

HET VERNIELLEN VAN BRUGGEN.

I. IETS OVER DE VOOR EEN GENIE-KOMPAGNIE BENODIGDE SPRINGMIDDELEN.

Over de groote rivieren, die ons vaderland in het zuiden en oosten omvatten, zijn of worden op verscheiden plaatsen vaste spoorwegbruggen gebouwd.

Bij het uitbreken van een oorlog zal men den vijand moeten beletten van die groote bruggen gebruik te maken, ten einde den aanvoer van troepen en materieel te stremmen, de snelheid van zijn marsch te vertragen, en daardoor tijdwinst te verkrijgen, dien noodzakelijken factor voor de verdediging van ons land. Te dien einde zullen deze bruggen vernield of onbruikbaar moeten worden gemaakt. Echter niet alleen deze groote ijzeren bruggen, ook de kleinere in onze spoorwegen; de houten en steenen over onze kanalen en vaarten, over onze sluizen, hebben een niet minder belangrijke rol te vervullen.

Buitendien kunnen ook dikwijls de militaire belangen vernieling van andere voorwerpen vorderen.

Het is daarom, dat wij hier vooreerst met een enkel woord de aandacht willen vestigen op de verschillende eigenschappen van sommige der hiertoe dienende middelen en, uit een militair oogpunt, op hun gebruik.

In de eerste plaats komt natuurlijk het buskruit in aanmerking, dat, hoewel sedert vijf eeuwen in gebruik, nog steeds de hoofdrol speelt bij alle vernielingen.

De het buskruit, als springmiddel, echter aanklevende gebreken, als: de bezwaren aan het springen onder water verbonden, waardoor de grootste voorzorgen bij torpedo's, het laden van pijlers, enz., vereischt worden; de schadelijke gassen bij de verbranding ontwikkeld, waardoor tevens tijdverlies bij mijn-arbeid ontstaat; te weinig kracht; al deze nadeelen, gepaard aan de in de oorlogvoering op het gebied van den militairen ingenieur gestelde

eischen, waardoor de noodzakelijke eigenschappen voor een voldoende vernielingsmiddel steeds klommen, maakten, dat men er sedert lang op bedacht was een krachtiger springmiddel te verkrijgen.

Niet alleen dat het buskruit op zich zelf nagenoeg machteloos was tegen de zware ijzerconstructies der laatste tijden; ook de uit de langzame verbranding voortvloeiende noodzakelijkheid van een vaste insluiting, maakte het uitsluitend gebruik te velde van buskruit tot snelle en zekere vernietiging, hoogst bezwaarlijk, soms onmogelijk.

Te midden van het vijandelijk vuur heeft men toch voor het vernielen van muren, gewelven, jukken, liggers, palissaden, tamboers, het opruimen van terreinhindernissen, verhakkingen, enz. in den regel geen tijd om vaste insluitingen en opstoppingen te maken.

Gebruikt men die niet, dan heeft men weer zulke massa's buskruit noodig, dat deze niet gemakkelijk mee te nemen en op het verlangde punt aan te brengen zijn.

Het nadeel hiervan ondervonden de Oostenrijksche genie-troepen in den oorlog van 1866. Ofschoon elke kompagnie toen voorzien was van 7 zoogenaamde springtonnen, die elk 1 centenaar, dus te samen ongeveer 400^k bevatten, bleek die voorraad geheel onvoldoende, wanneer de kompagnie, zooals meermalen plaats had, in twee of meer deelen verdeeld werd. Tot vernieling van eenigszins gewichtige voorwerpen, ijzerconstructies, enz. moest steeds de geheele voorraad der kompagnie genomen worden, die dan nog soms onvoldoende was (1).

Bovendien bleken die buskruittonnen ook niet te voldoen. Wel is waar vermeldde een Fransch rapport na de tentoonstelling van 1867: »Les palissades, les murs isolés, les voûtes en maçonnerie d'une épaisseur d'un mètre »et même des constructions en fer sont infailliblement rompus et renversés »par la force explosive de ces barils"; de practijk gaf echter ook hierbij weer andere resultaten. Terwijl de buskruittonnen voor kleinere voorwerpen, als dunne muren en palissaden veel te zwaar waren, om onder het vijandelijk vuur er gemakkelijk tegen aangebracht te worden, en zij, wanneer er niet gevuurd werd, natuurlijk overbodig waren, voldeden zij voor zwaarder voorwerpen evenmin.

Springmiddelen voor militaire doeleinden en bij een leger te velde mee te voeren, moeten aan de volgende eischen voldoen.

- 1^o Bij een minimum van ruimte en ballast, moeten zij een maximum van kracht kunnen ontwikkelen.
- 2^o In veel gevallen is het noodzakelijk dat zij uiterst snel verbranden, zoodat zelfs een eenvoudige insluiting van lucht of water voldoende is. De

(1) Voor het springen der Tagliamento-brug werden 6 tonnen gebruikt, terwijl 6 in reserve werden gehouden.

gassen spoediger ontwikkeld wordende, dan de lucht- of waterlagen hebben kunnen uitwijken, verkrijgen in die kleine ruimte een veel grooter spanning.

Aan deze voorwaarden wordt genoegzaam door de ontplofbare stikstof-verbindingen voldaan, en het is dus te verwachten dat deze het buskruit als springmiddel in veel gevallen zullen verdringen. Als voortdrijvend middel in geschut, geweren, enz. zal dit echter zonder twijfel vooralsnog blijven bestaan.

Van de ontplofbare stikstof-verbindingen komen in de eerste plaats in aanmerking: *a.* de mengsels van picrienzure zouten met salpeter; *b.* het schietkatoen en *c.* de nitro-glycerine.

A. PICRAATKRUIT (*Buskruit van DÉSIGNOLLE*).

Aanwijzingen omtrent de eigenschappen en bereidingswijze werden reeds vroeger in dit Tijdschrift meegedeeld (1). De voordeelen, die de uitvinder Mr. DÉSIGNOLLE, aan dit mengsel van picrienzure potassa met salpeter (soms met bijvoeging van kool) toeschrijft, zijn: veel grooter vernielingskracht (10-maal meer dan buskruit), minder ontwikkeling van schadelijke gassen, geringer prijs bij gelijke uitwerking, enz. Proeven echter in Engeland en Frankrijk er mede genomen, schijnen niet altijd aan deze verwachtingen beantwoord te hebben, zoodat men er mee geëindigd zou zijn (2).

B. HET SCHIETKATOEN.

Veel belangrijker als springmiddel en misschien, volgens sommigen, eenmaal het buskruit ook als voortdrijvend middel vervangende, is het schietkatoen. Deze laatste vraag ligt echter buiten ons bestek, en werd tegelijk met de vervaardiging, voornaamste eigenschappen, enz., reeds in dit Tijdschrift (3) behandeld, zoodat ons alleen nog enkele opmerkingen over het gebruik als springmiddel overblijven.

Tegenwoordig komt het schietkatoen meest in gecomprimeerden toestand voor. Men verkrijgt dit door middel van sterke hydraulische persen, waardoor de dichtheid 4-maal grooter en het specifiek gewicht 1 geworden is. Het is alsdan een uitstekend springmiddel, dat men ontsteekt door hevig werkende knal-paeparaten. In het schietkatoen wordt een koperen, met slagkwik gevuld hulsje gebracht en door de gewone middelen, de vuurkoord van BICKFORD, de electriciteit, enz. ontstoken.

De ladingen kunnen genoegzaam vrij, d. i. zonder opstopping, tegen de te vernielen voorwerpen geplaatst worden.

(1) Zie *Milit. Spect.* 1869, blz. 378.

(2) Een wijziging van dit springmiddel is door Mr. BRUGÈRE, artillerie-officier, voorgesteld, die in plaats van potassa, ammoniac nam. Zie hieromtrent *Milit. Spect.* 1870, blz. 189.

(3) Zie *Milit. Spect.* 1867, blz. 535.

In water is het onontpofbaar; daarin bewaard, blijft het jaren lang goed, zoodat dit de beste wijze van bewaring schijnt te zijn. Wel verliest het daardoor veel van zijn kracht, door drooging krijgt het echter zijn volle ontplofbaarheid weder.

Het is zeer weinig hygroskopisch en verliest dus zeer weinig aan kracht, zelfs in vochtigen grond.

Bij volkomen verbranding is de rookontwikkeling zeer gering.

Dat echter schietkatoen zoo weinig gebruikt wordt, en dit gebruik denkelijk vooreerst niet zal toenemen, vindt zijn grond in geheel andere oorzaken, waarop wij later zullen wijzen.

C. NITRO-GLYCERINE.

De voornaamste springmiddelen, waarvan de nitro-glycerine het werkzaam bestanddeel is, zijn: *dynamiet*, *lithofracteur* en *dualien*.

I. DYNAMIET.

Na hetgeen omtrent dit lichaam reeds in dit Tijdschrift aangeteekend is (1), valt daarvan slechts nog het volgende te vermelden (2).

