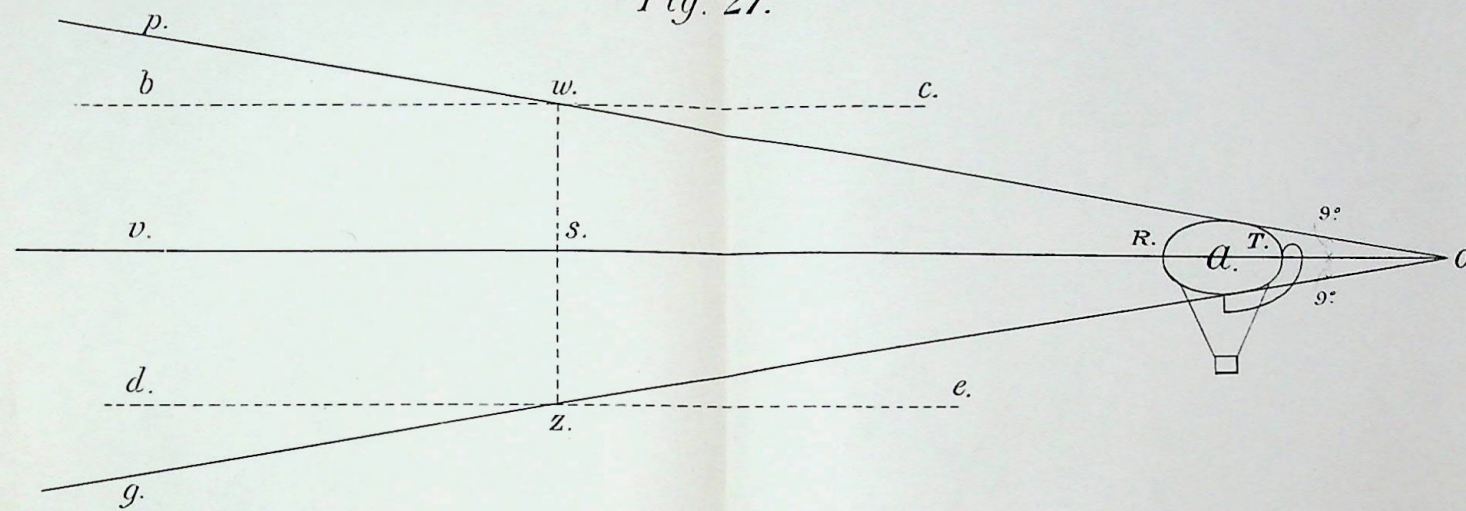


Fig. 11.  
Schematische voorstelling  
van de randen der sasringen.

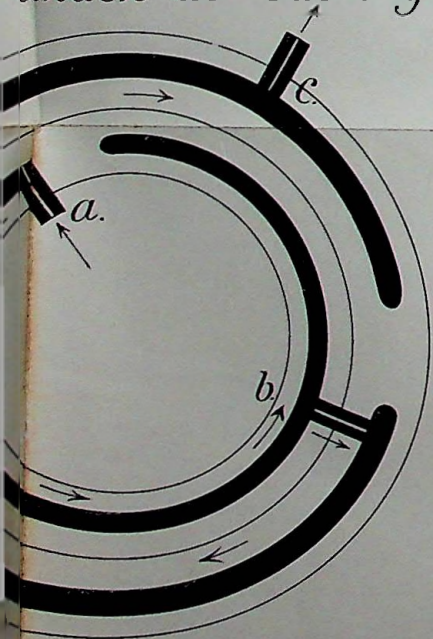


Fig. 23.  
Loopgraaf.

