

VEREENIGING
TER BEOEFENING VAN DE KRIJGSWETENSCHAP.
1875—1876.

Verslag der bijeenkomst van den 3^{en} Maart 1876.

De VOORZITTER, Generaal Knoop, opent de Vergadering met de navolgende toespraak:

Mijne Heeren!

Het Bestuur van de Vereeniging ter beoefening der Krijgswetenschap zou te kort doen aan zijn plicht en slecht beantwoorden aan het vertrouwen, waarmede het door U wordt vereerd, wanneer het verzuimde hier een hulde te brengen aan de nagedachtenis van een braaf wapenbroeder, aan de nagedachtenis van het roemrijke legerhoofd in Atsjin, van den generaal Pel. De onverbidelijke dood heeft een einde gemaakt aan een heldenleven; Pel is gestorven te midden van strijd en overwinning; en moge het onzeker zijn op welke wijze hij is gevallen, zeer zeker is het, dat hij is gevallen als slachtoffer van zijne toewijding aan de zaak des vaderlands; zeer zeker is het, dat hij zijn leven heeft ten offer gebracht aan eer en plicht.

De mensch gaat voorbij, maar zijn naam blijft bestaan, en de naam van den generaal Pel zal altijd het gevoel van eerbied en sympathie opwekken bij ieder Nederlander, die het hart op de rechte plaats heeft; die naam zal een aansporing zijn tot heldenzin! Pel is een waardig vertegenwoordiger geweest van den geest,
1875/76. 20

die de officieren van Neêrland's zee- en landmacht bezielt en moet blijven bezielen; die geest van eenvoud en degelijkheid, die de verlokkingen van kleingeestige eerezucht versmaadt, evenzeer als de genietingen van gemak en weelde, maar die, doordrongen van plichtsbesef, in de ure des gevaars er toe brengt om het leven op te offeren voor de zaak van Koning en Vaderland. Dat heeft Pel gedaan; daarom blijve zijn naam in eere.

De Vergadering doet van hare instemming blijken met de woorden door haren Voorzitter geuit.

De ballotage heeft plaats en de beide voorgestelde leden worden aangenomen.

Daarna verleent de Voorzitter het woord aan den heer H. A. Zegers, die zich heeft voorgesteld te zullen spreken: *Over de physische veranderingen, die gewoer kogels in het algemeen op hunnen weg, en bij het ontmoeten van weerstanden ondergaan.*

De heer ZEGERS zegt:

Het is voorzeker niet vreemd, maar geheel in overeenstemming met den aard zijner betrekking, dat een militair-chirurg, de man, die ieder oogenblik kan geroepen worden, om op het slagveld hulp te verleenen aan die zonen des vaderlands, bij wie, door het gruwzaam effect der hedendaagsche kogels schrikbarende verwondingen zijn veroorzaakt, voor hem is het zeker niet vreemd, zeg ik, dat hij in tijd van vollen vrede zich volkomen op de hoogte trachte te stellen van het effect, dat door die kogels kan veroorzaakt worden. Hierdoor volbrengt hij slechts den plicht, die op hem, even als op ieder wetenschappelijk gevormd arts, rust, dat hij de oorzaken tracht te doorgronden, waarvan alle beleedigingen afhankelijk zijn, den aard leert kennen van het beleedigende voorwerp en de physische wetten die hierbij in werking komen.

Wanneer ik dus in hetgeen volgen zal mijne opmerkzaamheid wijd aan de geschiedenis van de kogels, dan volg ik hierin het voorbeeld van hen, die vroeger hunne aandacht schonken niet alleen aan de beleedigingen door vuurwapenen veroorzaakt, maar ook aan die wapenen zelf. Hoeveel te meer moet dit dan niet

geschieden in dezen tijd, waarin de vuurwapenen zulke ontzaglijke verbeteringen hebben ondergaan, dat men haast zou meenen dat zij hunnen hoogsten trap van ontwikkeling hebben bereikt.

De eerste, die ons in kennis stelde met de mechanische werking van sferische kogels, was J. Hunter, een Engelschman, die vooral opmerkzaam maakte op het verschil, dat de snelheid van den kogel op zijne uitwerking heeft, en over den weerstand, dien hij op zijn weg ontmoet. Van toen af werd herhaalde malen op verschillende wijzen de aandacht op dit onderwerp gevestigd, en het verschil in effect tusschen sferische en cylindrische kogels aangetoond, doch vooral trok dit onderwerp ieders aandacht, toen, na het uitbreken van den Fransch-Duitschen oorlog, het effect der Chassepotgeweren bekend werd, en het eerst door Socin de proeven van Hagenbach en Tyndal werden gepubliceerd. De beschuldiging door Franschen en Duitschers elkander toegeworpen, dat in dezen oorlog, in weerwil van het Petersburger internationale tractaat ontplofbare kogels waren gebruikt, werd hierdoor glansrijk weêrlegd, en van verschillende zijden werden toen proeven in het werk gesteld, om het physisch effect van den cylindrischen kogel en de oorzaak van zijn gruwzaam effect te leeren kennen. Op het voetspoor van hen, die in het buitenland deze proeven met de aldaar in gebruik zijnde geweren hebben genomen, en waarop ik zoo aanstonds hoop terug te komen, heb ik hetzelfde beproefd met ons geweer klein-kaliber (stelsel Beaumont). Ik hoop U thans dit effect te leeren kennen, en mede te deelen wat ik als de oorzaak hiervan beschouw, en zulks in vergelijking met hetgeen hierover in het buitenland is gepubliceerd geworden. Vooraf wil ik echter trachten eene korte schets te geven van datgeue, wat hierover van af den vroegsten tijd is bekend geworden, en vraag daartoe vooraf de welwillende aandacht van deze geachte vergadering.

Het is eene algemeen bekende zaak, dat men in de eerste jaren na het uitvinden der vuurwapenen meende, dat de hierdoor veroorzaakte wonden verbrand of vergiftigd waren. Als oorzaak hiervoor nam men aan de verbitting van den kogel tengevolge der wrijving door de lucht, en het aanslaan op eenig lichaam.

Dat door wrijving van de lucht warmte ontwikkeld werd, was al sinds lang bekend, daar Aristoteles reeds spreekt van het verwarmen van pijlen door de lucht. Echter was het in het midden der 16^{de} eeuw, dat zich hiertegen stemmen verhieven, en wel door Ambrosius Paré in Frankrijk en Maggi in Italië. De eerste toonde aan, dat een kogel op een steen afgevuurd en terstond van den grond opgeraapt, niet zoo warm is dat men de hand brandt. Hij meende dat een kogel door de zoo aanzienlijk ontwikkelende warmte zeer week, ja bijna tot het smeltpunt toe vloeibaar worden moest, hetgeen niet het geval was, daar hij na het doorboren van een harnas of een mensch nog denzelfden vorm en hetzelfde gewicht had behouden, ja, zelfs kon men met een kogel, uit was gevormd, een plank van een halven vinger dikte doorboren, dat onmogelijk zou kunnen geschieden, als die weeke stof in hare vlucht en bij het aanslaan verwarmd werd. Evenmin werd het kruit ontstoken, als de kogel in een zak met kruit werd afgevuurd. Maggi voert dergelijke bewijzen aan, en zegt dat, al mocht een enkelen keer het kruit door een kogel ontvlamd zijn, dit waarschijnlijk geschied was door eene vonk, die, ontstaan door het aanslaan van den kogel op ijzer of steen, in het kruit was gevallen. Gaat een kanonskogel door wol, dan bemerkt men daaraan evenmin een spoor van verbranding, als aan de huid of kleederen van een getroffen mensch. Maggi trachtte zijn oordeel door bewijzen te staven. Hij had hooren beweren dat pijlen met zwavel bestreken, ten gevolge van wrijving door de lucht ontvlamden. Hij schoot daarna met pijlen, die met was en zwavel waren bestreken, op eene schijf, doch het verwachte smelten kwam niet. Daarna schoot hij met geweerkogels, uit zwavel vervaardigd, op verschillende afstanden tegen een met kalk bestreken muur, doch ook nu verkreeg hij noch ontploffing van het kruit, noch eene verhooging van temperatuur met smelten. Er ontstond wel eene uitholling in de kalk, met in den omtrek vastklevende zwaveldeeltjes, die echter niet verkleurd waren. Dit laatste zou juist voor smelten pleiten; doch geen dezer bewijzen is geldig, evenmin als dat kogels van was niet aan het getroffen voorwerp bleven kleven, maar als looden kogels terugstieten, terwijl zij, als zij gesmolten waren geweest, zulks wel hadden moeten doen.

In dien tijd was het echter moeilijk een juist antwoord te geven op de vraag of de kogel al of niet verwarmd werd, wijl toen de wet nog onbekend was, dat beweging in warmte kon worden omgezet. Het eerste en het gemakkelijkst waar te nemen gevolg van de physische verandering van den looden kogel moest bestaan in het zachter worden er van, en het veranderen van zijn vorm bij het stooten op weerstanden. Hiervan lezen wij bij de oude schrijvers weinig, alleen dat looden kogels soms plat gedrukt werden bij het aanslaan op een vast, bijv. op de beenderen van het menschelijk lichaam, doch van deformiteit was tot aan 1739 geen sprake. In 1741 was Le Dran de eerste, die verklaarde dat een kogel door het been in twee deelen gesplitst, platgedrukt en hoekig vervormd kon worden. Op hem volgt Bilguer, de lijf-arts van Frederik de Groote, die van kogels en van stukjes lood spreekt, doch ook van gebakt lood, hetgeen bij de toenmalige legers zeer in gebruik was, zoodat men moet aannemen, dat hoewel in dien tijd reeds opvallend veel vormveranderingen bij de kogels werden waargenomen, Bilguer het nog niet voor mogelijk hield, dat deze veroorzaakt werden door de zich in het lichaam bevindende weerstanden. Van af dien tijd trok dit meer de opmerkzaamheid van alle schrijvers, hoogstwaarschijnlijk omdat het deformeeren der kogels meer en meer toecam met het vermeerderen hunner snelheid en het verbeteren der geweren. De eerste echter, die zeer nauwkeurige onderzoekingen over de physische werking en veranderingen van den kogel in het werk stelde en publiceerde, was Dupuytren in 1839. Hij maakte het eerst opmerkzaam op het feit, dat looden kogels, afgeschoten tegen harde voorwerpen, bijv. steen of ijzer, bij een rechthoekig aanslaan in een groot aantal fragmenten verdeeld werden, die als stof uiteenvlogen, en nog veel verwoesting konden aanrichten. In 1830, bij de gevechten in de straten van Parijs, had men dit meermalen opgemerkt, vooral op holle steenvlakten, zooals in de nissen van het Louvre, waaraan men duidelijk kon zien dat de kogel zich verdeeld had, en waarin het verloop van enkele fragmenten zich in een aantal loodstrepen op de oppervlakten van den steen had afgebeeld. Dupuytren had dergelijke splitsingen van kogels op beenderen meermalen opgemerkt zonder dat deze op scherpe

beenranden of gebroken beenderen aansloegen, en hij vond dit daarna door proeven op levende dieren of lijken bevestigd. Hij voegde hierbij de interessante waarneming, dat, wanneer men een kogel op eene dikke looden schijf afschoot, deze tot op zekere diepte daarin drong, en daarna op het einde van zijn baan zóó geheel in de zelfstandigheid van de schijf overging, dat men buiten staat was de grenzen er tusschen te onderscheiden. Hierna maakte Langenbeck zijne opmerkingen over puntkogels bekend, en wel dat deze plat worden gedrukt als zij onder een rechten hoek op been aanslaan; gespleten als het been een scherpen rand heeft, en in kleine fragmenten springen als zij onder een stompen hoek treffen. Na het invoeren der getrokken geweren nam het misvormen der kogels zeer toe, zooals door Pirogoff uit den Krim-oorlog werd aangetoond, die evenveel gedeformeerde als niet gedeformeerde aantrof, terwijl Demme, na den Italiaanschen oorlog van het jaar 1859, als bijzondere eigenschappen der cilindro-conische holle kogels het spoedig deformeeren en splijten er van in stukken opgaf. Hij vond even als Pirogoff veel deforme stukken, waarvan er sommige als gebakt lood uitzagen, en die ééne ingangs- doch meerdere uitgangsoeningen hadden gevormd.