1°. *Werking en gebruik van dynamiet tot het springen van steen, muren, pijlers, enz.*

Om muren, enz. te doen springen, is het voordeelig een horizontaal gat te maken, diep ongeveer $\frac{1}{3}$ van de wijte van het gat, dat men verkrijgen wil, en dit tot $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$ op te stoppen met dynamiet en vervolgens met zand of water aan te vullen. Het gat moet niet meer dan 0^m,02 à 0^m,03 wijd zijn; de doorsnede der patroon $\frac{7}{8}$ daarvan.

Bij zeer zachten steen is het beter tweemaal te laden; de eerste maal zeer zwak met een lading van $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{7}$ der diepte, de tweede maal van $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{5}$.

(1) Zie *Milit. Spect.* 1870, blz. 475.

(2) Volgens het *Polyt. Journal* van DINGLER (1^{er} Juli-Heft 1871) was dit springmiddel tot aan het uitbreken van den jongsten oorlog, nimmer in Frankrijk vervaardigd en was zelfs de vervaardiging en invoer aldaar verboden. Toen echter Parijs ingesloten was en men inzag welke gewichtige diensten dynamiet zou kunnen bewijzen bij de verdediging, werd het noodige onderzoek ingesteld, omtrent de wijze van vervaardiging en omtrent de proeven, die er vóór het gebruik nog mee genomen zouden moeten worden. Weldra verschenen dan ook twee dynamiet-fabrieken, één bij de BUTTES CHAUMONT en één nabij LA VILLETTE. Het materieel voor de vervaardiging was genoegzaam voorhanden. De glycerine werd uit de kaarsenfabrieken getrokken; aan zwavelzuur en salpeterzuur was geen gebrek; terwijl voor de derde stof, die bij de bereiding noodig is, de asch van Schotsche *Boghead*-kolen gebezigd werd, die na gezuiverd en gemalen te zijn, de eigenschap heeft, dat zij het dubbele van haar gewicht aan nitro-glycerine opneemt, zonder haar korreligen toestand te verliezen of week te worden.

Tegen het eind van November waren de beide fabrieken in volle werking en leverden per dag 300^k dynamiet, hetgeen in uitwerking bijna gelijk staat met 2200^k buskruit. De ontsteking geschiedde, als gebruikelijk, met een slaghoedje.

In harden steen daarentegen, neemt men om den moeilijken boor-arbeid zooveel mogelijk uit te sparen, de ladingen $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{3}$ der diepte.

Zoo mogelijk moet men de verschillende gaten gelijktijdig door electriciteit doen springen; de uitwerking is dan dikwijls dubbel zoo groot.

Men laat de opstopping weg, wanneer men groote brokken steen wil verkrijgen, en neemt dan tevens de lading gering.

In het algemeen ontwikkelt dynamiet tegen steen bij gelijke gewichtsdeelen 5 à 6, en bij gelijke volumen 8-maal meer kracht dan gewoon buskruit. Vooral bij poreusen steen is dynamiet voordeel. Zoo had men het springen, door middel van buskruit, van de 300 jaar oude, volkomen verharde courtine-muur in een werk bij Verona moeten opgeven, daar de gassen te veel door den poreusen steen konden ontsnappen. Met dynamiet gelukte het zeer goed.

Proeven hebben omtrent de vernieling het volgende geleerd.

1°. Steenblokken van 0^m,4 tot 0^m,5 hoogte en 0^m,60 tot 0^m,80 oppervlakte worden door patronen van 0^k,15, vrij daarop gelegd en met een weinig zand overdekt, bij de ontsteking in verscheiden stukken gebroken.

2°. Muren van gebakken steen van 2 tot 4¹/₂ steen dikte, kunnen door geheel vrij daartegen gelegde ladingen van 1^k,5 tot 25^k geheel doorgeslagen worden.

Zoo sloegen 24^k, op deze wijze, in een muur van 4¹/₂ steen een gat, 2^m hoog en breed. Eveneens maakten 2 bussen, elk met 4^k geladen, in een 2 steensmuur een gat van ruim 2^m hoogte en breedte (1).

3°. Bruggewelven kunnen even gemakkelijk door vrij opgelegde ladingen vernield worden.

Bij de ontsteking van 7^k dynamiet, vrij op een tongewelf van 3 steen gelegd, brak het gewelf in een cirkel van 0^m,6 tot 0^m,9 straal geheel door.

2°. *Uitwerking van dynamiet in grond.*

Hierbij kan het doel van den militairen ingenieur drieërlei zijn:

a. de vernieling en wegruiming van grondmassa's, zooals het vormen van trechters, het opruimen van dammen, borstweringen, enz.;

b. de vernieling van kunstwerken onder den grond, zooals van gemetselde of houten galerijen, putten, enz.;

c. tot voortdrijving, zooals bij steenfougassen.

Proeven hebben omtrent beide eerste doeleinden het volgende geleerd.

1°. In zeer weeken, onsamenvhangenden grond geven hevige springmiddelen

(1) Volgens het *Polyt. Journal* van DINGLER (1^{ste} Juli-Heft 1871) hadden proeven met het in Parijs vervaardigde dynamiet genomen, aangetoond, dat het, om een ringmuur dik 0^m,4 à 0^m,5 te doen instorten, voldoende was dynamiet-worsten van ruim 3^k met tusschenruimten van ongeveer 1^m tegen den voet van den muur te leggen en te ontsteken. Van dit middel werd onder anderen gebruik gemaakt bij den uitval op den 19den Januari. Ten einde de uitvallende troepen gelegenheid tot deboucheeren te geven, werden door middel van dynamiet 12 openingen in den parkmuur van BUZANVAL gemaakt.

steeds slechte resultaten. Men zal dus in die gevallen beter doen van goed, maar langzaam brandend buskruit gebruik te maken.

2°. In vaste grondsoorten daarentegen, als klei en leem, kunnen hevige springmiddelen dikwijls met voordeel gebruikt worden, vooral dan, wanneer door onvoldoende opstopping, enz. aan den eenen kant slechts geringe weerstand geboden wordt.

Proeven, door het Pruisische korps ingenieurs in 1868 genomen, leerden, dat al nam men de lading nitro-glycerine zelfs de helft van de vereischte buskruitlading, dit nog tot nadeel van de eerste uitviel.

Ondertusschen was in sommige opzichten de nitro-glycerine voordeeliger en wel:

1°. De nitro-glycerine werkt gelijkmatiger naar alle kanten dan het buskruit, hetwelk dit meer in de richting van den kortsten weerstand doet.

2°. De werking op de opstopping is geringer, zoodat tot het vernielen van vijandelijke mijngalerijen, enz. de opstopping geheel weg kan blijven.

3°. Bij galerijen boven den horizon der mijnkamers gelegen, is de uitwerking van nitro-glycerine geringer dan de dubbele buskruitlading; bij galerijen er onder, daarentegen grooter. Zelfs is gebleken bij aanvalspuiten, 1^m,2 boven galerijen gelegen, dat nitro-glycerine in dit geval 6-maal meer uitwerking dan buskruit had.

Tot het losmaken van harden grond, als klei en leem, die moeilijk met het pikhouweel te behandelen is, kan dynamiet goede diensten bewijzen. De gaten moeten daartoe diep en wijd zijn (b.v. 3^m diep en 0^m,06 à 0^m,07 wijd) en tot op $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{8}$ der diepte geladen.

Tot voortdrijving bij fougassen, enz. zijn hevige springmiddelen volkomen onbruikbaar.

3°. *Uitwerking van dynamiet op hout.*

Dynamiet zal tegen hout, voor militaire doeleinden, voornamelijk gebezigd worden: tot vernieling van brugliggers en jukpalen, palissaden en tamboers, tot het opruimen van boomstammen, tot het maken van verhakkingen, enz.

1. Jukpalen van 0^m,3 tot 0^m,35 dikte kunnen door ladingen van 1^k à 1^k,25 dynamiet volkomen doorgebroken worden. Men maakt daartoe van weerszijden horizontale boorgaten.

2. Brugliggers van 0^m,3 dikte kunnen over hun geheele lengte door zwak ingesloten dynamiet-ladingen vernield worden. Men moet de lading over de geheele te vernielen lengte laten doorloopen en per M¹ 3^k nemen.

3. Palissadeeringen en tamboers van boomstammen van 0^m,35 dikte, worden over hun geheele lengte met behulp van even lange, in eenvoudige linnen hulsels geplaatste dynamiet-ladingen vernield, door per M¹ 1^k,3 à 1^k,4 dynamiet te nemen.

4. Staan nog palissaden in een 2de rij daartusschen, dan moet de lading $2\frac{1}{2}$ à 3-maal grooter worden.

5. Boomstammen van $0^m,3$ tot $0^m,35$ dikte, kunnen met ladingen van $0^k,2$ in boorgaten van $0^m,25$ diepte en $0^m,03$ breedte, loodrecht op de as van den boom, ter hoogte van het boorgat geheel doorgebroken worden. Men kan ook de boorgaten aan weerszijden maken.

