

BALLISTIEK SCHIETEN



DOOR SERGE OTTEVAERE & GUIDO VANDEVELDE
TRAINERS A PISTOOLSCHIETEN

Dit werkje heeft niet de pretentie alles te willen vertellen over munitie en herladen. Het heeft slechts tot doel enkele beschouwingen te formuleren over een stof, een wetenschap die zo uitgebreid is dat men er zijn hele leven kan aan wijden. De ballistiek is een toegepaste wetenschap, dat wil zeggen dat de ballistiek zich niet beperkt tot theoretische beschouwingen en berekeningen maar dat het in de werkelijkheid ook toegepast wordt. Om goed te zijn in ballistiek moet men goed zijn in alles want: de samenstelling van een propulsief kruit wordt bestudeerd in de scheikunde, de druk die bij de verbranding van het kruit in een gesloten ruimte gegenereerd wordt, volgt de wetten van de fysica. Om die druk te bevatten moet het wapen sterk genoeg zijn, hier komt de weerstand van materialen ter sprake. De hete gassen duwen het projectiel voort volgens de wetten van de thermodynamica. Eens uit de loop is het projectiel onderworpen aan verschillende krachten die beschreven worden in de natuurkunde. Wanneer het schieten gebeurt op grotere afstand dan spelen de meteorologische omstandigheden een belangrijke rol in de berekeningen. De hoogte boven de zeespiegel, de draaiende beweging van de aarde en andere aardrijkskundige elementen oefenen ook hun invloed uit. De geschiedenis leert ons de evolutie van wapens en munitie, terwijl iemand die aan het verkeerde eind van een kogelbaan staat best beroep doet op een specifiek gedeelte van de geneeskunde. Wapens hebben op gebied van de sociologie ook een rol gespeeld, denk maar aan de ware volksverhuizingen die het gevolg geweest zijn van oorlogen. En tenslotte heeft men het taalgebruik: wie heeft er nooit een “kemel” geschoten en wanneer is de kogel door de kerk?

In de volgende bladzijden volgen enkele bedenkingen over munitie en een greep uit de ballistiek.

Serge Ottevaere (Originele tekst, 1983)

Guido Vandeveldde (Bewerking tekst & Illustraties, 2013)

Hoofdstuk 1: DE MUNITIE.

1. De samenstelling van de munitie.

In de moderne munitie kunnen we volgende delen onderscheiden (zie fig. 1);

1. Het projectiel (la balle; the bullet)
2. De huls (la douille; the case)
3. Het kruit (la poudre; the powder)
4. Het slaghoedje (l'amorce; the primer)

Achtereenvolgens gaan we nu een korte beschrijving geven van de verschillende delen.



(<http://www2.huntercourse.com>)

Fig 1

2. Het projectiel (de kogel)

Het projectiel is dat deel van de munitie dat de loop verlaat en naar het doel vliegt. Aan welke eigenschappen moet dat projectiel nu voldoen om zijn taak optimaal te vervullen.

- 2.1. Het moet van het juiste kaliber zijn. Dat wil zeggen dat de buitendiameter van de kogel moet overeenkomen met de binnendiameter van de loop. Inderdaad, wanneer het projectiel te dik is, zal er een veel grotere druk nodig zijn om het door de loop te persen. Wanneer de doormeter van het projectiel te klein is, dan zal het projectiel wiebelend van de ene naar de andere kant botsen.
- 2.2. Het projectiel moet zwaar zijn. Hiermee bedoelt men niet dat men voor een wapen steeds het zwaarste projectiel moet nemen, maar dat als men twee projectielen heeft van dezelfde vorm en van dezelfde afmetingen, het zwaarste projectiel het best zal vliegen. Dit heeft te maken met de invloed van de wind. Inderdaad, iets dat zwaar is wordt minder gemakkelijk weggeblazen. Het beste materiaal dat hier voor gebruikt wordt is dus **lood** omdat het;
 - Goedkoop is.
 - Een hoog soortelijk gewicht heeft

- Gemakkelijk te bewerken is.