Door Neudörfer werd thans ook op deze interessante vormverandering opmerkzaam gemaakt, dat de kogel door het aanslaan den vorm van eene tulp met omgeslagen bloembladeren aanneemt, en dat, volgens latere proeven, ontstond door het omslaan van den hollen mantel des cylinders naar voren over de kern van den kogel. Ook na den Deenschen oorlog had hij dikwijls splijting van den Minié-kogel gevonden, terwijl alle schrijvers hierin overeenstemden, dat de Pruisische kogel alle overige in verbrijzelingskracht der beenderen overtrof. In den oorlog van 1866, toen het Podewills-geweer naast het Zündnadel- en het Lorenz-geweer streed, waren het vooral Biefel en Beck, die opmerkzaam maakten op de veelvuldige vormveranderingen, die de kogels van deze geweren ondergingen, en waarbij zich het achterste einde kelkvormig over het voorste heenstulpte. Hierop volgt de ondervinding in den Fransch-Duitschen oorlog gedurende de jaren 1870 en 1871 opgedaan, vooral wat de vele vormveranderingen betreft die de Chassepot-kogel onderging, en daar hiervoor

de verklaring van het schieten met gehakt lood niet meer voldoende was, werd er eenvoudig beweerd, dat men met exploderende kogels had gevuurd. Deze worden in de tactiek van Van Mulken met den naam van brandkogels bestempeld. Volgens Scrive zouden de Russen deze het eerst in den Krimoorlog bij Sebastopol hebben gebruikt, en hij beweert ze zelf in die vesting na hare inname gevonden te hebben. Zij bestonden uit koperen hulzen met eene ontplofbare stof gevuld, die bij een lichten schok sprongen. Fourrier verklaarde in de „*Gazette des Hopitaux*” van 1872 hetzelfde van den Italiaanschen oorlog, en in den Fransch-Duitschen oorlog geschiedde deze klacht op nieuw, en werd de tabatière-kogel zelfs als vergiftigd gebrandmerkt. De Zwitsersche militaire geneesheer Dr. Burkhardt, die ze bij de Franschen vond bij de verwoede gevechten in de bosschen van Orleans, verklaart, dat hij met meer anderen het karton, dat in den tabatière-kogel zat, voor de ontplofbare stof hield, en dat een gewonde Duitse soldaat hem verklaard had, dat deze, na eerst getroffen te zijn geworden, later duidelijk eene tweede ontploffing in zijn been hoorde en voelde. Volgens Legouest zouden deze kogels vroeger gediend hebben om de vijandelijke ammunitiewagens te doen springen.

In het werk van Ploennies en Weygand, „*Die Deutsche Gewehr-Frage*”, op bladz 32, vindt men de bewering dat de Franschen de looden springkogels van het kaliber 11 m. M. in aanwending hebben gebracht. Ook bij de bestorming van Le Bourget verdacht men hen van springkogels te hebben gebruik gemaakt, terwijl daarentegen Tardieu in de „*Gazette des Hopitaux*” beweert, dat op 30 September, in het gevecht voor Chevilly en La Haye, door de Pruisen ontplofbare kogels waren gebruikt, welke bewering gegrond was op persoonlijke waarnemingen bij een soldaat, die een schot in zijn dijbeen had gekregen, alsmede op mondelinge mededeelingen der manschappen. Zelfs wordt door Henri Pernet in de „*Gazette des Hopitaux*” een door de soldaten na het gevecht in December bij Serpigny opgeraapte ontplofbare kogel aldus beschreven: „Cette balle, que le Colonel Thomas a conservée, se composait de trois segments: 1^o. une balle ovoïde ordinaire „à l'extérieur, longue de deux centimètres et plate à son extrémité in-

„férieure, qui est percée d'un trou se prolongeant dans les deux
„tiers de la balle; 2°. un segment inférieur ayant un centimètre
„de hauteur. Du milieu de cette partie se lève une tige cylindrique
„s'adaptant parfaitement à la cavité du premier segment; 3°. une
„mince rondelle en fer-blanc convexe supérieurement, concave
„inférieurement, percée d'un trou central et placée entre les deux
„parties précédentes. Le mécanisme de cette balle est très simple.
„Une fois lancée, quand la balle rencontre un obstacle, la partie
„antérieure est arrêtée dans sa course. La force acquise continuant
„d'agir, la partie postérieure comprime la rondelle, l'aplatit et la
„tige frappant avec force le fond de la cavité, fait éclater un mélange
„détonnant qui s'y trouve placé.” Niettegenstaande deze verklaringen
blijkt toch uit alles, dat dit door geen der partijen is geschied,
en dat de Pruisen geen springlading van minder dan 450 gram
gewicht gebruikt hebben, maar dat de oorzaak van genoemd ver-
schijnsel alleen daarin moet worden gezocht, dat de kogel zich bij
het aanslaan op het been in fijne stukjes splitste en bijna nooit
onveranderd bleef. Zelfs voegden Beck en Kirchner hierbij nog
de belangrijke mededeeling, dat zulke sterk gedeformeerde kogels
onmiddelijk er uitgetrokken, eene verkleuring op de aanslagvlakte
vertoonden, terwijl Cohn nog bij Fischer vermeldt, dat hij in
een kogel uit een Remington-geweer, die eene bij verwonding
de gouden bril van den verwonde verbrijzelde, niet alleen een
stuk van het geraamte van den bril, maar zelfs een stuk glas had
gevonden, dat als een parel gesmolten was. Hieruit zien wij dus,
dat door alle eeuwen heen de vormveranderingen van den kogel
trapsgewijze toenamen, naarmate de dracht der geweren grooter
werd, en dat de snelheid van groot belang is voor het effect;
want behalve dat de kogel in het lichaam van den vijand dringt,
zich daar een weg baant en de deelen verscheurt, komt hierbij
nog een tweede moment en wel de verbrijzeling, veroorzaakt
doordat de mechanische beweging van den kogel bij het ont-
moeten van weerstanden omgezet wordt in eene moleculaire, dat
is in warmte, die den kogel verhit. Uit deze verhitting, die tot
smelthitte stijgen kan, worden de vele vormen verklaard, waarin
de kogel zich splitst, en die men eveneens verkrijgt, als gesmol-
ten lood plotseling door uitwendige middelen bekoelt.

De oorzaken, die de verwarming van den kogel veroorzaken, zijn vier in getal. Drie dezer factoren waren reeds lang bekend: 1°. het in aanraking komen met het ontbrandende kruit; 2°. de wrijving van den kogel in de ziel van het geweer; 3°. de wrijving in de lucht, terwijl de 4°. nl. het aanslaan van den kogel op eenig vast lichaam, van lateren tijd dateert.

Volgens Richter wordt de temperatuur van het ontplofend kruit op 3000° geschat, en al is de kogel nu nog zoo kort hiermede in aanraking, zoo staat toch een gedeelte er van, vooral bij de holle cylindrische, gedurende eenigen tijd onder den invloed dezer temperatuur. Dit geschiedt eveneens bij den Chassepot, maar wordt bij de andere kogels meestal buiten rekening gelaten, omdat zij door een houten klosje of door vilt van het kruit zijn gescheiden. Dit is eveneens het geval met den 3^{en} factor, nl. het wrijven door de lucht, omdat het verschil, dat hierin tusschen de onderscheidene kogels bestaat, van geen belang en de verhooging van temperatuur, die hierdoor wordt verkregen, gering is.

De tweede factor, dat is de wrijving die de kogel in den loop ondervindt, is van meer gewicht, daar de kogel met kracht door den loop moet worden geperst, omdat zijn diameter grooter is dan het kaliber van het geweer, en omdat deze factor nog verhoogd wordt, in het geval dat de loop bij langdurig snelvuur eene aanmerkelijke verhitting ondergaat.

Tot hoever deze factoren de temperatuur van den kogel doen stijgen, zijn de meeningen nog al uiteenlopend onder de physici. Hagenbach neemt aan dat de Chassepot-kogel, op het oogenblik dat hij den loop verlaat, eene temperatuur van 100° bezit; Bodynski schat die op 300°; Dr. Wahl op niet meer dan 70°; doch voegt men hier nog den 4^{en} factor bij, dat is de aanslag op een vast lichaam, dan kan deze temperatuur nog zeer toenemen. Deze laatste factor is, zooals wij reeds vroeger opmerkten, van jongeren datum. In 1834 werden bij Metz kanonkogels afgevuurd op muren van kalksteen, en drongen daar 1½ à 2 voet in; hierbij ontwikkelde zich eene zoo hooge temperatuur, dat de omgevende kalksteen er als gebrand uitzag, terwijl de kogels na verloop van een uur nog zoo warm waren, dat men er zich aan brandde. Het daarop volgende jaar deed men proeven

op ijzeren platen, waarbij de kogel zelf verbrijzelde, doch diepe met scheuren voorziene indrukken maakte, en de plaat werd daarbij zóó verhit, dat zij eene blauwe kleur aannam. Nu is ons uit de physica bekend dat ophouden van beweging omgezet wordt in warmte, en dat die warmte bij het aanslaan van een vallend of voortgaand lichaam vermeerdert in rechte reden van het kwadraat der snelheid van den kogel, zoodat volgens deze wet een looden kogel, die met eene snelheid van 440 meter in de seconde eene onbewegelijke schijf trof, namelijk eene schijf, die het mogelijk maakte dat de geheele zich ontwikkelende warmte in den kogel vereenigd bleef, eene dusdanige temperatuur deed ontwikkelen, die meer dan voldoende was om de geheele loodmassa te doen smelten, terwijl een ijzeren kogel daarentegen slechts $\frac{1}{3}$ van deze temperatuur zou ondervinden, omdat de warmte-capaciteit hiervan circa driemaal meer is dan die van lood. Volgens Richter's opgaven hebben zich bij de groote schietproeven door de Pruisische artillerie in den laatsten tijd op pantserplaten genomen, de volgende merkwaardige verschijnselen voorgedaan. Dringt eene goed bewerkte granaat door de pantserplaten heen, zonder daarbij de minste stoornis of mechanische scheiding in hare deelen te ondervinden, dan wordt zij niet verwarmd. Ondervindt zij echter daarbij weerstand, waaraan vermindering der levende kracht, dus ook vertraagde beweging verbonden is, dan ondervindt zij bij het doorboren van de schijf eene temperatuursvermeerdering, die eene des te hooger graad bereikt, naarmate de weerstand van het ijzer meer was. Strijkt er lood van den omtrek van den granaatkogel af, en blijft dit aan den wand van de geschoten opening kleven, dan vindt men het hier gesmolten. De wanden van dit kanaal zijn beet, doch de hoogste temperatuur ontstaat echter als de kogel in de pantserplaat blijft steken. Gedeeltelijk ophouden van beweging doet dus eveneens warmte ontstaan, hetgeen bij die looddeeltjes, die geheel in hunne beweging worden opgehouden, tot smelt-hitte kan stijgen. Bij de schietproeven door de Belgische artillerie tegen ondoordringbare pantserplaten genomen, sprongen van de gebruikte kogels vonken af, die zich terstond met ijzeroxyde bedekten.