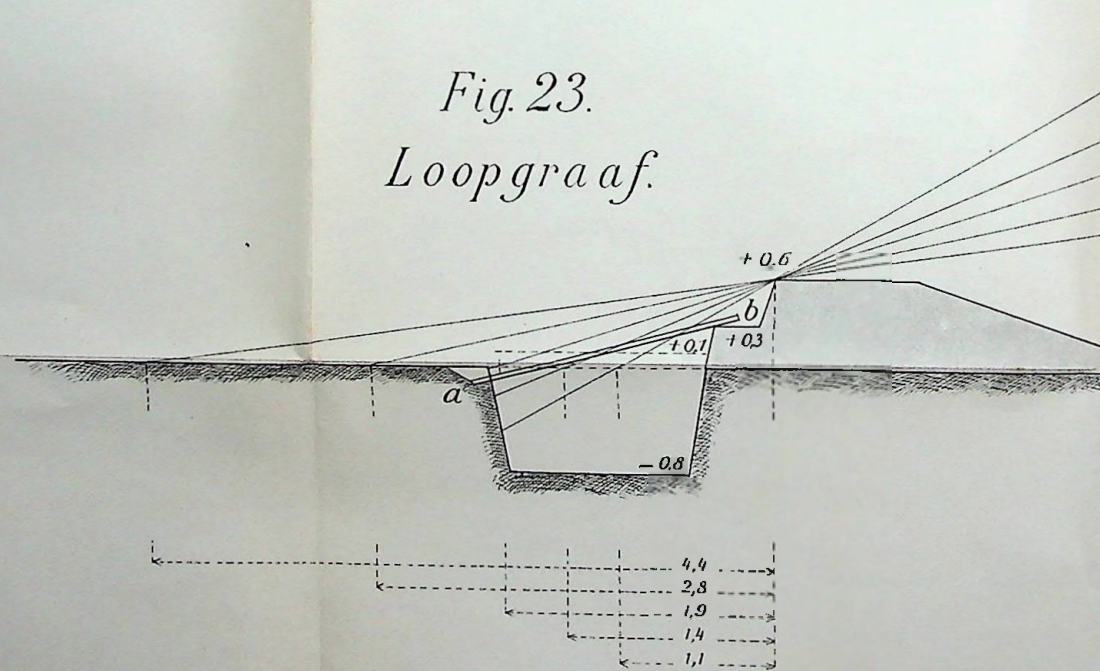


Fig. 24.  
Afwachtingsdekking.