Om de wortels te vernielen, handelt men op dezelfde wijze met verticale gaten (1).

In het algemeen merke men nog het volgende op.

a. Daar de werking der hevige springmiddelen zeer plaatselijk is, moet men ook de ladingen steeds aanbrengen over de geheele lengte, die men vernielen wil.

b. Wat de doorsnede der ladingen aangaat, hetzij die linnen hulsels of blikken kokers waren, hebben proeven, genomen met omhullingen wijd $0^m,05$, $0^m,065$ en $0^m,08$ aangetoond, dat men alleen bij de laatste soort zeker is, dat de ontploffing zich over de geheele lengte zal meedeelen.

De lading wordt alsdan ruim 4^k per M^1 .

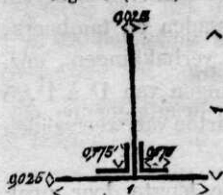
c. Wat de ontsteking aangaat, kunnen bussen van dergelijke afmetingen ($0^m,08$ wijd) koud tegen elkaar gelegd worden. Een patroon aan het eene eind ontstoken, zal de ontploffing van al de buizen over de geheele lengte ten gevolge hebben.

4°. Uitwerking van dynamiet op ijzer.

De hevige uitwerking van dynamiet op ijzer is bekend. Vooral hierdoor, met het oog op het vernielen der zware ijzerconstructies, pantserplaten, enz., neemt het dynamiet zulk een belangrijke plaats onder de springmiddelen in.

Wij zullen voor ons doel — het vernielen van bruggen — voornamelijk de uitwerking tegen gesmeed ijzeren brugliggers en platen nagaan en trachten uit gedane proeven (zoomede later met lithofracteur) eenige regels af te leiden voor de vernieling van den bovenbouw van ijzeren bruggen.

Fig. 1. (1:50)

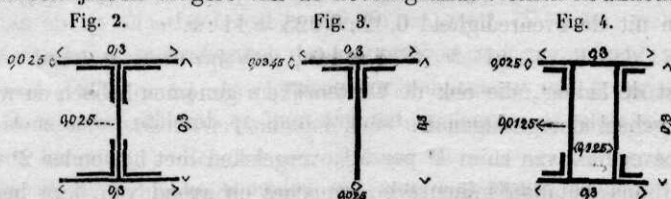


1°. Een gesmeed $\perp$ ijzeren drager van nevensgaande afmetingen (bij een bestaande brug) werd horizontaal aan beide uiteinden ingemetseld. Horizontaal en loodrecht er op, werden nu hiertegen de gebruikelijke ladingen van $0^m,08$ middellijn geplaatst, gezamenlijk 14^k bedragende.

De geheele verticale wand van den drager werd doorgeslagen en als papier over verscheiden voeten opgerold; de hoekijzers waren eveneens doorgebroken, alsmede de onderste plaat, die tevens sterk naar beneden omgekruld was.

(1) Volgens meergenoemd *Polytech. Journal* werd door de Franschen ook van het te Parijs vervaardigd dynamiet veel gebruik gemaakt, om boomen te vellen. Om een boom van $1^m,57$ omtrek te vellen, was het voldoende hem te omwikkelen met een zak, die $3^k,2$ à $4^k,2$ dynamiet bevatte en dit te ontsteken. De boom brak dan op de plaats der ontsteking af.

2°. Gesmeed ijzeren dragers van de nevensgaande vormen en afmetingen (1),



kunnen door zeer geringe ladingen, mits goed geplaatst, vernield worden.

Zoo werd (Fig. 2) door 4 patronen, elk van $1^k,12$, over zijn geheele hoogte doorgebroken.

Om echter veel verschillende ladingen te vermijden, is het dikwerf gemakkelijker een grootere lading te gebruiken. 14^k werden boven op de dragers geplaatst, waardoor de geheele constructie uit elkander geslagen werd.

Kleine patronen kan men nog op de onderste platen stellen.

3°. Gesmeed ijzeren platen van $0^m,025$, $0^m,05$ en $0^m,07$ dikte konden door ladingen respectievelijk van $0^k,56$, $1^k,12$ en $2^k,8$ over de lengte van $0^m,15$ doorgeslagen worden. De patronen waren aangebracht in cilindervormige bussen van dun blik, insgelijks $0^m,15$ lang.

4°. Tot het doorslaan van gesmeed ijzeren pantserplaten van $0^m,0085$ tot $0^m,0125$ dikte, bleek het voldoende te zijn over de vereischte lengte ladingen aan te brengen van $1^k,25$ per M^1 .

5°. Gesmeed ijzeren holle cilinders, waarvan de wanden $0^m,01$ dik zijn en die $0^m,15$ doorsneden hebben, kunnen door ladingen van $1^k,7$, vrij er opgelegd, geheel doorgeslagen worden.

6°. Om de lasschen van spoorwegrails uit elkaar te slaan, zijn geheel vrij aangebrachte ladingen van $1^k,12$ voldoende.

7°. Voor platen $0^m,02$ dik en $0^m,6$ hoog, $2^k,5$ voldoende gebleken zijnde, zou men, onderstellende dat de ladingen recht evenredig zijn met de te vernielen lengte, een nog al gerechtvaardigde onderstelling, daar de lading slechts werkt over een afstand gelijk aan haar lengte, per M^1 noodig hebben $\frac{2,5}{0,6}$ of $4^k,1$.

Past men dit op den in 1° behandelde gesmeed ijzeren brugligger toe, dan vindt men:

lengte van den opstaanden wand = 1^m

lengte van de horizontale plaat = 1^m

lengte der 2 hoekijzers $4 \times 0,175 = 0^m,7$

dus de lengte door te slaan ijzer = $2^m,7$.

Per M^1 $4^k,1$ noodig zijnde zou dus voor deze lengte 11^k vereischt zijn. De plaat is echter $0^m,025$ in plaats van $0^m,02$ dik en neemt men aan, dat ook hierbij dezelfde evenredigheid doorgaat (ofschoon niet met dezelfde kans van

(1) Alle afmetingen in deze, op een schaal van $\frac{1}{10}$ geteekende 3 figuren, alsmede in Fig. 1, zijn in meters uitgedrukt.

zekerheid, dat dit steeds bij zeer zware afmetingen door zal gaan (1)), dan verkrijgt men uit de evenredigheid $0,02 : 0,025 = 11 : x$.

$$x = 14^k,$$

zijnde juist de lading, die ook de Oostenrijkers genomen hebben en waarmede de ligger geheel doorgeslagen is.

Deze hoeveelheid van ruim 4^k per M^1 , vergeleken met het onder 2° vermelde en de bij ons bataljon mineurs en sappeurs op grond van deze berekening genomen proeven met lithofracteur (zie later), is zeker ruim genomen, zoodat men wel, van dezen maatstaf uitgaande en verder de ladingen recht evenredig met de lengten en dikten nemende, van een voldoende uitkomst zeker kan zijn.

Verschillende dynamiet-ladingen kunnen op eenvoudige wijze gelijktijdig ontstoken worden.

Het is toch gebleken dat zelfs ladingen van 4^m à 5^m lengte en $0^m,05$ doorsnede door één patroon, aan een der uiteinden aangebracht, over haar geheele lengte oogenblikkelijk ontploffen. Op die wijze kunnen verschillende dynamiet-ladingen (met 14 à 15 is het aldus gelukt) door dunne strookjes dynamiet van $0^m,0085$ middellijn verbonden, door één slaghoedje in een der ladingen geplaatst, om zoo te zeggen, gelijktijdig worden ontstoken (2).

5°. *Uitwerking van dynamiet in water.*

Na hetgeen hierover vroeger gezegd is, kunnen wij dit verder voorbijgaan. Op het groote nut, dat dynamiet in torpedo's zou hebben, is reeds meermalen gewezen. De vermelde proeven tegen gesmeed ijzeren pantserplaten toonen de krachtige werking aan, die zij tegen pantserschepen zouden uitoefenen (3).

Behalve in bussen of flesschen kan men dynamiet het best onder water gebruiken door het in 2 à 3 hulzen sterk geteerd lijnwaad te wikkelen. De uitwerking onder water, vrij tegen of op voorwerpen gelegd, is meer dan het tienvoudige van die van gewoon buskruit.

(1) Uit het hierboven onder 3° vermelde blijkt toch wel, dat voor een plaat van $0^m,03$ dikte 2-maal zooveel noodig is, als voor een plaat dik $0^m,025$, maar vervolgens neemt de lading naar evenredigheid sterker toe dan de dikte.

(2) Volgens het meergenoemd *Polyt. Journal* hadden de Franschen met het te Parijs vervaardigde dynamiet ook proeven genomen, om vuurmonden te doen springen. Daarbij bleek, dat een bronzen kanon van $16 \text{ \text{R}}$ sprong en geheel verbogen werd door een zak, gevuld met $1^k,17$ dynamiet in de monding te brengen en te ontsteken. Bij een anderen vuurmond werd een dergelijke zak met gelijke lading dynamiet, op een der tappen gelegd en ontstoken, waarbij de tap afbrak. Op grond dezer proeven werden een aantal dynamiet-patronen aangemaakt van het kaliber der Duitsche vuurmonden, die echter door de omstandigheden niet gebruikt werden.