Volgens Bodynski komt bij deze warmteontwikkeling van den

kogel, bij het ontmoeten van weerstand, nog in aanmerking de geleiding van het getroffen wordend lichaam. Om dit te bewijzen nam hij proeven met geweerkogels op ijzer en steen, waarbij alle overblijfselen van de kogels op steen afgevuurd, als gesmolten looddroppels teruggevonden werden, terwijl die, welke op ijzer waren aangeslagen, er uitzagen als houtkrullen. Wil men nu dit verschil aan de meerdere warmtegeleiding van het ijzer toeschrijven bij het oogenblikkelijk aanraken van de schijf, dan wel aan het meerdere verbruikte arbeidsvermogen, bij het maken van diepe indrukken op het ijzer? — Dit is zeker, dat de moleculaire processen die ontstaan in de massa van het getroffen voorwerp, van invloed zijn op de warmte-ontwikkeling, en dat de levende kracht in warmte wordt omgezet, waarbij geen mechanische arbeid wordt verricht. Hoe grooter derhalve deze laatste factor is, hoe geringer de eerste, en hoe grooter de weerstand is, hoe meer kracht er voor het overwinnen er van wordt gebruikt, en hoe meer warmte er ontwikkeld wordt. Maakt daarentegen de weerstand plaats, of neemt hij een deel der beweging over, dan is de warmte-ontwikkeling betrekkelijk gering, omdat de kracht in den vorm van beweging blijft voortduren. Dit is dan ook de reden, dat de temperatuursverhooging in een elastisch lichaam onder analoge verhoudingen geringer is, omdat de medegedeelde beweging door terugwerking als beweging der massa voortduurt.

De eerste proeven over het smelten van geweerkogels bij het treffen van harde lichamen werden genomen door Prof. Hagenbach in Bazel, en later door dezen en Socin, op ijzeren schijven. Eerst schoot men met looden kogels, die eene snelheid van 350 meter in de seconde hadden, op platen met ijzerblik bekleed. Deze veroorzaakten hierin slechts eene kleine, nauwelijks merkbare inbuiging, en vielen daarop mat voor de schijf neer. Hierbij bleek dat een kogel die 40 gram woog, gedeformeerd was teruggebracht tot 12,1 en 13,2 gram. Gemiddeld hadden zij dus 27,3 gram aan gewicht verloren. De sporen van dit daarvan gespatte lood waren in den vorm van eene witte ster op de ijzeren schijf zichtbaar en werden als warme looddroppels in de nabijheid opgeraapt, terwijl de uitstralende kristallijnen voegen van het overblijfsel geen

twijfel overlieten, of werkelijk het gewichtsverlies door afsmelten had plaats gevonden. Hetzelfde was het geval met kogels klein-kaliber van 20,4 gram, die bij eene aanvankelijke snelheid van 435 meter 17,5 gram aan gewicht verloren. Nu berekende

Hagenbach dat volgens de formule $w = \frac{mv^2}{2}$ en $m = \frac{p}{g}$ het ge-

weer klein-kaliber bij het aanslaan eene warmte deed ontstaan van 197 en dat van groot kaliber 270 kilogrammeter, respectievelijk overeenkomende met 0,465 en 0,59 warmte-eenheden. Aannemende dat de kogel in het begin eene temperatuur had van 100°, dan kunnen 0,465 w. e. 37 gram lood en 0,59 w. e. 47 gram lood doen smelten. Nu was in werkelijkheid slechts 17,5 en 27,3 gram lood gesmolten, zoodat er in het eene geval 53 % en in het andere 42 % der levende kracht over was, die niet voor het smelten was gebruikt. Daarvan moet echter eene aanmerkelijke in warmte omgezette kracht tot verhitting van het niet gesmolten gedeelte van den kogel dienen en tot dekking van het warmteverlies door uitstraling en geleiding, terwijl het overige als levende kracht in werking komt, bij het terugstooten van het overblijfsel en het verbrijzelen van het gesmolten.

Later nam Wahl proeven met het Chassepot- en Werder-geweer. Deze gaven op korten afstand stervormige figuren van een wit, grauw en mat aanzien, met ruw getande oppervlakten. Het lood zat vast aan het ijzer. De overblijfselen van den kogel lagen voor de schijf, waren korrelig, met opgerolde randen en ongelijke oppervlakten, getand, gescheurd en vertoonden duidelijk drukgleuven. Bracht hij de snelheid door het verminderen der kruitlading tot op 200 à 300 meter, dan ontstonden kleine onregelmatige looddeeltjes voor de schijf, met gemakkelijk te verwijderen en minder sterk sprekende dunne drukvormen. Met het Zundnadelgeweer kreeg hij geen smelten op ijzer, ook geen omgebogen randen met ingevoegde dunne loodafdrukken, wel als plaatjes afgescheurde deeltjes. Hij meent dat deze vormen niets identisch met het afsmelten hebben, maar dat de wegens haar karakteristiek uiterlijk zichtbare drukgleuven als deformatievormen moeten worden aangenomen.

Küster in Berlijn was een der eersten, die tegen de Socin-Ha-

genbachsche proef in verzet kwam, en wel op grond van eene proef van Schüdel te Heidelberg, die voor eene ijzeren schijf een zakje met kruit hing en hierop vuurde, waarbij wel het zakje meermalen door het terugspringende lood verscheurd werd, doch waarbij het kruit niet ontvlamde, hetgeen noodzakelijk had moeten geschieden, wanneer het lood werkelijk gesmolten was geweest.

In het etablissement van Krupp te Essen, werden ook proeven genomen en vond men, dat wanneer looden kogels met eene snelheid van 400 meter aansloegen op ijzer of gietstaal, de deformatie onder smeltingsverschijnselen plaats greep en de kogel aan gewicht verloor.

Busch, in Bonn, nam nog andere proeven om het smelten van het lood van den kogel te bewijzen. Hij plaatste een kogel in een ijzeren mortier, en liet hierop een zwaar gewicht vallen. Hierdoor werd de kogel plat. Was die daarentegen eerst in een zandbak tot 300° à 315° verhit, dan sprong hij in ontelbare fragmenten, terwijl er onder in den mortier een dun plaatje lood lag. De fragmenten waren geen ronde afgesprongen kogeltjes, maar oneffen, ruw en kristallijn, dat bij vergrooting afhankelijk bleek te zijn van eene korrelige oppervlakte. Bovendien waren zij broos en brokkelig, zoodat men ze gemakkelijk kon breken. De zelfde toestand ontstaat, als men lood in zijne afkoeling stoort, bijv. als men gesmolten lood, op het oogenblik dat het begint vast te worden, uitstort; in zoodanig geval breekt de koek met korrelige oppervlakte, is zeer broos en kan fijngewreven worden. In de werkplaats van Eschbaum nam men ook proeven met een hamer, die een gewonen kogel plat sloeg, doch een vooraf verwarmden onder den slag zóó geheel uiteen deed vliegen, dat slechts een dun plaatje onder den hamer bleef liggen. Legde men eene glad gepolijste stalen staaf op den kogel, en werd hierop de slag aangebracht, dan werd de kogel verwarmd, kreeg eene bolle ondervlakte, terwijl in de holle sleuf kleine strepen waren te bemerken. Is de slag heviger, zoodat de koude kogel in twee helften wordt gespleten, dan is de verwarming grooter, en zijn de loodstreepjes duidelijker. Is de kogel echter vooraf verwarmd, dan zijn de loodstreepjes veel duidelijker; er worden hoogten en laagten gevormd, terwijl de scheidingsvlakten duidelijk gesmol-

ten zijn, en de gladde staaf is ruw geworden door aanklevend lood. Al deze voorbeelden, die moesten dienen om na te gaan in hoeverre de Chassepot-kogel bij het aanslaan op verschillende lichamen gedeeltelijk of geheel kon smelten, spoorden mij aan, ook in dit opzicht eens te onderzoeken in hoever de uitwerking van den Beaumont-kogel met al deze proeven overeenkwam. Zooals algemeen genoeg bekend is, heeft deze achterlader een kaliber van 11 mM. De kogel maakt eene rotatie in den loop om zijn as op een lengte van 0,75 meter. Hij is cilindrisch ovaal, aan de voorzijde afgeplat tot een middellijn van 4 mM., terwijl zijn grootste middellijn 11,7 mM. is. Het gewicht van den looden kogel bedraagt 21,80 gram. De kruitlading en kogel zijn gescheiden door een vilten schijfje en vetprop, waarop de looden puntkogel rust. De patroon van de Remington-karabijn is van hetzelfde maaksel, en verschilt alleen in kruitlading. Toevallig was ik in den afgelopen zomer in de gelegenheid de proeven bij te wonen, door den kapitein der artillerie Von Pesch op de Kon. Mil. Academie genomen, om de aanvankelijke snelheid van beide vuurwapens te bepalen. Deze waren voor het Beaumont-geweer gemiddeld 391 meter en van de Remington-karabijn 314 meter in de seconde. Deze gelegenheid nam ik waar om mijne waarnemingen te doen, en vond toen het volgende: 1°. dat, vuurde men een Beaumont-kogel af op ongeveer 100 pas afstand op eene ijzeren schijf, deze hierop eene als zilver glinsterende ster achterliet, een bijna onmerkbaare indruk in de schijf had gemaakt, en zelf uiteengespat als een dun plaatje ter zwaarte van 3,025 à 2,425 gram op eenigen afstand voor de schijf werd teruggevonden. Ontelbare stukjes van verschillende grootte en vorm, en ter zwaarte van 225 tot 135 milligram waren als gesmolten lood-droppels voor of op den rand der schijf teruggespat. Het kristallijn uitstralen, dat wij op de schijf vonden, was ook volkomen aanwezig op den teruggevonden kogel. Beide, schijf en kogel, droegen de ontegensprekelijkste en duidelijkste physische kenmerken, dat het lood bij het aanslaan gesmolten was geweest en op de schijf was blijven kleven. De kogels hadden dus bij het aanslaan gemiddeld 19,375 tot 18,775 gram aan gewicht verloren. Dit gedeelte lood dat verloren is gegaan, moet beschouwd

worden als te zijn gesmolten door de warmte, die ontwikkeld werd bij het aanslaan van den kogel tegen de schijf, en waarbij de voortstuwende kracht van den kogel, bij het ondervinden van weerstand, omgezet werd in warmte, want volgens de physische wet is de kracht, waarmede de kogel aankomt, gelijk aan den weerstand en wordt berekend uit de reeds meermalen genoemde

formule $w = \frac{mv^2}{2}$ en $m = \frac{p}{g}$. Nu is $w = \text{weerstand}$;