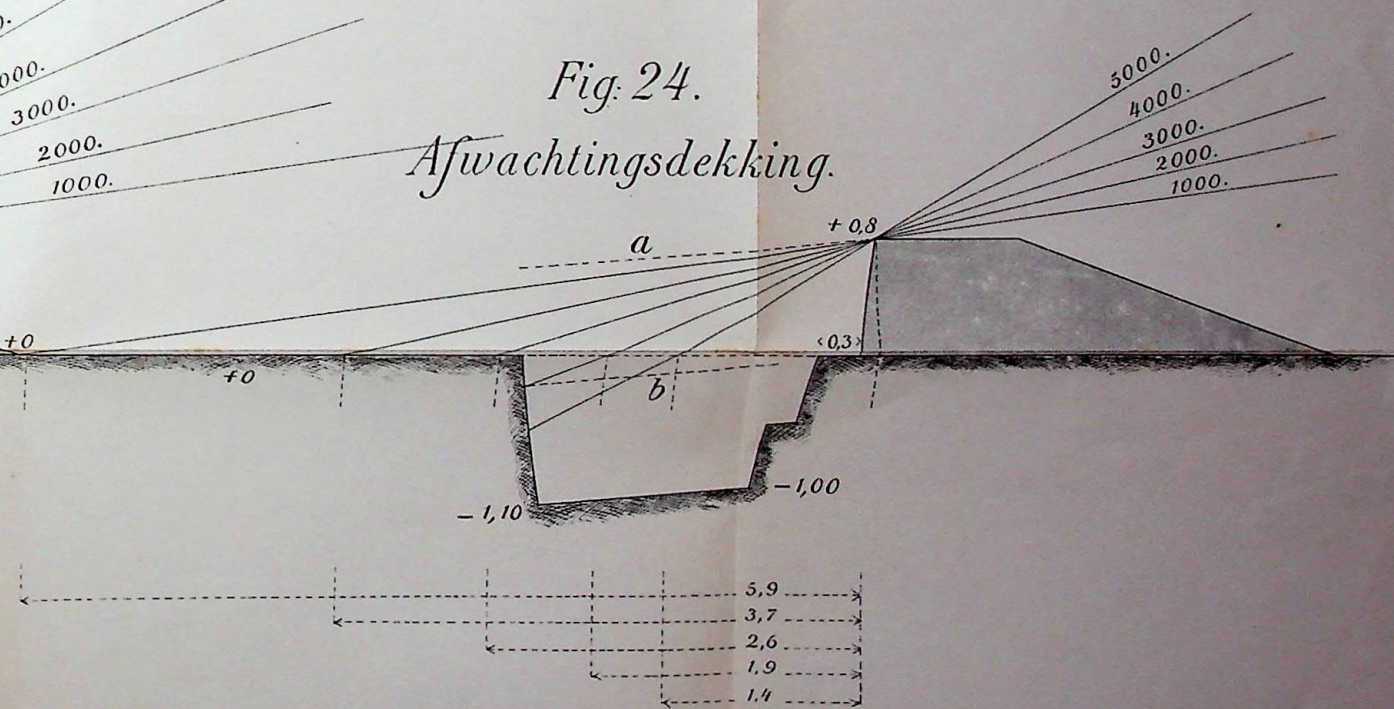
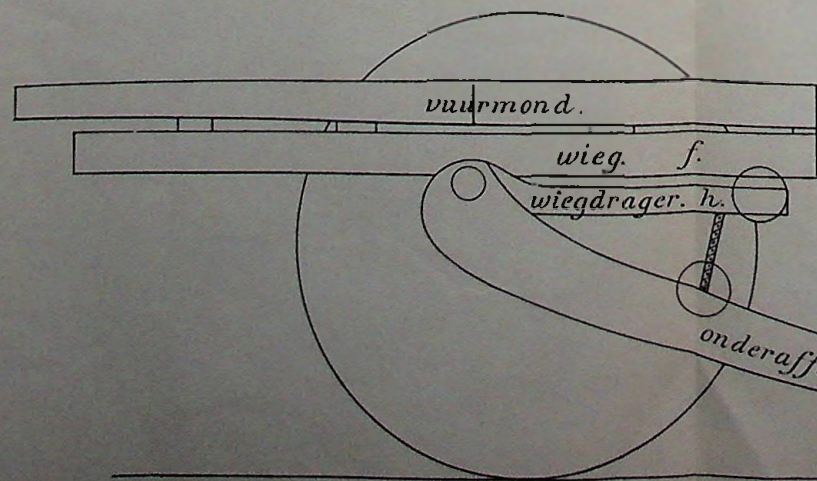