Ook na de overgave van Parijs, heeft men zich tot het opruimen van vernielde bruggen met veel voordeel van dynamiet bediend. Onder anderen waren bij het doen springen van de brug te Clichy twee gietijzeren bogen van 62^m spanning in de rivier gestort. Het zou zeer veel inspanning gekost hebben, om deze massa's in haar geheel op te vissen; door middel van dynamiet werden ze echter zeer gemakkelijk in kleine stukken gebroken en naar boven gehaald.

(3) Volgens de *Naval and Military Gazette* worden tegenwoordig in Engeland in het arsenaal van Woolwich 1300 torpedo's gemaakt, waarvan 500 met 280^k , 300 met 140^k en de overige met 56^k schietkatoen geladen worden.

6°. *Uitwerking van dynamiet op ijs.*

Bij de talrijke proeven op den Oder (1868), de Iglawa (1870), den Rhijn en Weichsel (1870) en bij ons (1870 en 1871) genomen, heeft zich dynamiet, evenals de andere stikstofverbindingen, als uitmuntend geschikt tot ijsvernietigen doen kennen (1). Behalve een ongeveer 10-maal grooter kracht dan buskruit, zijn al de tijdroovende voorzorgen van nauwkeurig waterdichte, verpakte kisten of kruiken niet noodig, terwijl het vroeger bezwaar van dynamiet, bij lage temperatuur te bevriezen, waardoor zonder voorafgaande ontthooing de patronen niet ontstoken konden worden, door het gebruik maken van heviger werkende knalhoedjes weggenomen is. Neemt men namelijk blikken hulsjes gevuld met een mengsel van 50 % nitro-glycerine en 50 % geheel fijn schietkatoen, of wel 15 gewichtsdeelen zeer zuivere fijn verdeelde boomwol, gedompeld in een oplossing van chloorzure potassa, daarna volkomen gedroogd en vervolgens met 40 deelen nitro-glycerine vermengd, dan heeft men patronen, die in staat zijn zelfs volkomen hard gevroren dynamiet even gemakkelijk en zeker, als niet bevroren, te ontsteken.

Verder is nog uit proeven op den Eger het volgende gebleken.

a. Het is voordeliger verscheiden kleine patronen te bezigen, dan één groote lading; patronen echter van minder dan 0^k,2 moet men niet gebruiken.

b. De patronen moeten niet te diep onder het ijs gebracht worden, daar het water dan te veel gassen schijnt op te slorpen.

c. Daar was de uitwerking het grootst, waar onder de patronen de grootste waterdiepte was.

II. LITHOFRACTEUR.

Volgens ISIDOR TRAUZL (2) zou het bestaan uit:

nitro-glycerine 52 %

kiezelaarde . . 30 %

kool 12 %

salpeter 4 %

zwavel 2 %

en zou dus eigenlijk een soort slechte dynamiet wezen, waarbij 18 % van een aan kool te rijk mengsel buskruit zou gevoegd zijn.

De nadeelen, die hij er in vergelijking met dynamiet aan toekent, zijn de volgende.

1°. Het is veel gevoeliger voor hooge temperaturen dan dynamiet. De ont-

(1) Volgens genoemd *Polyt. Journal* werd dynamiet ook te Parijs met vrucht gebruikt, om op de Seine, ten behoeve der vastgevroren kanonneerbooten, het ijs over een lengte van 900m op te ruimen.

(2) *Explosive Nitriilverbindungen* von ISIDOR TRAUZL, Oberleutenant der K.K. Geniewaffe. Wien 1870, en *Oesterreichische Militärische Zeitschrift*. 1871, N°. 2.

ploffing van dit laatste lichaam geschiedt bij 190° C., van lithofracteur bij 120° C.

2°. Het is veel gevoeliger voor den invloed der vochtigheid door het bijgemengd salpeter.

3°. Door de overmaat van kool, ontwikkelen zich bij de ontsteking veel schadelijke gassen (kooloxyde).

4°. Bij gelijke volumens is door het minder gehalte van nitro-glycerine, de kracht veel geringer.

Proeven in Engeland te Shrewsbury in Mei 1871 en bij ons bataljon mineurs en sappeurs in 1870 en 1871 genomen, hebben echter gunstige resultaten opgeleverd met de lithofracteur uit de fabriek van KREBS te Keulen (1), zoo wel wat zekerheid van transport en bewaring, als wat krachtsontwikkeling aangaat.

Wat het eerste betreft, den 16den Januari werd een centenaar (56^k) lithofracteur-patronen bij het bataljon ontvangen, die den 4den uit Keulen waren verzonden, en geheel bevroren aankwamen. Den 18den Januari werden de patronen ontdood. Hiertoe werden zij in een blikken bus van 0^m,12 middellijn en 0^m,37 hoogte gedaan, het deksel gesloten en in een ijzeren pot met water boven een open vuur verwarmd.

Aldus konden 17 patronen, wegende 2^k,12, in een half uur ontdood worden.

Deze lithofracteur is later weer bevroren en ontdood geworden; daarvan zijn patronen in bussen gemaakt, patronen afgesneden, doorgesneden, geleidingen gemaakt, kortom, alle mogelijke veranderingen en verwarmingen zijn daarmede geschied, zonder dat ooit eenig ongeluk heeft plaats gevonden, terwijl wat haar uitwerking betreft, op onderstaande er mee genomen proeven wordt gewezen.

Alleen werd opgemerkt, dat de nitro-glycerine zich meer dan bij dynamiet afscheidde en zelfs door de blikken kokers, waarin zij bewaard werd, heen-drong.

In Engeland heeft men een spoorwagen van een 500 yards (455^m) langen, onder een helling van $\frac{1}{8}$ liggenden weg afrollende, tegen een dergelijken wagen doen stooten.

Aan elk der buffers bevestigde men patronen van 1³/₄ Engelsche oncen (0^k,05). Bovendien lag men nog op de rails, 50 yards (45^m) van beneden af, dergelijke patronen.

Bij houten buffers kwamen in het geheel geen ontploffingen voor; bij ijzeren slechts partieele, daar waar een zeer dunne laag tusschen de ijzeren platen kwam, zonder dat echter de ontploffing zich aan het overige meedeelde. Ditzelfde was het geval met de op de rails liggende patronen.

Wat de uitwerking van dit springmiddel aangaat, zoo zullen wij deze het

(1) Volgens de *Engineering* (12 Mei 1871) zou deze, door Professor ENGEL uitgevonden lithofracteur uit 75% nitro-glycerine, benevens schietkatoen, zwavel, salpeter, kool, chloraat-kruit en kiezelzand bestaan.

best door eenige bij ons bataljon mineurs en sappeurs genomen proeven, kunnen aantoonen.

a. *In grond.*

1°. Den 15den November 1870 werden op het Fort de Kwakkenberg proeven genomen, om leembanken door lithofracteur te doen springen. In een gat diep 1^m en 1^m,7 van den voorkant der bank verwijderd, die steil afgegraven was, werd een patroon van 0^k,23 gebracht. De leembank werd binnen een rayon van 1^m en ter diepte van de patroon vergruisd. Een trechter werd niet gevormd.

Op meerdere leembanken werden dergelijke proeven genomen; steeds werd de leem vergruisd zonder trechtersvorming.

2°. Den 30sten Mei jl. werd, om de onderaardsche werking van lithofracteur te bepalen, een mijnputje van 5 Hollandsche ramen, diep 1^m,5 gemaakt. Op 1^m hiervan verwijderd, werd door middel van een spar een gat diep 1^m,5 gemaakt en daarin een patroon van 0^k,45 geplaatst.

De onderste twee ramen werden verbrijzeld, het 3de ingedrukt (1).

3°. Een hoeveelheid van 1^k,5 werd 1^m,5 in den grond gebracht om te beproeven of er bij de ontsteking een trechter zou ontstaan.

Dit gebeurde niet. De grond werd echter opgeheven, ongeveer over de uitbreidheid, zooals de trechter zou geweest zijn bij een lading buskruit (4^k,9) voor de diepte van 1^m,5 benoodigd.

b. *Tegen hout.*

1°. Den 30sten November 1870 nam men een proef op een eikenhouten balk (brugligger), tusschen de steunpunten lang 2^m,8, zwaar 0^m,2 bij 0^m,3. Hij werd, op twee punten ondersteund, op zijn smallen kant gelegd, terwijl er 0^k,45 lithofracteur, overdekt met zandzakken, op werd geplaatst. Na de ontsteking was de balk gebroken en gesplinterd.

2°. Op een eiken plaat (bruggende) dik 0^m,1, breed 0^m,3, werd een patroon van 0^k,05 geplaatst en met zandzakken overdekt. De plaat werd door de ontploffing overlangs gekloofd en in twee stukken gebroken.