$p =$ het gewicht van den kogel $= 21,8$ gram;

$v =$ de snelheid van den kogel $= 390$ meter;

$g =$ de versnelling der zwaartekracht $= 9,808$, dus

$$w = \frac{0,0218 \times 390^2}{2 \times 9,808} = \frac{0,0218 \times 152100}{19,616} = \frac{3315,7800}{19,616} =$$

$= 169,08$ kilogrammeter. Deelen wij nu dit getal door het arbeids-aequivalent van eene warmte-eenheid (calori), dat is 425, hetwelk noodig is om een kilo water van 0° tot 1° C. te verhitten, dan krijgen wij $\frac{169,08}{425} = 0,3978$ warmte-eenheid. Daar men om te

weten hoeveel warmte noodig is om een kogel te doen smelten, het gewicht van den kogel met de soortelijke warmte en het aantal graden dat het smeltpunt van het lood aangeeft, moet vermenigvuldigen, zoo verkrijgt men $0,0218 \times 0,03 \times 320^\circ = 0,209280$ warmte-eenheid. Er wordt dus 0,1885 meer warmte-eenheid ontwikkeld dan noodig is om den geheelen kogel te doen smelten, en daar er altijd nog een gedeelte ongesmolten overblijft, zoo kan deze hoeveelheid warmte beschouwd worden, als zijnde verbruikt voor verlies aan warmtegeleiding langs de schijf, aannemende dat de kogel 0° temperatuur bezat bij het verlaten van het geweer. Dezelfde proeven herhaalde ik met de Remington-karabijn, die een gelijken kogel uitwerpt als het Beaumont-geweer, doch met verminderde lading. Dit verschil bedraagt 1,25 gram. De snelheid van dezen kogel is 314 meter. Schoot men dezen kogel op circa 100 pas op de schijf, dan ontstond wel een indruk op de plaat, die veel dieper was dan bij het Beaumont-geweer, doch de zilverwitte ster ontbrak volkomen, terwijl ook de teruggevonden deforme kogel eene andere gedaante vertoonde. Het verlies aan lood daarentegen was niet minder,

maar varieerde van 20,165 tot 19,208 gram. De afgesprongen stukjes waren meer splinters en fijne plaatjes, terwijl de straalsgewijze glinsterende groeven ontbraken, en hiermede ook de physische verschijnselen van smelten. Passen wij dezelfde formule hierop toe, dan krijgen wij

$$w = \frac{mv^2}{2} = \frac{mp^2}{2g} = \frac{0,0218 \times 98596}{19,616} = \frac{2149,3928}{19,616} = 109,57 \text{ kilo-}$$

grammeter, dat door 425 gedeeld 0,2578 warmte-eenheid geeft. Nu hebben wij hiervoren gezien, dat er slechts 0,20928 warmte-eenheid noodig is, om den kogel te doen smelten, en feitelijk zoude er dus 0,04851 *w e* overblijven, doch daar wij weten dat een deel verbruikt wordt voor geleiding langs de schijf, een deel in arbeid omgezet door het maken van den indruk op het ijzer, en een deel voor het doen terugspringen der afgescheurde loodsplinters, dan zal men begrijpen dat er niet genoeg warmte overbleef, om zooveel gram lood te doen smelten, als van den kogel is afgesprongen.

Eene andere vraag rijst hierbij echter op, nl. deze: of wij hier wel de oorzaken buiten beschouwing mogen laten, die den kogel reeds vooraf verwarmen? Hiervoor mogen wij hier alleen in rekening brengen de wrijving en persing langs en in den geweerloop, die door sommigen op 100°, door anderen op 70° wordt geschat.

Met zekerheid is het echter niet te bepalen, en in elk geval is het niet zooveel, dat het den kogel uit de Remington-karabijn zoo veel kan verhitten, dat hij smelt, aangezien er te veel kracht op andere wijze nog verloren gaat. Alleen wordt bij het aanslaan de samenhang van de looden kogeldeeljes zoo los, dat zij bij het ondervinden van weerstand vaneengescheurd worden en terugspringen.

Na al wat hierover nu gezegd is, meen ik met grond te kunnen besluiten, dat de Beaumont-kogel, evenals die uit het Chasapet-, Mauser- en Werder-geweer smelt bij het aanslaan op ijzer, en dat het uiteenvliegen van dezen kogel in kleinere deelen alleen aan de zich ontwikkelende warmte te wijten is. Hiervoor wordt niet vereischt het vullen van den kogel met ontplofbare zelfstandigheden, maar dit hangt alleen af van de snel-

heid waarmede hij aanslaat, en de weerstanden, die hij op zijn weg ontmoet.

Hieruit ontwikkelde zich nu echter de vraag, in hoeverre dit smelten plaats had in die gevallen, waarin de kogel den weerstand doorboorde, want hier werd niet alle beweging omgezet in warmte, maar 1°. bleef een groot gedeelte er van als beweging na het doorboren van den weerstand voortduren, en 2°. werd een gedeelte er van in kracht omgezet, om den weerstand te overwinnen. Immers uit alle onderzoeken was gebleken, dat de kogel nooit in de getroffen deelen was blijven steken, maar zelfs na het treffen van een vijand nog in staat was uitgebreide verwondingen te veroorzaken, zoodat de weerstand nooit voldoende was geweest, om alle beweging in warmte om te zetten. De eerste, die hierover uitgebreide onderzoeken in het werk stelde, was prof. Busch uit Bonn. Hij schoot op 16 pas op een houten schijf met ijzerblik bekleed, en zag toen dat de ingangsoening, ter grootte van 1.6 en 1.8 centimeter, naar binnen omgeslagen en met gesmolten looddeeltjes bedekt was, terwijl de uitgangsoening zich grooter, meer breed dan hoog vertoonde en eene grootte had van circa 3 centimeter. Dit was bijna de helft meer en vermeerderde nog, als men op een afstand van 100 pas schoot. Hierna plaatste hij achter de schijf een wand van klei, driekwart voet dik en zeer taai, en bleek het, dat de kogel bij ieder schot eene groote spiraalvormige opening in de klei maakte, die van binnen met kleine houtsplinters en fijne looddeeltjes bezet was. Hij meende dat de oorzaak hiervan was gelegen in de afgesprongen houtsplinters, doch toen hij op 20 en 100 pas alleen in de klei schoot, bleek het dat deeltjes hiervan terugsprongen soms tot de plaats waar het schot was gevallen, en dat in de klei een gat van een halven voet in diameter ontstond, met eene krater-vormige ingangsoening en naar buiten omgebogen randen. Bestond er vóór de klei een weerstand, schijf of been, dan bleef de kogel meestal in de klei steken, waardoor een kegel ontstond, die met de punt in de diepte eindigde. Busch meende het verschijnsel van het terugspringen te moeten verklaren uit de eigenschap, dat de klei, even als het water, terugspat, wanneer er met een steen op wordt geslingerd, en verder dat de door den kogel

getroffen deelen voorwaarts, doch door den weerstand, dien zij van voren ondervinden, zijwaarts worden gedreven. Voeg hierbij nog de snel roteerende werking van den kogel om zijne lengte-as, die natuurlijk blijft bestaan als de kogel in de klei dringt, dan zal de spiraal moeten ontstaan, daar ieder snel roteerend lichaam, de deeltjes van het medium, waarin het zich beweegt, in de richting van de tangens voortdrijft. De voorwaartsdringende kracht toch stuwt de deeltjes vooruit, terwijl de roteerende werking de deeltjes zijwaarts dringt. De in de klei teruggevonden kogels waren sterk afgeplat, gedeformeerd, grootere en kleinere stukken waren er afgesprongen, en de kogel had aan gewicht verloren, doch niet zooveel als bij de Socin-Hagenbachsche proef. Daarna nam hij dezelfde proef en legde dierlijke beenderen vóór de klei, en zag toen tot zijne verwondering, dat deze over eene zekere uitgestrektheid tot fijne beensplinters werden verbrijzeld, in plaats van, zooals hij dacht, hierin eene zuiver ronde opening aan te treffen; evenals men bij het schieten door glas een des te zuiverder ronde opening verkrijgt, naarmate de kogel met grootere snelheid de glasplaat treft. De kogel had in de klei weer een kegel geboord, in welks top hij warm doch kleiner werd aangetroffen, terwijl de wand des kegels bezaaid was met beensplinters en gesmolten looddeeltjes. Het overblijfsel der kogels of der fragmenten, die uit de klei werden bijeenverzameld, verschilden nog al aanmerkelijk. Soms bleef de hoofdmassa bijeen, en was volgens hem aan alle looddeeltjes het smeltingsproces meestal duidelijk waar te nemen. Hieruit trok hij het besluit, dat deze looddeeltjes op het oogenblik van het stooten op een weerstand zoo verwarmd werden, dat zij gesmolten waren afgeslagen; zich daarna met de nog overblijvende voorwaarts dringende kracht als schroot verdeelden, en hierdoor de verbrijzeling veroorzaakten, daar deze in weeken gesmolten toestand zich bevindende looddeeltjes gemakkelijk een veel harder lichaam kunnen verdeelen. Ditzelfde bleek bij de proef, waarbij een plank door een uit was vervaardigden kogel werd doorboord. Hierna nam hij dezelfde proeven met het Zundnadelgeweer, en vond dat hierbij het been wel werd gebroken, soms ook gespleten, doch de verbrijzeling, zooals die met de Chassepotkogel geschiedde, nam hij niet waar. De kogel zelf had

veel minder aan gewicht verloren dan de Chassepot-kogel, terwijl er ook veel minder looddeeltjes in de klei werden aangetroffen, die volgens Busch ook gesmolten moesten zijn geweest. Hierna nam hij proeven op schedels, en vond hierbij dat de Chassepot-kogel den schedel in alle richtingen uiteen deed springen. Wel was de ingangsopening nog te herkennen, doch eene uitgangsopening bestond er niet. De stukken waren uiteengesprongen en de massa, waarmede de schedel gevuld was, werd tot op 20 voet in zijdelingsche richting weggeslingerd. Toen hij dezelfde proef met het Zundnadelgeweer herhaalde, sprong de schedel ook wel uiteen, doch niet zoo hevig als door de Chassepot-patroon, terwijl de ingangs- en uitgangsopening duidelijk te herkennen waren, en de laatste veel grooter was dan de eerste. In beide gevallen werden zeer weinig looddeeltjes in schedel en klei aangetroffen, zoodat deze werking niet afhankelijk kon zijn van uiteenvliegende looddeeltjes. Nam hij daarentegen proeven met jachtgeweren en pistolen, dan vond hij de uitgangsopening grooter dan de ingangsopening en het daartusschen liggende been niet gebroken. Er moest dus hier eene andere omstandigheid in het spel zijn, die deze werking veroorzaakte, en hij kwam op het denkbeeld dat deze oorzaak wel kon gelegen zijn in de centrifugaalkracht van den kogel, waardoor ook de klei werd uiteengeslagen. Om dit te bewijzen, nam hij proeven op blikken bussen met water of klei gevuld, en hierbij bleek dat de uitwerking volkomen dezelfde was. Wel zag men eene ingangs- doch geene uitgangsopening, terwijl het blik naar alle kanten uitrolde en in stukken vloog. Om nu te bewijzen in hoeverre de centrifugaalkracht werkte, elimineerde Busch den hydraulischen druk, en nam daarvoor van boven opene inmaakbussen van 15 centimeter hoogte, vulde die voor de helft met water, om de drukhoogte in de onderste laag zoo min mogelijk te doen zijn, en hing ze hierna aan twee zijden op. De kogel drong 3 centimeter boven den bodem in met eene ronde opening; hiertegenover was de soldeerlijn der bus. Dit soldeersel was over de geheele lengte losgegaan en vertoonde twee zijdelingsche inscheuringen. De cylinder was vlak geworden, en de bodem, die nog aan een punt juist onder den ingang er mede samenhing, was loodrecht naar beneden gedrukt, zoodat alle deelen bijna in