Fig. 12.



Schematische  
voorstelling  
van het kanon  
van 7 c.M.

Fig. 13<sup>a</sup>.

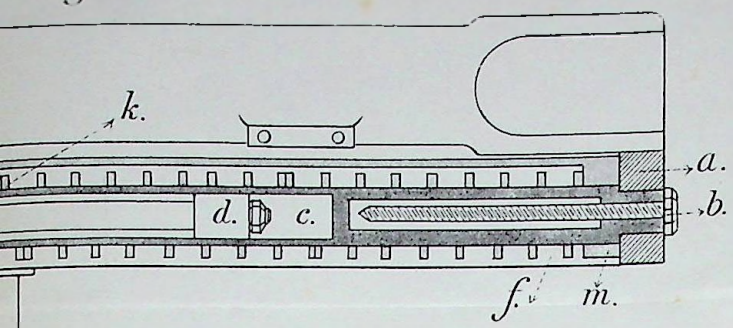


Fig. 13.

Schets van den vuurmond  
en van de rem.  
(± 1/10.)

Fig. 13<sup>b</sup>.

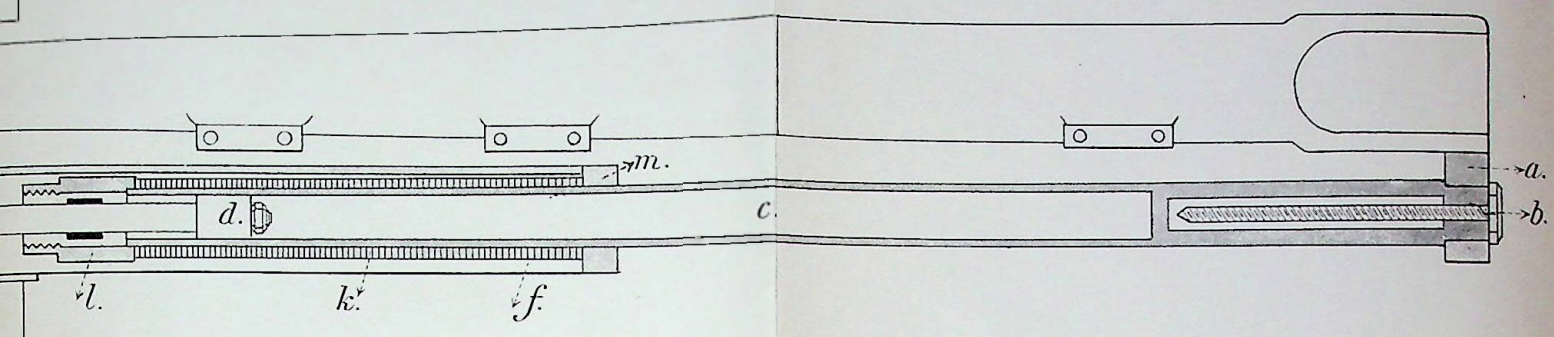


Fig. 22.

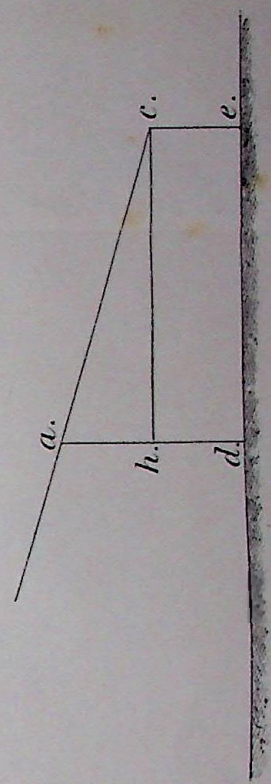


Fig. 15.

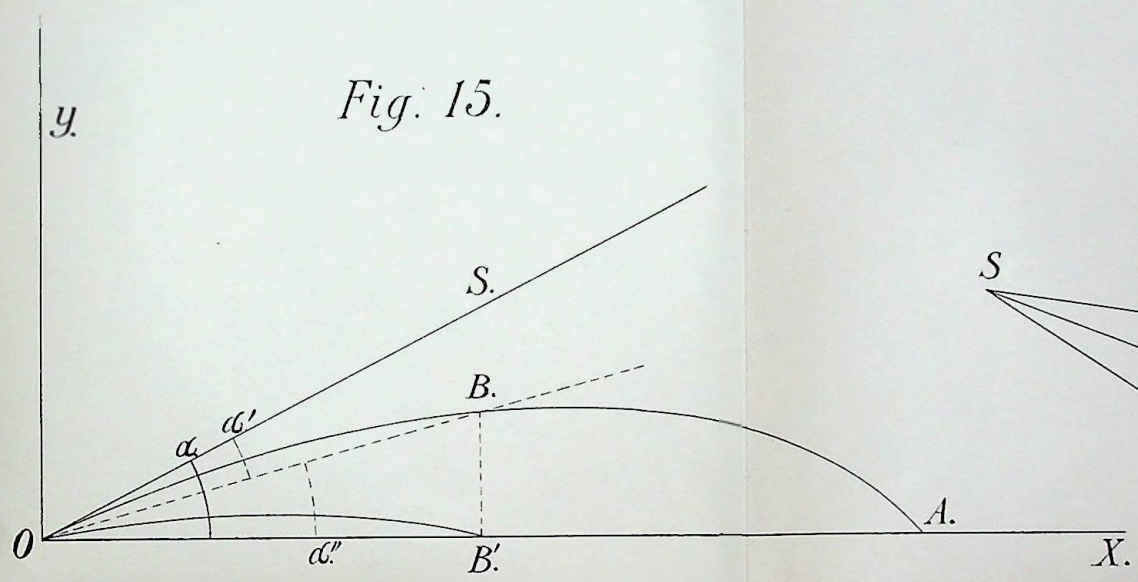


Fig. 16.