3°. Een patroon, als hiervoor geplaatst, doch slechts met een steen bezwaard, verbrijzelde slechts den steen, zonder het minst het hout te beschadigen.

Dit was wel een bewijs dat bij lithofracteur een goede opstopping een voor naam vereischte is. Zulks bleek trouwens bij alle daarmee genomen proeven en in dit opzicht verdient dynamiet de voorkeur.

(1) Bereken men de lading gewoon buskruit, die op denzelfden afstand (1^m) van de mijnput verwijderd, ongeveer dezelfde uitwerking zou moeten hebben, dan vindt men ongeveer 0^k,8, dus iets minder dan de dubbele hoeveelheid.

4°. De werking tegen palissaden en tamboers was volkomen als die van dynamiet.

c. Tegen ijzer.

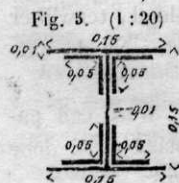
1°. Den 30sten November 1870 werd een Zweedsch ijzeren staaf, lang 1^m,8, breed 0^m,08, dik 0^m,02, aan de uiteinden in twee 0^m,18 bij 0^m,18 zware palen bevestigd. In het midden werd een lading van 0^k,45 in een stevig ijzeren bakje aangebracht, dat tot opsluiting diende en met ringen aan de staaf bevestigd werd. De staaf werd bij de ontsteking der lading geheel doorgebroken, de beide palen midden doorgeslagen en gesplinterd, het ijzeren bakje tot schilfers vergruisd, terwijl bovendien het als dekking dienende blokhuis, waarin de proef geschiedde, zeer beschadigd werd.

Deze hevige uitwerking moet voor een groot gedeelte aan de vaste opsluiting in het ijzeren bakje toegeschreven worden, zooals ook uit proef 3 zal blijken.

2°. Op een staaf van dezelfde afmetingen als boven, werd een eikenhouten blok gesteld, waarin een rond gat was gemaakt, om een patroon van 0^k,23 te bevatten. Op die patroon werd een ijzeren stop van 0^m,04 middellijn en 0^m,05 lengte geplaatst. De staaf werd door de stop blijvend naar beneden gebogen, het blok geheel verbrijzeld, en de stukken werden naar alle kanten heen geslingerd.

3°. Op een staaf van dezelfde afmetingen en 1^m,25 lengte, wederom aan de uiteinden bevestigd, werd eveneens 0^k,45 lithofracteur geplaatst, nu echter met twee gevulde aardzakken overdekt. De staaf werd wel is waar gebroken, doch niet in die mate als bij proef 1.

4°. Uit het hier onder 1° en 2° vermelde gebleken zijnde, dat 0^k,45 lithofracteur voldoende is, om een staaf van 0^m,02 dikte, over een breedte van 0^m,08 te vernielen, leidde men daaruit af de hoeveelheid lithofracteur, benodigd bij een staaf van nevensgaande afmetingen en vorm, gevende:



ontwikkelde lengte der $\perp$ $3 \times 0,15 = 0^m,45$

ontwikkelde lengte der 4 hoekijzers $8 \times 0,05 = 0^m,40$

lengte te doorslaan ijzer $= 0^m,85$.

Deze lengte geeft dus $\frac{0,85}{0,08} \times 0,45 = 5^k$, namelijk als de staaf 0^m,02 dik was geweest. Nu was hij slechts 0^m,01 dik; de lading werd dus 2^k,5.

De op deze wijze berekende lading werd nu tegen een staaf, van bovenvermelde afmetingen, gebruikt. De staaf werd in twee stevige palen bevestigd, de lading in twee blikken doozen aan weerszijden aangebracht, en door een dunne geleiding in een papieren huls verbonden. Een zandzak werd er omheen gebracht en in een der doozen de patroon gesteld. Bij de ontsteking werd de staaf geheel in stukken geslagen en gesplinterd; zelfs de dunne wanden der blikken bussen waren in kleine stukjes diep in het hout van

het dekkend blokhuis doorgedrongen, dat insgelijks bijna geheel vernield was.

De lading was dus ruim groot genoeg, zoodat deze proef nog meer zekerheid geeft aan deze wijze van berekening der voor de vernieling van den bovenbouw van bruggen vereischte hoeveelheid.

Berekent men naar het hier onder 1° vermelde, de hoeveelheid lithofracteur, per M¹ benoodigd, om een plaat dik 0^m,02 te vernielen, dan vindt men

$$\frac{1}{0,08} \times 0,45 = 5^k,625.$$

Hoewel het nu zeer goed mogelijk is, dat men zelfs met geringere ladingen zou kunnen volstaan, schijnt het ons echter, zoolang dit niet voldoende bewezen is, ongeraden de eerste te zijn dit te wagen, b.v. bij het ontvangen van een bevel, om den ijzeren bovenbouw eener brug te vernielen.

d. *Tegen ijs.*

De 6den Januari jl. werden proeven met ijsmijnen genomen tegen het ijs, dat zich boven Nijmegen op de Waal had vastgezet.

1°. 2 blikken bussen, elk geladen met 0^k,63 lithofracteur in zaagsel en voorzien van een gewoon slaghoedje, werden door middel van den Ruhmkorffschen klos ontstoken.

Het ijs was $\pm$ 0^m,25 dik; op enkele plaatsen had het echter, door de onderdrijvende schotsen een grootere dikte, die evenwel moeilijk juist te bepalen was. Er ontstonden trechters van ongeveer 6^m middellijn.

2°. 5 patronen, te samen wegende 4^k,1, werden bij elkaar gebonden, omwikkeld met een zandzak en voorzien van een slaghoedje, gedeeltelijk bovendien met chloorzure potassa en zwavelantimonium gevuld. Zonder verdere voorzorgen, dus niet waterdicht, werd dit onder het ijs gebracht. Met den Ruhmkorffschen klos ontstoken, werd het ijs in een cirkel van 8^m à 10^m middellijn verbroken (1).

3°. In twee ladingen van 0^k,3, werden slaghoedjes gedeeltelijk met bovengenoemde sas gevuld, gestoken en onder het ijs gebracht. De ontsteking gelukte.

4°. Dezelfde sas echter in een buisje gedaan en door de vuurkoord van BICKFORD ontstoken, deed de lithofracteur-patronen niet ontploffen. Ten gevolge van het springen van het buisje, ontbrandde de lading.

5°. Bij een volgende dergelijke proef, had dit laatste niet plaats.

Uit deze en meerdere proeven bleek:

a. Lithofracteur kan onder water ontploffen zonder verdere voorzorgen tegen waterdichtheid. Het is dan echter geraden de slaghoedjes door toevoeging van slagkwik of chloorzure potassa en zwavel-antimonium te versterken. Men

(1) Opzettelijk werden slaghoedjes genomen, voor de helft met chloorzure potassa en zwavel-antimonium gevuld, daar bij den vorigen dag genomen proeven, gebleken was dat lithofracteur (ondanks de koude van 15° F.) hiermede nog ontstoken kon worden.

Met de ABEL-sas was dit niet het geval geweest.

moet de lithofracteur-patronen echter niet te lang onder water laten, daar zij dan verstijven en haar werking verliezen.

b. Gewone patronen voor lithofracteur kunnen bij lage temperatuur alléén dan met zekerheid worden gebruikt, wanneer er geen water bij kan komen.

c. Chloorzure potassa en zwavel-antimonium alléén zijn, ten minste bij lage temperatuur, niet in staat ontploffing te weeg te brengen.

d. De lithofracteur, hoewel de warmte lang behoudende, waardoor het bij 1 vermelde geval plaats kan vinden, blijft, eenmaal onder water hard geworden, ook lang in dien toestand, en is alsdan voor het oogenblik niet meer te gebruiken.

III. DUALIEN.

Volgens TRAUZL zou dit bestaan uit:

Nitro-glycerine 50 %

Zaagsel. . . . 30 %

Salpeter 20 %.

en zou het door de lichte brandbaarheid der met salpeterzuur doortrokken spaanders en hun slecht opslorplingsvermogen, tegenover dynamiet de volgende nadeelen hebben.

1°. Het is veel gevoeliger tegenover vuur en andere mechanische werkingen, voornamelijk in bevroren toestand. Reeds bij de eerste proeven, bij het indrijven van het slaghoedje in een patroon, kwam, hoewel dit zeer voorzichtig geschiedde, een ongeluk voor (1).

2°. Door het gering opslorplingsvermogen der houten spaanders, kunnen zij niet veel nitro-glycerine opgeslorpt houden, zoodat reeds bij 40 à 50 % nitro-glycerine zeer sterke omhullingen noodig zijn.

3°. Daar het specifiek gewicht slechts 1,02, dus 50 %, minder dan dat van dynamiet is, zal, al ware de uitwerking van gelijke gewichtsdeelen dezelfde, toch dualien, bij gelijke volumen, veel minder kracht ontwikkelen.