één vlak lagen. Bij alle proeven werd ditzelfde verschijnsel waargenomen. Dit bracht Busch tot het besluit, dat de voorwaartsche en roteerende beweging van den kogel zich aan het vocht mededeelde in de gesloten holten, en dat dit als centrifugaal- en hydraulische kracht werkte en de deelen in alle richtingen uiteenperste. Bij ledige bussen vond hij eene ingangsopening met naar binnen, en eene uitgangsopening met naar buiten omgebogen randen, zoodat hier alleen de voorwaartsche beweging van den kogel van invloed was. Hij kwam dus tot het besluit, dat de verbrijzelingskracht van den kogel verschild, naarmate hij een massief stuk been, of een been dat eene gesloten holte omgaf, trof, hetzij dat die holte met zacht weefsel of klei was gevuld, en hij werd in zijn besluit zeer versterkt, toen hij zijne proeven op lange beenderen van paarden en ossen had herhaald en tot hetzelfde resultaat kwam. De beenderen had hij vooraf doorgezaagd, van het beenmerg beroofd en weder met gips aaneenbevestigd. Hij geeft als zijne meening te kennen, dat de Chassepot-kogel daarom zoo gevaarlijk en als een ontplofbare kogel werkt, omdat hij 1°. onder zulk eene snelheid het been trof, dat zijne beweging, in warmte omgezet, een gedeelte van den looden kogel als fijn gesmolten looddroppels uiteen deed vliegen, en als schroot deed werken; 2°. omdat hij in holten borende, de wanden uiteen deed vliegen door zijn middelpuntvliedende kracht, en door zijne voorwaartsche beweging, die aan de massa medegedeeld, tegelijk naar alle kanten door hydraulischen druk werkt.

Dr. Wahl is echter van meening, dat er geen smelten van lood plaats heeft, omdat de snelheid niet plotseling, maar langzaam ophoudt. De kogel wordt alleen deform, en de daarbij door wrijving en moleculaire omzetting van levende kracht veroorzaakte warmte is te weinig, om lood te doen smelten. Hij nam weer proeven met het Chassepot- en het Werder-geweer op eene plaat met dun zinkblik, die op een $2\frac{1}{2}$ mM. dikke ijzeren plaat was bevestigd. Een dunne zoom van lood vond hij aan de ingebogen randen van de opening in de ijzeren plaat, die 18 mM. in diameter was. De zoom liet zich gemakkelijk losmaken, en brak even gemakkelijk in kleine stukjes. De drukgleuven, die aan den

zoom zichtbaar waren, moeten, volgens hem, als deformatievormen worden beschouwd, op grond dat zij ook voorkwamen bij het schieten met geweren met minder snelheid, en bij het doorboren van beenderen, waarbij, volgens hem, smelten onmogelijk kan voorkomen. Hij neemt aan, dat de verbrijzeling van harde beenderen eene andere oorzaak heeft bij den Chassepot-kogel, en alleen afhangt van de snelheid, waarmede de kogel in het lichaam indringt. In dit geval kan de kogel de deeltjes voor zich uitdrijven, wanneer zij hard of vast zijn, zooals been. Zij werken dan als indirecte kogels en geven nieuwe wonden met uitgebreide verwoestingen. Zijn daarentegen de weefsels zacht en is de weerstand gering, dan worden zij met het maximum van snelheid uiteengedreven. Er ontstaat aan de randen vermeerderde dichtheid, zonder medeaandoening der naburige deelen. Dit geschiedt bij zacht weefsel en sponsachtige beenderen; het eerste bij harde beenderen. In dit laatste geval behouden, bij groote snelheid, de losgeschoten beensplinters eene zoo levende kracht, dat zij ter zijde worden geslingerd en grootere verwoestingen aanrichten. Is de weerstand groot, dan wordt de verbrijzelingskring uitgebreider, omdat de vaste beenmassa, wegens de grootte van haar eigen weerstand, de trillingen gemakkelijker voortplant op hare naburige deelen. Nu neemt de weerstand daarbij nog toe, naarmate de snelheid of de levende kracht van den kogel vermeerderd, hetgeen men gemakkelijk kan bewijzen door met een stok op water te slaan. Doet men dit langzaam, dan biedt het water onmerkbaare weerstand; geschiedt het daarentegen snel, dan is de weerstand groot. Dit is volgens hem de reden, dat een kogel met eene grootere aanvankelijke snelheid eene uitgebreide verbrijzeling bij harde vaste lichamen, zooals beenderen zijn, veroorzaakt. Door zacht weefsel of spongieuse beenderen wordt de schudding niet zoo gemakkelijk voortgeplant. Hierbij is de verbrijzelingskring kleiner en geeft de grootste snelheid meestal het zuiverste kanaal; bij zeer groote snelheid is het verlies van zelfstandigheid dikwijls gelijk aan den diameter van het projectiel, en de oorzaak dat de in- en uitgangsopening bij zachte deelen gelijk zijn. Bijv. als men schoot door een onderkaak zonder tanden van een paard, die uit sponsachtig weefsel bestaat, dan verkreeg men eene ronde opening;

schoot men daarentegen op een onderkaak nog met tanden bezet, waarvan dus het weefsel hard was, dan werd die verbrijzeld. Op dezelfde wijze zal men, als een kogel met veel kracht op eene glasplaat wordt geschoten, eene met den kogel overeenkomende opening verkrijgen, doch hierbij zal een duidelijk merkbare schuddingskring met radiair verloopende figuren om de opening ontstaan, en de grootte der opening afhankelijk zijn van de meerdere of mindere broosheid van het glas. Bij gemiddelde snelheid van den kogel blijft deze langer in het kanaal dat hij boort, en oefent daarom behalve de voortgaande nog de roteerende werking uit. De werking der asdraaiing is hierbij grooter, en daarom zal de kogel meer verlies van zelfstandigheid geven. De kring van belediging wordt grooter, en hierdoor ontstaat uitgebreider schudding en kneuzing, even als een matte kogel uit een glasplaat een groot stuk slaat of dit geheel verbrijzelt. De schudding neemt toe, naarmate de snelheid afneemt, en wordt deze nog minder, dan werkt alleen nog de roteerende kracht, zoo als blijkt uit de proef op een glasplaat, waarin een kogel met eindsnelheid geen opening meer geeft, maar alleen radiair verloopende stralen.

Volgens Wahl werkt de kogel op drieërlei wijzen:

- 1°. gedurende de aanvankelijke snelheid, alleen door voorheerschend inwerken door voortgaande beweging;
- 2°. tijdens de middelsnelheid, door voortgaande en draaiende beweging; en
- 3°. gedurende de eindsnelheid, door voorheerschende draaiende werking.

Op deze wijze tracht Wahl eene verklaring te geven van de oorzaak, waarom de Chassepot-kogel zulk eene verwoesting aanrichtte. Hij ontkent dat zijne temperatuur zoo warm wordt, dat bij het doorboren van beenderen smelten van lood kan plaats hebben en dit de aanleiding zou geven voor de uitgebreide verwoesting, maar schrijft dit, zooals uit het medegedeelde blijkt, alleen toe aan de snelheid waarmede de kogel het been treft, ten gevolge waarvan dit gedeeltelijk verbrijzeld wordt, terwijl de verbrijzelde beenstukken door de ontvangen snelheid dan indirect weer als kogels werken, en in alle richtingen uiteenvliegen. Dit gevoelen vond een even sterk voorstander in Kuster, dirigierend

arts van het Augusta-hospitaal te Berlijn, die dezelfde proeven deed met het Zundnadel-, Mauser-, Chassepot- en Henry-Martini-geweer. Hij schoot op een afstand van 8, 20, 100 en 800 pas, op levende paarden, schapen en op beenderen van lijken, welke voorwerpen voor eene groote schijf werden geplaatst. De verbrijzelingskracht dezer kogels was op levende en doode lichamen gelijk en zeer uitgebreid, evenwel was deze bij het Mauser-geweer het grootst, daarop volgde het Chassepot- en eindelijk het Zundnadel-geweer. Wel neemt hij aan dat de kogel mechanisch verdeeld wordt bij het aanslaan op been, ten gevolge van de ontstane warmte bij het doorboren er van, en dat hij hierdoor aan alle hoeken en kanten zeer wordt gedeformeerd, zelfs dat er stukjes lood zijn, die als het ware zijn afgesneden, opgewonden, of die in het midden eene opening bezitten, — iets wat Busch juist als bewijs voor het smelten aanhaalt — doch smelting er van kan er volgens hem niet plaats hebben, omdat niet de geheele, maar slechts een gedeelte der kracht zich in warmte omzet. Van den Chassepot- en den Mauserkogel ging meestal de helft verloren; zij verlieten het lichaam zeer gedeformeerd, en vormden op de schijf eene onregelmatige opening, omgeven door een krans van fijne looddeeltjes.

Hiermede verschilden echter de resultaten van het Henry-Martini-geweer. Zoo als bekend is, behoort bij dit geweer een harde kogel, bestaande uit 12 deelen lood op één lood tin, terwijl de aanvankelijke snelheid gelijk is aan die van het Mauser-geweer. Hiermede kreeg hij geringe verwonding. Meestal ontstond eene eenvoudige ingangsopening in het been, van eenigszins grootere afmeting dan de kogel, of er ontstond een scherp defect aan den rand er van, terwijl de verbrijzeling hierbij ontbrak, en de beensplijting zich alleen soms tot de naaste omgeving bepaalde.

De kogel zelf werd of onbeschadigd of zeer weinig gedeformeerd teruggevonden, en doorboorde op 100 pas afstand altijd het lichaam van het paard, terwijl de Chassepot-kogel dikwijls bleef steken. Om deze reden zou de kogel uit het Henry-Martini-geweer als minder gevaarlijk zijn aan te merken dan de bovengenoemde. Hierbij verdient echter te worden vermeld, dat Heppner en Garfinkel in Petersburg, die dezelfde proeven namen met het Russische, het Berdanske en het Engelsche Henry-Martini-ge-

weer, niet ditzelfde meenden gevonden te hebben als Kuster, maar ook dat de Henry-Martini-kogel in verbrijzelingskracht op beenderen gelijk stond, zoo niet den Chassepot- en den Mauser-kogel overtrof. Dit punt verdient nog nader te worden onderzocht.