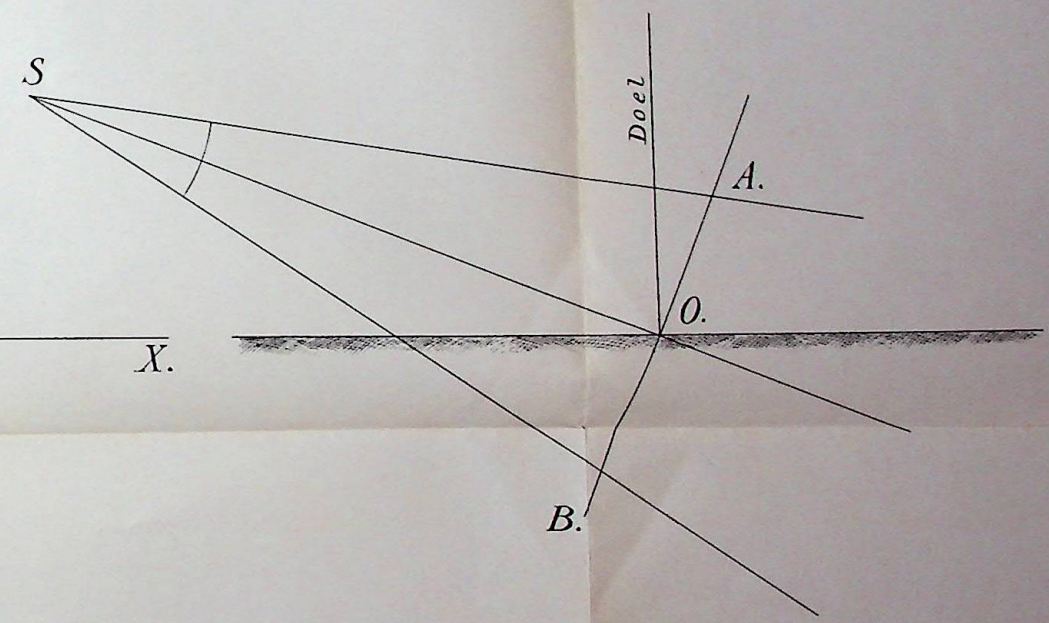
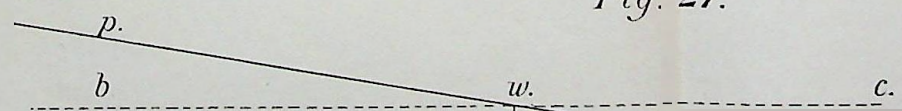
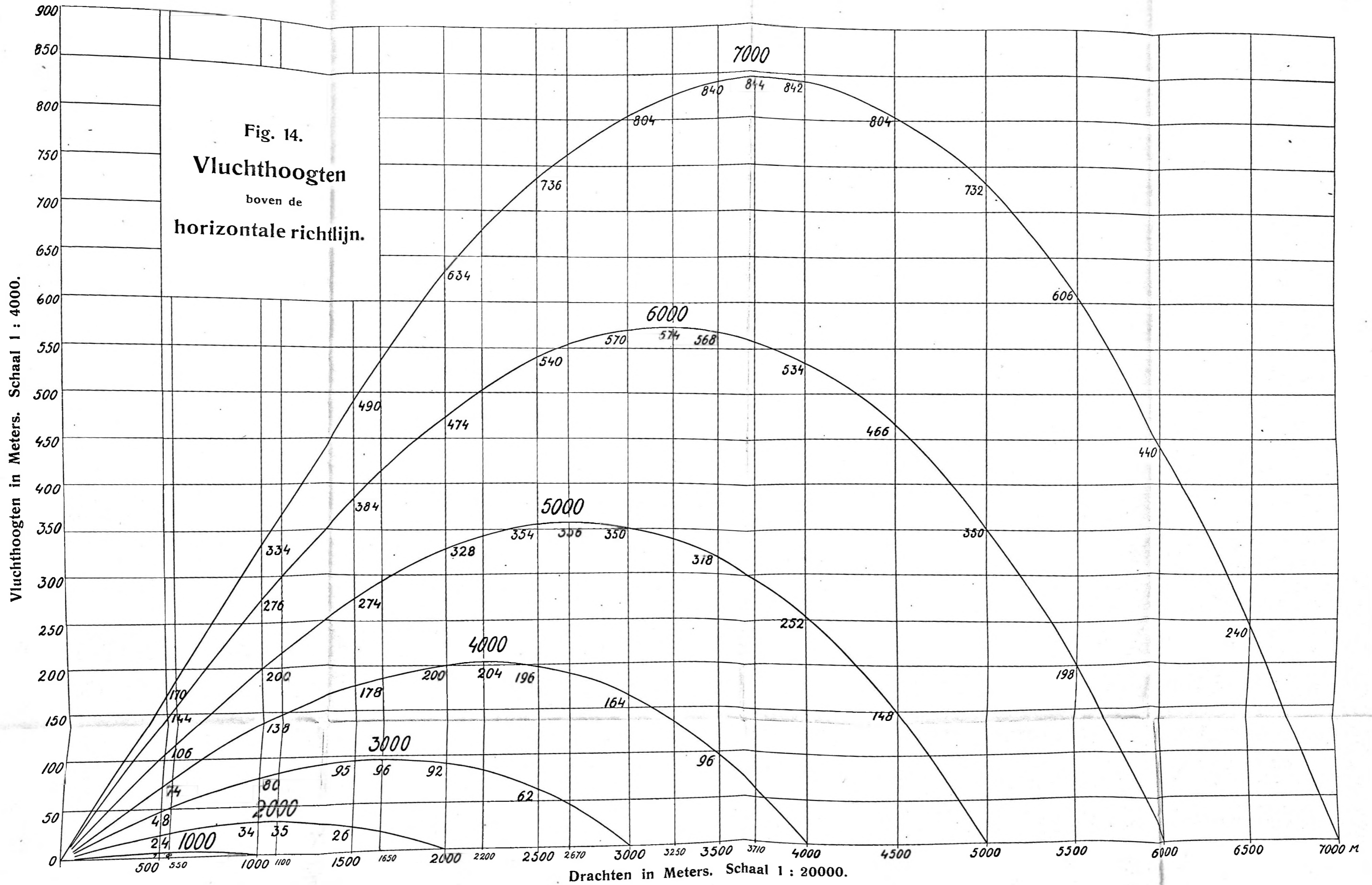