4°. De ontwikkelde gassen (kooloxyde) zijn schadelijker.

Dat ondanks deze nadeelen, de Pruisen toch dualien gebruiken, moet zijn oorzaak vinden in de meer gemakkelijke ontsteking, daar het vast ingesloten, ook door gewone middelen kan ontstoken worden.

De Pruisische rapporten over dit springmiddel luiden echter zeer gunstig, zoowel wat betreft de betrekkelijke veiligheid, als de uitwerking.

Om het eerste aan te toonen werd bij Berlijn op de oefeningsplaats der pionniers een vaatje met dualien gevuld, op een brandende bos rijshout geplaatst; evenzoo werd van een hooge stellaadje een vat op een steenhoop geworpen, zonder dat bij beide proeven eenige ontploffing plaats had.

Hetzelfde als bij dynamiet en lithofracteur doet zich, wat de uitwerking betreft, bij dualien, met het springen van mijnen en fougassen voor.

(1) De fabriek zou dan ook voortaan de patronen afleveren met vooraf gemaakte gaten er in voor de hulsjes; een houten stop vervangt zoolang de plaats.

Bij fougassen met 1½ dualien en 1500^k aan steenen geladen, werden slechts de spiegels verbroken, de steenen hoogstens eenige meters weggeworpen, terwijl bij een tienvoudige hoeveelheid buskruit de steenen over de 200 pas werden weggeslingerd.

Bij mijnen was de uitwerking ook zeer gering; de grond werd opgeworpen en vulde den trechter wederom geheel.

Daarentegen was de uitwerking tegen palissaden van 0^m,15 à 0^m,3 dikte zeer groot, en gelijkstaande aan die van dynamiet. In een blikken bus langs de palissaden neergelegd, sloeg het dualien daarin een opening, waarvan de wijdtte de lengte der buis nog met eenige voeten overtrof. De dubbele lading dynamiet bracht eerst dezelfde uitwerking te weeg, alleen werden de palen daarbij verder weggeslingerd. (*Allgemeine Militär Zeitung* 1869, N^o. 27.)

Wanneer wij nu, na het voorgaande, de nieuwe stikstof-verbindingen met het buskruit vergelijken, kennen wij aan de eerste de volgende voordeelen boven het laatste lichaam toe.

1^o. De vervaardiging is eenvoudiger en levert een veel gelijkvormiger product.

2^o. Zij geven bijna volkomen zekerheid tegen ontploffingen door open vuren, door gloeiende lichamen, stooten en slagen; vooral bij dynamiet is dit het geval.

Men zorge slechts geen gemakkelijk vuurvattende stoffen, als oliën, spiritaliën, enz. in de nabijheid te hebben.

Derhalve bij transport en gebruik zijn zij minder gevaarlijk dan buskruit (1).

3^o. Bij het bewaren heeft men minder verlies dan bij buskruit.

4^o. Bij gelijk gewicht en nog meer bij gelijke volumen, is de uitwerking in de meeste gevallen veel grooter. Hierdoor verkrijgt men aanzienlijke besparing aan arbeid en kapitaal. De mijnkamers kunnen b.v. bij bruggen veel kleiner afmetingen verkrijgen en hierdoor spoediger gemaakt worden.

5^o. Gedurende eenigen tijd onder water goed kunnende blijven, heeft men al de tijdroovende en kostbare voorzorgen niet noodig, die springingen onder water met buskruit eischen.

Zoo is het bij pijlers, wanneer het water in de mijnkamers is gedrongen, niet noodig dit eerst te verwijderen, zoodat daardoor o. a. wederom besparing aan arbeid en tijd verkregen is.

(1) Als voorbeeld hiervoor kan nog het volgende dienen. Een lading dynamiet (560^k) werd in October 1869 van Hamburg met wagens over de Boheemsche grenzen en van daar per spoor naar Weenen vervoerd, waar zij na een reis van 6 weken, geheel bevroren aankwam.

Na in een warm lokaal ontdooid te zijn, werden er patronen van verschillende grootte van gemaakt, in kisten met werk ingepakt, en zoo per spoor naar Triest en van daar per schip naar Cattara vervoerd, van waar zij, niet gebruikt wordende, in den herfst van 1870 weer naar Weenen teruggezonden werd. Ondanks alle invloeden, waaraan zij blootgesteld geweest was, als van temperatuurverandering en vochtigheid en nadat zij tweemaal bevroren geweest was, had zij geen verandering ondergaan. De kleur, alsmede de percentsgewijze verhouding van nitro-glycerine (73%) was dezelfde gebleven. (*Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens* 1871, N^o. 4.)

6°. Een zeer geringe opstopping, vooral bij dynamiet (bij de overigen toch altijd minder dan bij buskruit) van los zand, aardzakken, water, enz. is voldoende.

Hierdoor vooral zijn zij uitstekend voor militair gebruik.

7°. De bij het springen ontstane gassen zijn minder schadelijk, dan die van buskruit.

8°. Daar, waar de grens der werkzaamheid van het buskruit reeds bereikt of overschreden is, werken nog de stikstof-verbindingen met volle kracht en tegen ijzerconstructies met haar grootste kracht.

Dit maakt deze springmiddelen zoo uitmuntend geschikt tegen gepantserde schepen, ijzeren bruggen, enz.

Een vergelijking te maken tusschen de kracht van beide hoofdsoorten der stikstof-verbindingen: schietkatoen en nitro-glycerine, en daaruit aan de een de overwinning boven de ander te kunnen voorspellen, valt niet gemakkelijk. Bij de groote kracht die zij beiden (schietkatoen in gecompriëerden toestand) uitoefenen, zouden zij gevaarlijke concurrenten kunnen zijn, zoo er niet andere factoren waren, die bepaald aan de nitro-glycerine-verbindingen de voorkeur doen geven.

Bijna alleen toch voor militaire doeleinden wordt schietkatoen nog gebruikt.

De grootere kosten, de moeilijker wijze van ontsteking, waardoor sterker en dus wederom duurder slaghoedjes vereischt worden, de meerdere gevoeligheid tegen vuur, wrijving en stooten, de krachtsvermindering onder water, de zelfontploffing bij opbewaring, al deze nadeelen in vergelijking met nitro-glycerine, hebben het schietkatoen als springmiddel uit den bergbouw en industrie verdreven, en aan het laatste lichaam de overwinning bezorgd. Daar nu het uitsluitend verbruik van schietkatoen voor militaire doeleinden te gering is om, afgescheiden van industriele, aangemaakt te worden, zal de officier zich natuurlijk moeten bedienen van de stoffen, die gemakkelijk in den handel te verkrijgen zijn, dus van nitro-glycerine.

Eerst dan, wanneer schietkatoen gelijktijdig als voortdrijvend middel in plaats van buskruit zal kunnen aangewend worden, en dus het verbruik tegen de kosten, onderhoud, enz. van afzonderlijke fabrieken kan opwegen, zal het ook als springmiddel misschien met dynamiet kunnen wedijveren.

Aan de eischen van een volmaakt springmiddel voldoet dit laatste lichaam echter ook nog niet.

Het heeft twee voornamen gebreken.

1°. Te gemakkelijke afscheiding van de nitro-glycerine en de kiezelarde, waardoor het lang blijven onder water zonder waterdichte omhulsels ondoenlijk is.

2°. Het hard worden bij lage temperatuur, waardoor moeilijkheid bij de ontsteking ontstaat.

Deze nadeelen zijn noch door dualien, noch door lithofracteur genoegzaam opgeheven.

Een voldoende oplossing schijnt echter geen onmogelijkheid. Reeds is het NOBEL gelukt nitro-glycerine te vervaardigen, die zelfs bij de laagste temperatuur niet bevroest. Door deze te doen opzuigen door vaste stikstofverbindingen, onder toevoeging van een stof, die de te gemakkelijke ontsteking opheft, zonder echter de ontplofbaarheid door sterke knalpraeparaten te beletten, zou een mengsel verkregen zijn, dat bij elke temperatuur te ontsteken, en tevens volkomen ongevoelig voor stooten, schokken, vuren, enz. was.

Werkelijk schijnt het TRAUZL gelukt te zijn zulk een mengsel, uit schietkatoen en nitro-glycerine bestaande, te vervaardigen. 25 % van het eerste en 75 % van het laatste lichaam werden gemengd, verscheiden dagen in het water gelaten en daarna uitgeperst tot het geheel ongeveer nog 10 % water bevatte. In dien toestand was het mengsel door geen gewone ontstekingsmiddelen, noch door gloeiende of vlammeende lichamen meer te ontsteken, alleen kon dit door sterke slaghoedjes geschieden. Het verlies aan kracht door het water was betrekkelijk gering. In plaats van door te persen, kon de te groote hoeveelheid water ook door glycerine worden uitgedreven.

In dezen toestand is dus het springmiddel volkomen ongevaarlijk, terwijl het zelfs bij de laagste temperatuur door niet te sterke knalpraeparaten oogenblikkelijk kan ontstoken worden.