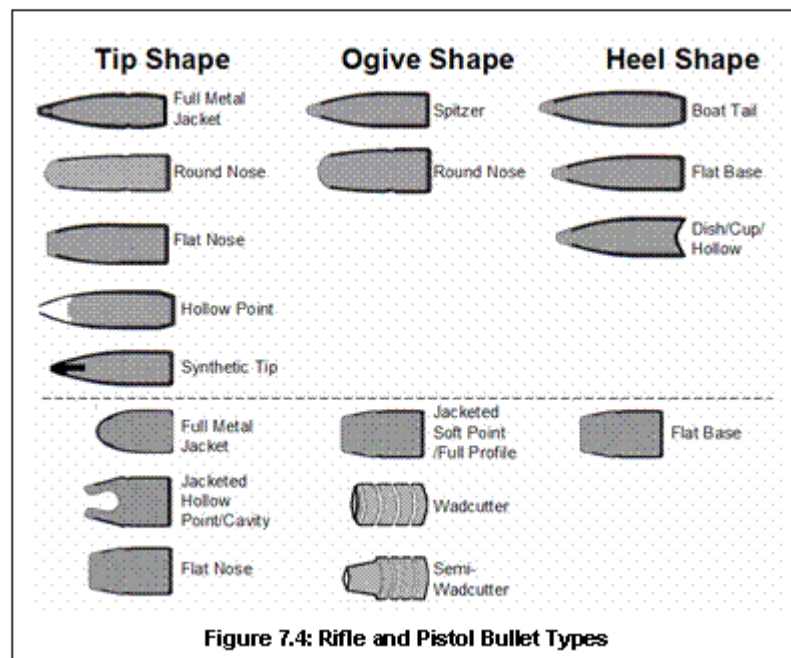
Maar lood heeft ook nadelen;

- Het is zacht en vervormt gemakkelijk
- Als lood zeer snel over een metalen oppervlak gewreven wordt, dan laat het een dunne laag lood achter, het “loodt” het metaal aan.
- Het smelt op lagere temperaturen en kan door invloed van hete gassen zodoende ook lood in de loop achterlaten.

Om deze nadelen te verhelpen kan men het lood bedekken met een laagje van een ander stof. Zo komt men tot ommantelde kogels. De stof van de mantel was traditioneel koper of een koperlegering (tombak, gliding metal). Heden wordt ook een soort van nylon gebruikt (nyclad).

2.3. Wanneer men een reeks projectielen heeft, dan moeten die uniform zijn: ze moeten eenzelfde vorm en gewicht hebben. Ze moeten ook dezelfde hardheid bezitten, zoniet dan zullen zij bij het verlaten van de loop andere banen volgen en zal mijn zijn invalspunten niet kunnen groeperen.

2.4. Tenslotte moet het projectiel nog voldoen aan enkele vereisten die gesteld worden door de inwendige, intermediaire, uitwendige en terminale ballistiek.



([HTTP://WWW.GUN-CLUB.NET](http://www.gun-club.net))

3. De huls.

De huls is een zeer belangrijk onderdeel van de hedendaagse munitie. Ze oefent een grote invloed uit op de kwaliteit van het schieten. Een eerste functie van de huls is de verschillende delen van de munitie samenhouden. Het is in feite de laatste verpakking van de munitie. Hieruit volgt dat de huls stevig moet zijn. Inderdaad als men hulzen heeft die snel vervormen, dan krijgt men die niet meer in het wapen en is het onmogelijk om te vuren. De meeste hulzen zijn gemaakt uit een legering die samengesteld is uit koper, tin en zink. In tijden van koperschaarste, zoals in de oorlogen, maakte men wel eens gebruik van ijzer. Bij de militaire oefenmunitie maakt men ook gebruik van nylon terwijl de Amerikaanse firma Smith & Wesson nu ook munitie met aluminium hulzen op de markt gebracht heeft onder de naam Blazer. De inhoud van de huls, het binnen volume, is ook bepalend voor de druk die in het wapen ontwikkeld wordt. Inderdaad: voor een bepaald hoeveelheid kruit en een bepaald projectiel zal een kleinere verbrandingskamer een hogere druk geven dan een grote verbrandingskamer. Het volume van de huls varieert naargelang de fabrikant en het lot van de hulzen. Daarom is het raadzaam de hulzen te sorteren volgens soort en fabrikant, dit om de meest uniforme resultaten te verkrijgen. De huls bepaalt ook welk type van slaghoedje kan gebruikt worden. Naargelang het wapen en de soort munitie komen hulzen voor in verschillende vormen. Voor de meest voorkomende vormen zie fig.2.