Fig. 27.









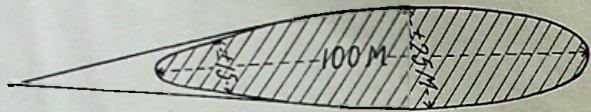


Fig. 21a.

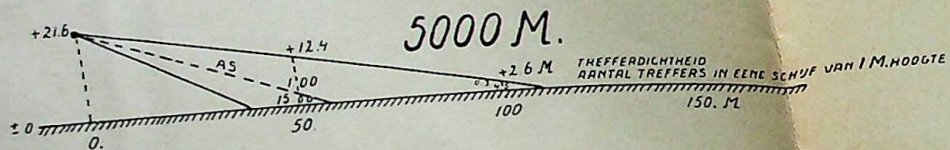
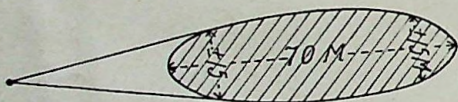


Fig. 21b.



~~Verspreidingskegels van G.K.T. verschoten in snelvuur.~~

Schaal 1 : 2000.

Fig. 25. Afstand 2000 M. Spreiden met één vuurmond.

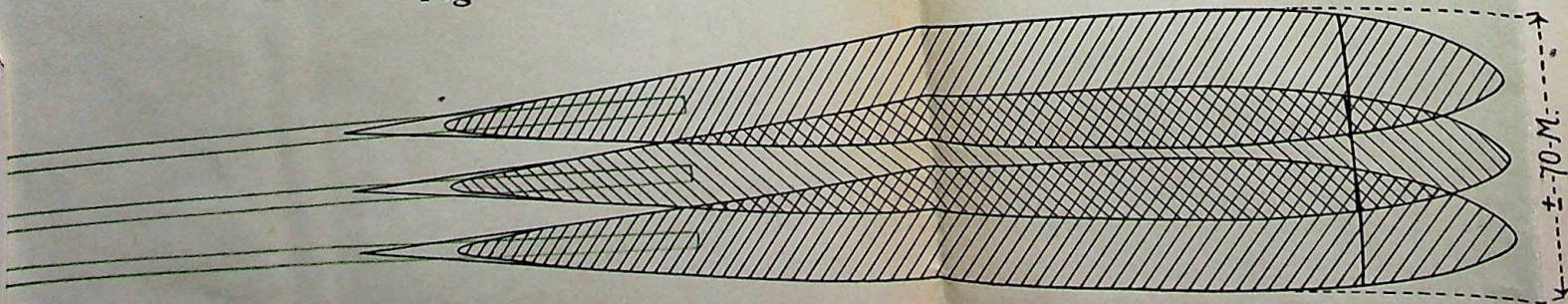


Fig. 26. Afstand 3000 M. Vooruitgaand vuur met één vuurmond.