Mocht de ondervinding nader deze proeven bevestigen, dan was hiermede het vraagstuk voldoende opgelost en een der grootste vorderingen op het gebied der springmiddelen bereikt.

Hoe groot echter de voordeelen der nieuwe stikstof-verbindingen boven buskruit ook zijn, moet nog, alvorens men aan mag nemen, dat zij eens in de meeste gevallen het buskruit als springmiddel zullen verdringen, het vraagstuk der zelfontbinding en zelfontbranding voldoende opgelost zijn.

De groote proeven toch in Frankrijk, Engeland, Pruisen en vooral in Oostenrijk genomen, werden achtereenvolgens ten gevolge van ontploffingen gestaakt.

Misschien is men met dat staken wel wat overhaast te werk gegaan, daar toch verbetering in de bewerking, en daardoor vermindering, zelfs wegneming van het gevaar, geen onmogelijkheid schijnt.

Wanneer wij in het kort deze proeven nagaan, dan hebben vooreerst de in Frankrijk gedurende twee jaar genomen proeven wel is waar het bewijs geleverd, dat Fransch schietkatoen, onder omstandigheden zooals die zich gedurende het bewaren in magazijnen kunnen voordoen, zich kan ontbinden en dan aanleiding tot zelfontploffing geven; maar dit kan te zeer het gevolg van een verkeerde bereidingswijze wezen, dan dat hierdoor voor goed het vonnis zou zijn uitgesproken, wanneer later veranderingen en verbeteringen zijn aangebracht.

Bij de Pruisische proeven kwam gedurende 8 jaar geen enkel noemenswaardig ongeluk voor. De proeven werden geëindigd door het springen van een partij schietkatoen in de droogkamer, waardoor een ijzeren buis uit den oven gebracht was.

Een ontploffing door zelfontbranding kwam nooit voor.

Gedurende 12 jaar waren in de derde plaats in Oostenrijk de uitgebreidste proeven genomen en in al dien tijd kwamen wel zelfontbindingen voor, maar steeds ging dit met een rustige gasontwikkeling gepaard, en geen enkele ontploffing kan aangemerkt worden als het gevolg van een vrijwillige ontbinding bij gewone temperatuur. Nadat echter twee ontploffingen van magazijnen (1862 en 1865) hadden plaats gehad (1) werden alle proefnemingen geëindigd, en bevel tot de vernietiging van den voorhanden voorraad gegeven.

De latere proeven in Engeland met het volgens LENK verbeterde en door ABEL gecompriëerde schietkatoen genomen, hebben echter een geheele reeks gunstige resultaten opgeleverd.

Het volgens deze methode bereidde schietkatoen, in de open lucht of in gesloten vaten aan het daglicht blootgesteld, bleef gedurende drie à vier jaren geheel onveranderd. Het rapport der commissie, onder voorzitterschap van den generaal SABINE, zegt dat door deze wijze de hoofd- en levensvraag van het schietkatoen volkomen bevredigend is opgelost.

Tegelijkertijd wordt echter erkend, dat veranderingen in de vervaardiging en zuivering, hoe gering uiterlijk, toch den grootsten invloed kunnen uitoefenen.

Wat nitro-glycerine aangaat, dit lichaam is ons inziens aan nog minder gevaar blootgesteld, daar de ontstekingstemperatuur hooger is.

Wel hebben ook hierbij talrijke gevallen van zelfontbranding plaats gehad, maar steeds ging die bij lage temperatuur langzaam en rustig.

De gasontwikkeling, beginnende met roode dampen van ondersalpeterzuur, wordt eerst dan hevig, wanneer dit bij hooge temperatuur plaats heeft, en kan dan tot het springen der insluitende vaten, tot zelfontploffing aanleiding geven.

Uit een reeks van proeven is echter gebleken, dat onder omstandigheden, zooals die zich in de practijk bij *industriëel* gebruik voordoen, nitro-glycerine geen gevaar voor ontploffing oplevert, zelfs al heeft zelfontbinding plaats.

(1) De ware oorzaak hiervan is nooit bekend geworden. De tegenstanders hebben natuurlijk de schuld aan het schietkatoen gegeven, dat door zelfontbranding de ontploffing veroorzaakt zou hebben. Hoewel zulk een ontbinding voorkomen kan, was dit echter, bij de zorg waarmede in Oostenrijk het schietkatoen behandeld werd, niet waarschijnlijk. Buitendien zou dan nog bewezen hebben moeten worden, dat zulk een ontbinding een ontploffing ten gevolge kan hebben.

Nog andere invloeden zijn echter mogelijk, waardoor het schietkatoen ontploffen kan, voornamelijk oxydeerende. Elke oxydatie toch heeft een temperatuursverhoging ten gevolge, waardoor groote massa's van ontplofbare mengsels (en vooral schietkatoen dat een zeer lage ontstekingstemperatuur heeft) gemakkelijk ontstoken en ontploft kunnen worden. Sommigen hebben gemeend dat ozon, dat zoo krachtig oxydeerend werkt, hiervan de oorzaak zou zijn. Proeven hebben echter daaromtrent het volgende geleerd.

1°. Tegen zuivere ozon zijn noch schietkatoen noch eenige der andere stikstof-verbindingen bestand en ontploffen steeds.

2°. Bij de in de lucht voorkomende hoeveelheden ozon, zelfs bij een maxima-verhouding, en bij zeer langdurige inwerking, is dit nooit in staat geweest een ontploffing te weeg te brengen.

3°. Evenmin oefenen de chemisch werkende lichtstralen (blauw, violet en ultra-violet, eenigen invloed onder de werking van ozon uit. (*Mittheilungen* 1871, N°. 1.)

De vraag is echter nu of dergelijke zelfontbindingen zoo dikwijls plaats vinden, dat hierdoor een aanzienlijk verlies aan materieel, aan kapitaal ontstaat.

Ook hierop is het antwoord gunstig.

De gevallen van zelfontbinding der volgens NOBEL vervaardigde nitro-glycerine, zijn zoo zeldzaam, dat dit als geen noemenswaardig verlies kan aangemerkt worden.

Voor industrieel gebruik is dus de vraag voldoende opgelost.

Niet alzo voor militaire doeleinden.

Hier komen nog verschillende factoren in aanmerking, vooral van moreelen aard.

Geen proeven, door bekwame scheikundigen in physische kabinetten genomen, kunnen genoegzaam vertrouwen schenken, wanneer niet jaren van onderzinking, de deugd en duurzaamheid in de practijk bewezen hebben (1). Te dikwijls zijn daarvoor de geruststellende uitspraken der geleerden met de werkelijkheid in strijd geweest (2). Niets belet echter een regeering, om evenals in Oostenrijk te handelen, slechts kleine hoeveelheden tegelijk aan te schaffen, telkens den ouden voorraad te verbruiken en zodoende steeds te vernieuwen.

Alvorens van ons onderwerp af te stappen, willen wij nog opmerken, dat de Oostenrijksche regeering er reeds toe overgegaan is, de genie-kompagnien met de nieuwe springmiddelen te voorzien, daar, zooals reeds vermeld is, het ongenoegzame van een uitsluitenden voorraad buskruit gebleken was.

Met het oog op de uitrusting onzer genie-kompagnien, kan het misschien van belang zijn, die der Oostenrijkers in het kort na te gaan.

Men ging *daar* van het goede principe uit: *dat aangezien kompagnien en zelfs onderdeelen van kompagnien meermalen zelfstandig moeten optreden, zij ook van eene uitrusting moeten voorzien zijn, die hen daartoe in staat stelt.*

Daar de draagbare uitrusting, het reserve- en mijn-gereedschap reeds vroeger vastgesteld waren, en de belasting voor een genie-wagen een bepaald maximum niet mocht te boven gaan, kon de hoeveelheid mee te voeren springmiddelen een bepaalde grens van ruimte en gewicht niet overschrijden.

Aan de volgende doeleinden moest echter voldaan kunnen worden.

Vernieling van palissadeeringen, tamboers, brugliggers, jukpalen, zwakke gewelven, zwakke vrijstaande muren, kleine gebouwen, boomstammen, ijzerconstructies, steenspringingen, het opruimen van dammen, het maken van fougassen, mijnen, enz.

Om dit te bereiken moest de lading voornamelijk uit hevig werkende springmiddelen, voor een klein gedeelte uit minder krachtige bestaan.

(1) Schietkatoen door drie der voornaamste scheikundigen uit Weenen voor volkomen *unzersetzbar* verklaard, bleek na 5 jaar geheel *zersetzt* te zijn. (TRAUZZL, *Explosive Nitriilverbindungen*, Seite 34.)

(2) Terwijl wij dit schrijven, vernemen we, dat de schietkatoen-fabriek te Stowmarket in Engeland in de lucht gesprongen is, en dat dit moet worden toegeschreven aan zelfontbinding, ten gevolge van de groote hitte.

De nog voorhanden voorraad schietkatoen (1100^k) werd als velduitrusting aan de genie-troepen aangewezen.