Het was te verwachten dat Busch deze tegenwerpingen niet onbeantwoord zou laten, en dat om te bewijzen dat ook bij gedeeltelijk ophouden van beweging door een weerstand, die den kogel nog doorlaat, smelten van lood kan verkregen worden, waarbij de gesmolten looddeeltjes nog met levende kracht verder vliegen, het noodig is een gesmeed ijzeren plaat te nemen van 5 mm. dikte, en daar achter guttapercha te hangen: dan zal er een sproeiregen van gesmolten looddeeltjes op het elastieke weefsel blijven hangen. Op een daarvoor uitgespreide wollen doek bleven de fijne droppels als gesmolten aan de wolharen hangen, terwijl Busch beweert dat hij, bij een schot door een schedel, tegenover de ingangsopening en overal in de schedelholte fijne gesmolten looddeeltjes microscopisch heeft gezien, iets wat hij vroeger voor kruitslijm hield. Het meeste was dit het geval met den Chassepot-kogel, en om deze reden komt die volkomen in werking met ontplofbare kogels overeen. Het Mauser-geweer doet er echter in werking niet voor onder, en bij deze geweren is vooral ook het persen van den kogel in den loop een belangrijk warmteveroorzakend moment. Juist de hierdoor ontstane sterkere verhitting van den kogel is de oorzaak zijner verwoestende inwerking, omdat de samenhang der deeltjes daardoor zoo los wordt, dat er kleinere en grootere stukken van worden afgeslagen, die in alle richtingen uiteenvliegen, en dat het al van zeer weinig belang zal zijn, of die warmtegraad een paar graden onder het smeltpunt van lood blijft, of wel daar boven komt. Busch blijft echter beweren, dat hij duidelijk aan eenige punten van den kogel het smeltingsproces heeft waargenomen. Hij beweert dan ook dat daar, waar het ophouden der beweging geen absolute is, toch gedeeltelijk smelten van den kogel kan plaats hebben, en wel op die plaatsen, die de hoofdwerking van den stoot ondervonden, en dat hierbij zooveel warmte wordt ontwikkeld, als aan levende kracht verloren gaat. Hij zegt dat: wanneer van een kogel de massa m is, de aanvankelijke snelheid v_1 , en na

het overwinnen van den weerstand v_2 , *de verloren levende kracht gelijk* is aan $\frac{1}{2} m. (v_1^2 - v_2^2)$, en de *veroorzaakte hoeveelheid warmte* $\frac{1}{2} m. (v_1^2 - v_2^2)$ bedraagt; afhankelijk dus van het vergrooten van

424

dit cijfer, dat de hoeveelheid warmte die veroorzaakt wordt aangeeft en dat met het toenemen van den weerstand vermeerderd, zal ook de verbitting van den doorborenden kogel verschillen en in evenredigheid vermeerderen. Voor het geval dat de snelheid niet geheel, maar slechts gedeeltelijk ophoudt, zal dus de levende kracht geëvenredigd zijn aan het kwadraat der snelheid. Nemen wij dus aan dat een Chassepot-kogel bij het doorboren van een weerstand zooveel snelheid verliest, dat hij nog slechts de halve snelheid overhoudt, dan blijft nog maar $\frac{1}{4}$ aan levende kracht over, terwijl $\frac{3}{4}$ gebruikt zijn tot het overwinnen van den weerstand en dus tot warmteontwikkeling. Het verschil aan levende kracht, die de kogel vóór het aanslaan, en die, welke hij na het doorboren van den weerstand bezit, zal aldus volgens de vroegere berekening met $\frac{3}{4}$ warmte-eenheden overeenkomen, en dit, gelijk zijnde aan het verlies van levende kracht, zal het lood tot 465° kunnen verhitten, aannemende dat de kogel 100° temperatuur bezat, bij het verlaten van het geweer. Daarbij komt nog het feit, dat deze warmte niet gelijkelijk op alle deelen van den kogel inwerkt, maar zeer ongelijk, meestal aan de punt dus hoogstens op enkele grammen er van; want ziet men een kogel die in de klei is opgevangen, nadat hij een been heeft getroffen, dan is deze aan de achterste ringvormige vlakke en het daarbij liggende gedeelte van den mantelomtrek meestal onveranderd. Daardoor zijn deze deelen voor wrijving bewaard gebleven, omdat het voorste gedeelte van den kogel gedeeltelijk door den ontvangen stoot bij het aanslaan, gedeeltelijk door de daarbij te voorschijn geroepene warmte, zich paddestoelachtig heeft afgeplat en eenen grooteren weg in den weerstand heeft gescheurd, dan voor het passeren van het achterste gedeelte van den kogel noodzakelijk was. Soms is door wrijving ook wel het achterste gedeelte van den mantel vervormd, en daarbij de ringvormige vlakke te zamen gedrukt of gedeformeerd, doch nooit in dien graad, dat men den karakteristieken vorm van den kogel niet weer kan her-

kennen. Van het voorste gedeelte springen de stukjes af en wordt een klein gedeelte, hoogstens een paar gram, in fijn gesmolten droppels verspreid. Hoogstwaarschijnlijk geschiedt hierbij het volgende: De looddeeltjes aan de punt ondervinden den meesten weerstand, wegens de vis a tergo der daarachter liggende deeltjes. Ieder dezer deeltjes wordt daardoor zóó verhit dat het smelt, en de samenhang met de hoofddeelen van den kogel wordt daardoor verbroken. De hieraan grenzende deeltjes worden minstens zoozeer verwarmd, dat zij door den mechanischen weerstand, ondersteund door de centrifugaalkracht van den kogel, bij de losse cohesie der moleculen uit hunnen samenhang worden geslingerd. Deze stukjes vertoonen op hunne oppervlakten nog smeltingsprocessen, en hebben soms die ruwe vormen, die het week lood bij het verder vliegen aanneemt, zooals die van een schroef of van krullen, en die afhankelijk moeten zijn van de hooge temperatuur, die het bezat, in verband met de rotatie van den kogel om zijne as. Het daarop volgend gedeelte van den kogel is minder verwarmd, doch nog voldoende, om zich bij het doorboren van den weerstand paddestoelachtig om te krullen, en zulks ten gevolge van het nadringen van het laatste gedeelte. Op deze wijze wordt het voorste gedeelte van den kogel het meest, zijn achterste gedeelte het minst verwarmd. Dit bewijst hij, door bij het schieten op een schedel een los blad papier er voor te hangen; men vindt dan op dat gedeelte van het papier, dat naar den schedel hangt, in den omtrek der kogelopening eene donkere grijze plek, die microscopisch uit fijne metaaldruppeltjes blijkt te bestaan, welke van den schedel op het papier zijn teruggesprongen. Deze deeltjes zijn dus in hunne snelle beweging van 420 meter plotseling opgehouden, en moeten dus volgens vorige berekeningen van 0° tot het dubbele van hun smeltpunt verhit worden, wanneer namelijk de geheele verkregene warmte ten voordeele van het projectiel komt, en de warmtegeleiding van het lood eene dusdanige ware, dat de warmte van de oppervlakte van den mantelomtrek oogenblikkelijk tot den terugvliegende kern voortdrong. Deze deeltjes worden in alle richtingen met kracht weggeslingerd, en kunnen hierdoor zeer verbrijzelend werken, zooals vroeger door hem werd bewezen, toen hij proeven

nam op curassen, waarvan de afgescheurde stukjes uitgebreide verwondingen gaven. Al deze gesmolten deeltjes gaan in een verstrooiingscirkel door het lid, en om de kracht te kennen, waarmee zij uiteengaan, moet men de snelheid kennen waarmee de kogel om zijne lengte-as wentelt. De Chassepot, bijv. heeft ééne draaiing om zijne lengte-as volbracht, als hij eene lengte van 0.55 meter in den loop heeft doorloopen. In een halven meter maakt hij eene omwenteling, en dus in eene seconde, bij het afleggen van een baan van 400 meter, 800 wentelingen om zijne lengte-as. De omvang van den mantel is 3 centimeter, en daar elk punt des kogels 800 omwentelingen maakt, is de geheele lengte der omwentelende beweging die elk punt in eene seconde aflegt gelijk $800 \times 3 = 24$ meter. De invloed van deze rotatie openbaart zich vooral op den omtrek van den kogel, wanneer deze zeer verwarmd of gesmolten is. Om nu den druk te meten, die ieder losliggend deeltje van wege de centrifugaalkracht ondergaat,

hebben wij de formule $\frac{v^2}{r}$, waarbij v de tangentielle snelheid van

de oppervlakte van den kogel, r de straal en g de zwaartekracht voorstelt. Voor het cylindrische gedeelte van den Chassepot is $v = 24$ meter, en de zwaartekracht $g = 9,808$ constant of bijna gelijk 10 meter en $r = 0.005$ meter, derhalve is de druk

$$= \frac{24^2}{\frac{0.005}{10}} = 11520.$$

Dus is de druk van het losvliegende deeltje in radiale richting 11520 maal sterker dan de druk, die een dergelijk deeltje door zijn eigen gewicht op eene horizontale onderlaag zou uitoefenen; wel een bewijs voor de kracht waarmee het werkt, en waarmee de omgevende deelen in de richting van de tangens worden voortgedreven, alsmede voor de verwoesting die hiervan het gevolg moet zijn.

Hierna heb ik getracht na te gaan in hoeverre het Beaumont-geweer bij deze proeven overeenkwam met het Chassepot-geweer. Nadat ik daartoe te Amsterdam welwillend in de gelegenheid

was gesteld, deed ik de navolgende proeven. De schutter plaatste zich achtereenvolgens op 25, 100 en 400 pas.

1°. Op schedels.

Werd de kogel afgevuurd op 25 à 50 pas op schedels, die uit een beenige holte bestonden gevuld met eene vochtige weeke massa, dan was de uitwerking verschrikkelijk. De schedel vloog in verschillende stukken naar alle richtingen, waarvan enkele 6 meter zij- en 3 meter achterwaarts gevonden werden, terwijl enkele stukken over den kogelvanger heengingen. De grootte der stukken verschilde van 2 tot 8 vierk. centimeter. Soms was het been langs de naden losgesprongen, doch overal was de ingangsoopening duidelijk te herkennen. Vulde ik een schedel met klei, en deed ik daarop dezelfde proeven, dan gaf dit ook hetzelfde resultaat: het uiteenvliegen der stukken geschiedde in alle richtingen, tot op eenige meters afstand, terwijl op plaat IV te zien is, in hoeveel stukken de schedel gebroken werd. Om den kogel terug te vinden, had ik dezen schedel geplaatst voor eene kist met vochtige klei. Hierin had de kogel na het uiteen doen springen van den schedel nog een holle kogel geboord, met eene diepte van 5 decimeter, terwijl de middellijn van het grondvlak 8 centimeters bedroeg. In het toppunt er van werd de kogel gedeformeerd, teruggevonden. Het gewicht er van bedroeg 20,963 gram, zoodat zij 0,937 gram aan lood had verloren. Dit lood moest nu volgens Busch gesmolten zijn geweest en als gesmolten looddruppels terug te vinden zijn in de stukken van den uiteengesprongen schedel òf in den hollen kogel in de klei, òf op het papier, waarmede de schedel was bedekt geweest en dat door den kogel was doorboord. Deze opening had de grootte van den kogel, doch opmerkelijk was hierbij, dat de randen der opening straalsgewijze waren gespleten en hoedvormig stonden omgekruld naar de zijde, vanwaar het schot viel. Nauwkeurige microscopische en chemische onderzoekingen werden in het werk gesteld om lood te onderkennen op het blad papier, doch zonder resultaat. Ook bleef een zoodanig onderzoek op de stukken van den schedel zonder eenig gevolg. In den hollen kogel in de klei evenwel, zag men overal glinste-

rende witte puntjes. Deze waren met eene sterke loupe duidelijk te herkennen; zij werden nu nauwkeurig hieruit genomen en zowel microscopisch als chemisch onderzocht. Dit onderzoek gaf een bevredigend resultaat en duidelijk werd aangetoond, dat dit sporen van lood waren, die van den kogel waren afgestroken. Waren deze microscopische deeltjes nu gesmolten lood of niet? Deze vraag is niet of hoogst moeielijk te beantwoorden: want ofschoon het zeer fijne deeltjes waren, zoo waren hieraan noch physische noch chemische kenmerken te bespeuren, die op het smelten van lood duiden. Daarentegen verkrijgt men hetzelfde, wanneer men met kracht lood wrijft langs een vast, weerstandbiedend lichaam. Kan nu dit afgegeven lood, dat als glinsterende puntjes in de klei aanwezig was, niet afhankelijk zijn van de kracht, waarmede de kogel langs de klei, die weerstand biedend is, schuurde, toen hij den kogel boorde, en waarbij de samenhang der looddeeltjes veel minder was geworden door de warmte, die bij het ontmoeten van den weerstand werd ontwikkeld. Ik voor mij geloof dat dit laatste de oorzaak van het verlies van lood van den kogel is, en niet het verlies door smelten; want zoo dit het geval was, had het meeste van dit gesmolten lood bij het treffen aan den schedel moeten ontstaan, omdat toen de weerstand het grootste was, doch daarbij werd het niet gevonden. In elk geval is het verlies van lood te weinig, dan dat de werking hiervan afhankelijk kan zijn. De vernietigende werking van den Beaumont-kogel op gesloten holten is afhankelijk van de voortstuwende en draaiende kracht. Deze voortstuwende kracht doet bij het doorboren van den schedelwand de weeke massa onder eene zoodanig verhoogde drukking komen, dat de inhoud op alle punten tegelijk met hydraulische kracht werkt, en den stukken de kracht geeft eenige meters in alle richtingen uiteen te vliegen. Hetzelfde beschouw ik als de oorzaak voor het hoedvormig ombuigen en straalsgewijs inscheuren van de opening, die de kogel in het papier had geboord, dat den schedel bedekte, en voegen wij hierbij nog de middelpuntvliedende kracht die de kogel heeft, dan vinden wij eene voldoende verklaring voor de uiteenbarsting, die deze kogel op korten afstand veroorzaakte. Dat de rotatorische of middelpuntvliedende kracht van grooten invloed

is, kon ik duidelijk bespeuren bij een der schedelproeven op 100 pas, waarbij wel de zachte deelen langs den beenigen schedelwand getroffen werden, doch waarbij de kogel tusschen huid en been verliep en nochtans de schedelbeenderen in alle richtingen aan die zijde gebroken waren, ofschoon de kogel het been niet had doorboord. Alleen kon dit afhankelijk zijn van de middelpuntvliedende werking van den kogel (zie plaat VII. 2). Om deze werking van den kogel te bewijzen, had ik het geluk een nog sprekender bewijs te vinden bij mijne proeven op 400 pas, die ik onder de gemeente Muiden moest nemen, en waartoe ik door de welwillendheid van de genie-officieren aldaar in de gelegenheid was gesteld, aangezien de schietbaan te Amsterdam slechts gelegenheid gaf voor proeven tot op 200 pas. Bij een dezer proeven had ik het geluk, zoo als op plaat VII. 1 te zien is, een exemplaar te vinden, waarbij de kogel wel eene ingangs- doch geene uitgangsopening in het been had geboord. De kogel had, na het in aanraking komen in de holte met de daarin aanwezige zachte deelen, den schedel in stukken uiteen doen springen, en had daarom geene uitgangsopening noodig gehad. Dit uiteenspringen had slechts in zooverre plaats, dat de zachte deelen de beenstukken bijeen konden houden en kan als bewijs strekken, dat bij het treffen op 400 pas de voortstuwende kracht van den kogel reeds veel moet zijn verminderd, omdat de werking reeds aanmerkelijk geringer is. Op plaat VII. 3 kan men zien het effect van den kogel als hij op 400 pas den schedel onder een stompen hoek treft.

Zeer moeielijk was het op 400 pas dergelijke kleine voorwerpen juist te treffen, en dat was dan ook de oorzaak, dat ik mij met weinig resultaten op dien afstand moest tevreden stellen en dezelfde proeven niet op nog grooteren afstand kon herhalen. De kogels werden op dezen afstand grootendeels teruggevonden, en waren, wanneer zij alleen in zand waren terecht gekomen, padeestoelachtig omgeslagen aan de punt, terwijl het achterste gedeelte meestal onveranderd was gebleven. Hadden de kogels been deren getroffen, dan hadden zij alle vormen ondergaan, en een dezer kogels, waarvan het zeker was dat hij een der beenderen had geraakt, omdat een klein stukje been als het ware er in was vastgeslagen, had 3,460 gram aan gewicht verloren. Dit opne-

men van het stukje been leverde een duidelijk bewijs, dat de kogel bij het ontmoeten van weerstanden, bijv. beenderen, zoo week wordt, dat hij in staat is de stukjes van het verbrijzelde been in zich op te nemen, als ware het er in gesmolten.

2°. Op lange beenderen, die dienen tot samenstelling der ledematen, werden dezelfde proeven herhaald. De meening, dat de grootere snelheid eene des te rondere opening hierin moest maken, werd thans glansrijk weerlegd, want nu bleek het, dat naarmate de snelheid grooter was waarmede de kogel trof, de verbrijzeling vermeerderde en de stukjes des te kleiner werden. De hierbijgaande platen V en VI zullen u doen zien, hoe ver de verbrijzeling van een hard been ging, en dat het verschil in uitwerking, of men op 25 dan wel op 100 pas schoot, zeer gering was. De vernietiging strekte zich meestal uit over eene lengte van 6 à 7 tot 8 à 9 cM. Het been was over die lengte in fijne, stukjes, soms zelfs ter grootte van speldekknoppen, vermorzeld, en hoeveel dier stukjes ik heb kunnen opvangen, kon men zien op de teekeningen, die hierbij ter bezichtiging werden aangeboden. Soms beliep dit een veertigtal. In andere gevallen daarentegen vond ik slechts enkele groote stukken, en bij het nagaan waarvan dit verschil afhankelijk kon zijn, vond ik bij ééne proef een doorslaand bewijs voor hetgeen door Busch reeds als vermoeden was uitgesproken bij zijne proeven op beenderen van paarden en runderen. Het gold hier nl. een dijbeen, dat op 20 pas afstand was getroffen, en wel aan de voorzijde, en waardoor het been in zijn lengte verbroken werd in vijf kleine stukken. Deze stukken konden gemakkelijk aaneen worden gevoegd en stelden het geheel weder daar, doch dan bleef de ingangsoening aan de voorzijde duidelijk zichtbaar, ter grootte van de middellijn van den kogel (zie plaat V). Hier was dus de kogel ingedrongen tot in het beenmerg en had van daaruit het been in alle richtingen uiteen doen vliegen, zooals dat bij de schedelproef ook te zien was geweest, en waarvan de oorzaak ook met zekerheid moet worden gezocht in den verhoogden druk, in verbinding met de middelpuntvliedende kracht, waaronder het weeke beenmerg door den indringenden kogel werd gebracht. Hij, die met de kracht en de uitwerking der hedendangsche geweren onbekend is, had gewis bij het zien

van dit voorbeeld tot het besluit moeten komen, dat deze verwonding door een ontplofbaren kogel was veroorzaakt.

De kogels, die uit de klei zeer gedeformeed werden teruggevonden, wogen van 10,868 tot 6,870 gram, en hadden dus van 10,932 tot 14,930 gram lood aan gewicht verloren. Een gedeelte hiervan werd in de klei onder verschillende vorm en grootte teruggevonden, of was microscopisch fijn verdeeld in den hollen kegelwand aanwezig, dien iederen kogel na het doorboren der beenderen nog in de klei maakte, en waarvan hierboven bij de schedelproeven reeds is gesproken. Om nu deze stukjes van den kogel terug te vinden, werd de klei, waarin de kogels waren opgevangen, met water uitgespoeld, en de verschillende stukjes lood op deze wijze teruggevonden. Enkele er van hadden een gewicht van 325 tot 60 milligram; terwijl eenige anderen slechts met eene loupe waren te herkennen. Zij bleken te bezitten ruwe oppervlakken met ongelijke hoeken en randen, en werden vergeleken met andere stukjes, o. a. met die, welke door het aanslaan van den Beaumont- en Remington-kogel op de ijzeren schijf waren ontstaan. Het verschil daartusschen was als volgt. De looddeeltjes die ontstaan waren door het aanslaan van den Beaumont-kogel op de ijzeren schijf, waren glinsterend, soms voorzien van uitstralende voegen, dik in het midden, dun aan de uitlopende randen en op het aanvoelen glad. Die van den kogel van den Remington-karabijn waren afgeslagen, waren doffer, ongelijk en hoekiger, vertoonden geen glinsterende voegen, en stelden meer plaatjes van gelijke dikte voor met oneffenheden voorzien, terwijl de in de klei teruggevonden loodfragmenten meer platte plaatjes waren, hoekig, ongelijk en dof, op het aanvoelen ruw, en oogen-schijnlijk het meest met die van den Remington-kogel overeenkomende. Afgeronde hoeken of punten, die op smeltingsvormen berustten, waren er niet aan te bespeuren, zoodat ik verplicht werd aan te nemen, dat deeltjes van den verwarmden kogel mechanisch waren afgesneden bij den verminderden samenhang hunner deeltjes, doch niet ten gevolge van het smelten van een deel van den kogel waren ontstaan. Ik geloof derhalve niet, dat de verbrijzeling door den Beaumont-kogel veroorzaakt, afhankelijk is van deze looddeeltjes, daar ik ze in het verbrijzelde been niet

heb teruggevonden, maar wel in de klei; doch ik vermeen dat deze afhangt van de doordringende kracht waarmede de kogel het harde lichaam treft. Bij dit treffen met eene dusdanige aanvankelijke snelheid, worden de beensplinters zeer fijn, zooals hiervoren is beschreven, en wel ten gevolge van de hevige schudding waaraan de getroffen wordende deeltjes zelf, alsmede hunne omgeving, bij het aanslaan van den kogel blootstaan, en die onmiddellijk die schudding aan de naburige mededeelen. Deze kunnen wegens volkomen gemis aan elasticiteit niet uitwijken, maar moeten breken. Zijn ze eenmaal gebroken en los, dan nemen zij een deel van de beweging van den kogel over, welke beweging toeneemt, naarmate de snelheid van den kogel grooter wordt, en voegen wij hierbij dan nog de middelpuntvliedende kracht van den kogel, die vrij groot is, daar de kogel in ééne seconde circa 500 maal om zijne as draait, dan kan men zich eenig denkbeeld vormen van de kracht waarmede al deze deeltjes uiteenvliegen. Zij werken zelf als projectielen of schroot, en veroorzaken aldus eene verwoesting, die gelijkstaat met eene verwoesting door een ontplofbaren kogel veroorzaakt. Op deze wijze zien wij dus, dat de Beaumont-kogel in verbrijzelingskracht het Chassepot- en het Mauser-geweer evenaart, en dat de beschuldiging, dat het effect dezer kogels gelijk is aan die der ontplofbare, ook volkomen op de projectielen van het Beaumont-geweer van toepassing is.