Daar het schietkatoen nog gecompriëerd moest worden en men in Oostenrijk nog niet zoo goed als in Engeland hiervan op de hoogte was, besloot men voorloopig dynamiet aan te nemen, dat in den handel te verkrijgen was. Ten einde mogelijk gevaar bij langdurige bewaring tegen te gaan, werden slechts geringe hoeveelheden tegelijk aangeschaft, en wordt gedurig de oude voorraad vernieuwd.

Om den besten vorm te bepalen voor het gebruik in bussen, werden ladingen van 0^m,052, 0^m,065 en 0^m,078 middellijn tegen houten voorwerpen, palissaden, palen, liggers, enz. aangelegd.

Met deze laatste soort alleen, waarbij per M^t ruim 6^k kwam, verkreeg men steeds voldoende uitwerking. Hiervan uitgaande, werden bussen gemaakt, die 0^m,078 middellijn hadden, terwijl de wanden, met het oog op kriegsgebruik, van blik van een halve millimeter dikte werden gemaakt. Met het oog op de ruimte in de wagens, werd de lengte op 0^m,62 vastgesteld. Hierdoor verkregen dan de patronen een gewicht van 4^k.

Daar het echter voor kan komen, dat kleinere ladingen voldoende zijn, werden in elke bus 2 patronen, ieder van 2^k gelegd. In elken wagen kwamen 8 bussen, dus te samen 32^k.

Bij de veldspoorweg-afdeelingen bekwamen de mineurs, behalve deze bussen, nog andere met 14^k geladen, voornamelijk met het oog op de vernieling van den bovenbouw van ijzeren bruggen.

Deze bussen hadden 0^m,2 middellijn en 0^m,285 hoogte.

Om ook steenspringingen van kleiner uitgebreidheid, benevens enkele palen of boomstammen te kunnen vernielen, werden bij de uitrusting ook patronen van 0^k,2 en 0^k,12, benevens de daarbij behoorende ontstekings-patronen gevoegd.

Naar deze grootte werden de steenboren veranderd, terwijl voor het maken van gaten in hout, een bijzondere Amerikaansche boor werd ingevoerd (*screw-auger*) waardoor een spoedige vervaardiging van cilindervormige gaten mogelijk is.

De springbussen van 4^k en 14^k, alsmede de kleinere patronen en ontstekingspatroontjes zijn in afzonderlijke kisten met zaagsel ingepakt, terwijl de bussen bovendien nog op gevoerde houten zadels rusten.

Als tweede springmiddel, voor fougassen, voeren de genie-kompagniën buskruit mede in geheel klaar gemaakte zinken bussen. Deze zijn van 2 soorten; de grootste bevatte 45^k voor groote fougassen, de kleinste 4^k,5 buskruit voor kleine fougassen. Elke kompagnie heeft 4 groote en 8 kleine bussen, dus een gezamenlijke hoeveelheid van 216^k.

Zoo noodig kunnen deze bussen ook voor het springen van mijnen gebezigd worden.

De mineur-detachementen voor de spoorweg-afdeelingen zijn eveneens van

buskruit in zakken voorzien. In plaats van artillerie-, hebben zij echter infanterie-buskruit, daar voor het springen van bruggen, enz. een krachtiger spring-middel noodig is.

In plaats van de vroegere kruitworst, is de lont in looden pijpen ingevoerd.

Voor elke fougas is bijna 60^m gerekend. De looden pijpen worden, voor het gemakkelijk vervoer, om een volgens de lengte-as doorboorden, houten cilinder gewikkeld. Om de lasschen te maken, zijn verder drieërlei soort mofjes, verder messingen hulsjes, caoutchouc-buisjes, was, tangetjes, mesen, enz. voorhanden.

Voor de kleine patronen wordt nog verder vuurkoord van BICKFORD meegevoerd; elke afdeeling heeft 75^m hiervan.

Verder heeft voor het springen van het dynamiet, elke afdeeling 100 knalhoedjes, met 0^k,001 slagkwik gevuld. Deze hoedjes worden afzonderlijk in bussen bewaard.

De velduitrusting van de kompagnie, die een reserve-voorraad van springen ontstekingsmiddelen bij zich heeft, onderging een wijziging in de ontstekingsmiddelen, daar het gebleken was, dat de in gebruik zijnde electriseer-machine te dikwijls geamalgameerd moest worden. Tevens werden de vroegere electrische patronen veranderd, daar men zoowel voor buskruit als dynamiet slechts één soort wilde bezitten.

De sas bestaat uit 0^k,0009 à 0^k,001 slagkwik.

Proeven met 1000 patronen genomen, gaven geen enkele weigering.

Voor het springen der bussen in de onmiddellijke nabijheid des vijands, heeft men tijdbuizen aangenomen.

Tot de verdediging van veldschansen, enz. zijn handgranaten bestemd.

Voor een door 2 kompagnien op te werpen veldschans, rekent men op 160 granaten.

Verder zijn de kompagnien nog voorzien van pekkransen en rookbussen, om in door den vijand verdedigde gebouwen, caponnières, enz. te werpen.

Nog beter werden gelijktijdig de mineur-detachementen voorzien, daar hun doel nog meer in de vernietiging van grootere voorwerpen bestaat, en zij niet door gebrek aan plaats en gewicht beperkt waren (1).

Gaan wij nu de velduitrusting der kompagnien van ons bataljon mineurs en sappeurs na, dan ziet men, dat vóór den oorlog van verleden jaar, wij geen enkelen wagen of ander transportmiddel voor spring- of ontstekingsmiddelen bezaten. Trouwens veel behoefte was hier ook niet aan. Buskruit zou misschien nog wel ergens van de artillerie te *leenen* geweest zijn, en daar er geen vuurkoord, geen geleiddraad, geen ontstekings-toestellen (behalve 1 Ruhmkorff, 1 rotatie-toestel en 1 trog voor de 5 kompagnien) voorhanden waren, viel er niet veel te transporteren.

Ondertusschen was het bataljon mobiel en in kompagnien opgelost ge-

(1) *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens* 1871, N°. 4.

worden, zonder dat bij een der kompagniën eenig spring- of ontstekings-middel voorhanden was.

Onder den indruk van het oogenblik, werd echter onmiddellijk bij elk der twee bij de veld-brigades ingedeelde kompagniën 1 toestel van Ruhmkorff aangeschaft en werden twee bakken, lang en breed 1^m, hoog 0^m,6, tot berging van spring- en ontstekings-middelen gereed gemaakt.

In die bakken is plaats voor 10 bussen van 5^k en 6 bussen van 10^k, te samen voor 110^k buskruit (de Oostenrijkers hadden aan 400^k niet genoeg), verder 200^m geïsoleerd draad, 1 Ruhmkorff met 2 elementen, wat vuurkoord, gezwinde lont, Bickford-patronen, enz.

Hoewel deze bakken dus wel het een en ander kunnen bevatten, zijn zij overigens geheel onhandelbaar. Hoogst moeilijk te dragen, kunnen zij bovendien op geen wagen of kar recht opgeladen, en moeten dan op hun kant vervoerd worden, wat zeer schadelijk is voor een toch reeds zoo teer ontstekings-toestel als de Ruhmkorff met al de bijbehorende potjes, fleschjes en zuren (2). Onderstellen zijn dan ook hoog noodig.

Het oorlogsgevaar gelukkig geweken, bleef het bij die 4 bakken, voor de 5 kompagniën.

Hoezeer nu wel het aantal inductie-toestellen van Ruhmkorff tot 3 geklommen, het gehalte en de hoeveelheid geleiddraad verbeterd en vermeerderd is, en eenige honderd meters vuurkoord aangemaakt zijn, is toch niets, zooals in Oostenrijk, omtrent het aantal mee te voeren granaten, trapmijnen, buizen, patronen, de hoeveelheid kruitworst, vuurkoord van BICKFORD, enz. bepaald, of genoegzaam voorhanden. Evenzoo ontbreekt aan de uitrusting der kompagniën een hoeveelheid heviger werkende springmiddelen dan buskruit.

Het is dan ook, behalve om nog andere rederen, maar te hopen, om alle mogelijke tweedracht bij een verdeeling te voorkomen, dat van een splitsing in afzonderlijke kompagniën vooreerst niets moge komen.

Of dit bij een oorlog niet zal moeten gebeuren, en dan zelfs de kompagniën in meerdere zelfstandige detachementen opgelost zullen moeten worden, of dan niet de toestand bijna gelijk zal zijn aan dien van 1870, zijn vragen, wier beantwoording men wel eens gewoon is uit te stellen tot oorlogsgevaar dreigt, en die dus vooreerst buiten beschouwing kunnen blijven.

18 Augustus 1871.

W. COOL.

(2) Het nadeel heeft zich dan ook dadelijk geopenbaard. De met de 5de kompagnie van Zwolle meegevoerde Ruhmkorff kwam gebroken te Nijmegen aan.

(Wordt vervolgd.)