Voorzeker zullen de mogendheden bij het teekenen van het Petersburger-traktaat in 1868 niet gedacht hebben, dat dit zoo spoedig zou blijken eene illusie te zijn, nu de werking van bijna alle thans bij de legers van Europa in gebruik zijnde kogels, met die van ontplofbare overeenkomt. Wil men dus in het vervolg in het belang der humaniteit werkzaam zijn, dan zal men tot andere middelen dan deze zijn toevlucht moeten nemen.

De Voorzitter zegt den spreker dank voor zijne geleerde verhandeling.

De heer Post begint met op te merken, dat heden avond een onderwerp is behandeld geworden, waarover tot dusverre in het 1875/76.

buitenland veel, in Nederland bijna niet geschreven werd. Van Hasselt, Lulofs en nu de heer Zegers zijn de eenigen, die bij ons te lande zich op dat weinig betreden gebied hebben bewogen; onder deze komt voorzeker de eereplaats toe aan den heer Zegers. Hij betuigt hem, ook namens zijne collega's, dank voor zijne prachtige, gedetailleerde lezing.

Spreker is niet voornemens de theoriën van den heer Zegers te bestrijden, doch wenscht even stil te staan op medisch terrein. Door het verkondigen van de zienswijze dat het geschoten projectiel tot smeltens toe wordt verhit en er dientengevolge verbranding bij de wond plaats heeft, toont de heer Zegers zich in dit opzicht een aanhanger van de denkeelden van professor Busch; doch deze is weerlegd door de professoren Klebs en Arnold. Meent Busch dat bij kogelwonden verbranding van het wondkanaal plaats heeft, professor Klebs beweert, op grond zijner ervaring vooral in den Duitsch-Franschen oorlog opgedaan, dat bij dergelijke wonden zich geen warmte ontwikkelt en dat bij geschoten wonden in de buikholte en in de longen — waarbij meest de kogel niet was terug te vinden — er wel snijding, maar geen verbranding viel waar te nemen. Spreker zou daarom gaarne van den heer Zegers vernemen, of deze hieromtrent bepaalde resultaten heeft verkregen bij zijne proeven. Het is toch voor den geneesheer verre van onbelangrijk te weten of kogelwonden als brand- dan wel als gesneden wonden moeten worden behandeld. Wordt in deze zekerheid verkregen en worden de theorieën van professor Busch bevestigd, dan zal daarvan het gevolg wezen eene veranderde geneeswijze der schietwonden.

Spreker zou gaarne nog hooren, of de heer Zegers ook op levende dieren proeven had genomen.

De heer ZEGERS is niet in de mogelijkheid geweest proeven te nemen op levende wezens. Voor de zekerheid, dat er bij kogelwonden verbranding plaats heeft, kan hij geene meerdere bewijzen bijbrengen, dan hij reeds deed. Alleen zou hij hier nog kunnen mededeelen, dat vele gewonden, die hij daarover ondervroeg, hem verklaarden niets te hebben gevoeld maar dat de kogels, welke uit de kleëren werden gehaald, zeer warm waren. Een on-

zer officieren, wien te Atjeh in den aanloop van de bestorming eener vijandelijke sterkte de borst door een kogel doorboord werd, antwoordde op sprekers vraag, wat hij gevoeld had op het oogenblik dat hij getroffen werd: „Ik kan geen betere beschrijving geven van mijne gewaarwording, dan dat 't was alsof men mij een gloeienden priem door het lichaam stak.” Spreker haalt dit voorbeeld aan om een persoonlijk gevoelen weer te geven, niet als bewijs voor zijne verbrandingstheorie. Een ander feit, waarop door prof. Busch gewezen wordt, is de bewering van jagers op grof wild, dat zij de ingangsopening vinden door te zoeken naar verschroeide haren. Dat in elastische lichaamsdeelen — zooals b. v. in de long — niet altijd een wondkanaal is te vinden, laat zich verklaren uit de snelheid, waarmede het projectiel zich beweegt, en uit de rekbaarheid van het getroffen deel. Het getroffen deel namelijk wordt sterk uitgerekt in de richting, waarin het projectiel zich beweegt, laat dit door en trekt daarna samen om weer tot het normale volumen terug te keeren, waardoor het wondkanaal dus zeer klein wordt — $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{8}$ van de wijidte — en bijna niet te vinden is.

De heer KORNDORFFER heeft in '70 en '71, wanneer de buikholte getroffen en de hoek van inval groot genoeg was, dikwijls wonden gezien, waarbij de kogel, op de ribben stootende, geheel en al tot den rug was rondgelopen onder de huid, en daar was doorgebroken.

De heer PIEPERS heeft meermalen proeven genomen in gelijken geest als de heer Zegers, op voorwerpen van hout, — planken, palen, boomen enz. — en is daarbij steeds tot dezelfde conclusies geleid, als thans door den heer Zegers werden geformuleerd. Vooral bij het treffen van levend hout is het gat van den kogel bijna niet te vinden, en dragen de wanden daarvan sporen van verkoling.

De heer VAN DAM VAN ISSELT heeft van den heer Zegers zoo even gehoord, dat, bij eene gewone proef, de kogel, na de schijf te hebben getroffen, gedeeltelijk was gesmolten, zonder dat het kruit, waarmede het zakje gevuld was, dat bij op zijn weg

had doorboord, ontbrandde. Om uit die bevinding met vrucht eene gevolgtrekking over de verbranding te kunnen maken, zou men nog moeten weten, of het kruit eene hoogere temperatuur voor ontbranding eischt dan het smelten van lood.

Spreker vraagt verder, of niet tot eene oplossing der hier behandelde quaestie van verbranding ware te geraken, door bij dergelijke proeven gebruik te maken van holle kogels, gevuld met stof van eene lage ontbrandingstemperatuur, b. v. schietkatoen. Hij heeft daarvoor reeds een hollen kogel gebezigd, gevuld met meelpulver, doch de kogel sloeg plat tegen de schijf en het pulver, dat niet ontbrandde, lag verstrooid op den grond. Misschien zou de heer Zegers hem hierover kunnen voorlichten en hem tevens kunnen mededeelen, of het smelten van lood eene hoogere temperatuur vordert dan het ontbranden van pulver.

De heer ZEGERS betwijfelt of de door den heer Van Dam van Isselt voorgestelde proeven tot eene bevredigende oplossing kunnen leiden. Het niet ontbranden van het kruit in het zakje vindt wellicht zijne verklaring in het momenteele van de aanraking; op denzelfden grond althans is te begrijpen, waarom men bij het even aanraken van een gloeiende kachel of van de vlam eener kaars de vingers niet brandt. Bij het schieten met een kogel, aan de achterzijde gevuld met vet, was aan de paal, waarin geschoten werd, een vet propje te vinden; het deed zich daarop voor als een ruw klontje en niet als een vlek, welken vorm het had moeten aannemen; bijaldien het gesmolten ware geweest.

Of het smeltpunt van lood hooger temperatuur wijst dan het ontvlammen van schietkatoen noodig heeft, weet spreker niet, doch hij houdt 't er voor, dat al ware dit het geval, de momenteele aanraking van den kogel het schietkatoen niet zal doen ontvlammen.

De heer VAN TUERENHOUT wijst op de resultaten, die dr. Küster in 1873 verkregen heeft omtrent het verschil in uitwerking van hard-looden en zacht-looden projectielen.

Spreker heeft wel van den heer Zegers gehoord, dat die resultaten door latere proefnemingen in St. Petersburg, met het geweer

Henry-Martini, dat kogels van een harder loodsoort schiet, niet zijn bevestigd, maar hij acht de quaestie van zoo hoog belang, dat 't hem een schoone taak toeschijnt, te beproeven die zaak tot klaarheid te brengen.

Hij geeft daarom den heer Zegers, die reeds met zoo uitnemend succes op dit gebied is werkzaam geweest, in overweging, om ook daartoe strekkende proeven te nemen. Dr. Küster eindigde indertijd een voordracht over de door hem genomen proeven met den wensch, dat het Duitsche Ministerie van Oorlog deze quaestie aan een ernstig onderzoek mocht onderwerpen en zich den roem niet mocht laten ontnemen, dat het, naast zijn streven om de vernielingswerktuigen steeds meer te volmaken, ook zoo veel mogelijk rekening wist te houden met de eischen der humaniteit. Duitschland schijnt tot dusverre aan dien wensch geen gevolg te hebben gegeven. Ware dit niet — vraagt de heer Van Tuerenhout — een schoone taak voor ons Nederlanders?

De heer ZEGERS heeft onlangs dr. Küster ontmoet, en deze bleek nog steeds zijn vroeger gevoelen toegedaan. Wat de quaestie betreft van het Henry-Martini-geweer, de kogel daaruit geschoten heeft niet de verbrijzelende uitwerking van het Mauser-geweer, doch, naar spreker meent, moet de zwaarigheid hierin worden gezocht, dat de hard-looden kogel minder goed in de trekken dringt; althans hij wordt na het schot minder veranderd teruggevonden.

Niets zou spreker liever zijn, dan de proeven te nemen, waarop de heer Van Tuerenhout zooeven doelde, doch daartoe ontbreken hem de middelen. Hij had alleen, door de hulpvaardigheid van andere officieren, kunnen beschikken over ons geweer en onze munitie en heeft dus moeten roeien met de riemen die hij had.

De VOORZITTER houdt zich overtuigd dat, wanneer het een nuttigen arbeid geldt als dien van den heer Zegers, het Ministerie van Oorlog gaarne de gerezen zwaarigheid zal wegnemen. Aan dat departement wordt wel degelijk kennis genomen van den inhoud der verslagen van het Genuotschap.

De heer VAN DAM VAN ISSELT wijst op het onderscheid, dat er in deze bestaat tusschen ontbrandings- en verbrandingstemperatuur en blijft van gevoelen, dat de verbrandingsquaestie is uit te maken op de door hem aangegevene wijze, ondanks hetgeen de heer Zegers daartegen aanvoerde.

Spreeker heeft zich mede onledig gehouden met het schieten met kogels van hard-lood — 12 deelen lood en 1 deel tin — en gelooft, op grond zijner ervaring, te mogen uitspreken, dat ook uit een balistisch oogpunt de hard-looden kogel de voorkeur verdient boven dien van week-lood; die kogel vertoont duidelijk den indruk van de trekken, omdat het metaal, dat meer plastisch is, zich beter vormt naar het inwendige van den loop.

De heer VAN RIJEN deelt der vergadering mede, dat in Oostenrijk voor het Werndl-geweer bereids de hard-looden kogel is aangenomen.

De Voorzitter betuigt zijn bijzonderen dank aan de leden, die aan het debat deelnamen, en sluit daarna de bijeenkomst.

Namens het Bestuur:

De Secretaris,
F. E. L. A. ABEL.