De huls houdt ook tijdens het vervoeren en het in de kamer brengen van het projectiel (de munitie) de top vast. Dit wordt verkregen door de elasticiteit van de huls: de veerkracht van de mond houdt het projectiel vastgeklemd. Nu, door het afwisselend afvuren en terug op maat brengen van de huls wordt het materiaal van de huls hard en broos. Het projectiel zal dus minder goed vastgehouden worden. Bij het afvuren van die munitie zal het projectiel dus rapper bewegen, wat voor gevolg heeft dat de druk lager zal zijn. Daarom is het van belang de hulzen niet alleen te sorteren naar maker en soort maar ook naar het aantal maal dat ze al afgevuurd zijn. Deze werking van de huls, dus dat broos worden zal er ook de oorzaak van zijn dat er scheurtjes komen in de nek dus dat de huls versleten is.

Een andere zeer belangrijke functie van de huls is het afsluiten van de verbrandingskamer. Inderdaad bij het afvuren van het schot wordt de huls tegen de wanden van de kamer en het voorste gedeelte van de kulas gedrukt. Hierdoor

kan er geen gas naar achter ontsnappen want dit zou een gevaar betekenen voor de schutter. De huls speelt hier dus de rol van "join-de-culasse".

Een laatste functie van de huls is het verwijderen van de resten van de munitie.

Na het afvuren van het schot blijven volgende zaken over : de resten van het slaghoedje, de huls, wat as van het kruit. De huls wordt door de uittrekker aan de rand vastgegrepen en uit de kamer getrokken. Om dit goed uit te voeren moet de rand hard en taai genoeg zijn. Zo kunnen we nu de huls beschouwen volgens hardheid;

- Het hoofd en de rand moeten hard genoeg zijn om een betrouwbare uitwerping te verkrijgen.
- Het lichaam en de schouder moeten zacht genoeg zijn om een goede afsluiting van de kamer te bekomen.
- De nek moet elastisch zijn om het projectiel goed vast te houden.

Het verslijten van de hulzen is dus niets anders dan het onder invloed van het opeenvolgend afvuren harder en brozer worden van de huls. Dit gaat zover tot er barsten ontstaan. De eerste barstjes ontstaan in de nek. Een dergelijke huls kan dus het projectiel niet goed meer vasthouden en wordt het best weggeworpen. Het proces van het hard worden hangt af van de volgende factoren:

- Het aantal maal dat de huls gebruikt werd.
- De aard van het materiaal van de huls: sommige hulzen gaan langer mee dan andere.
- De druk die in de huls ontstaat. Hoe groter de druk, hoe rapper dat de huls verslijt. Dus als men ertoe kan komen zijn munitie niet altijd tot het uiterste te laden dan zullen de hulzen veel langer meegaan.
- De aard van het wapen waarin de munitie afgevuurd werd. Het is algemeen gekend dat hulzen die afgevuurd werden in halfautomatische wapens niet zolang meegaan als hulzen die afgevuurd werden in revolvers of in enkelschot-pistolen. Dit is voornamelijk te wijten aan de ruwe behandeling die de huls ondergaat wanneer ze uit de kamer getrokken wordt en weggeslingerd op de grond. Men kan de leeftijd van de huls ook verlengen door ze goed te behandelen bij het herkalibreren. Dit wil zeggen door de huls eerst af te kuisen en ze goed in te vetten.

Tenslotte is het raadzaam de hulzen na het herladen wat af te kuisen en het vet te verwijderen zodat een goede werking in een halfautomatisch wapen verzekerd wordt.

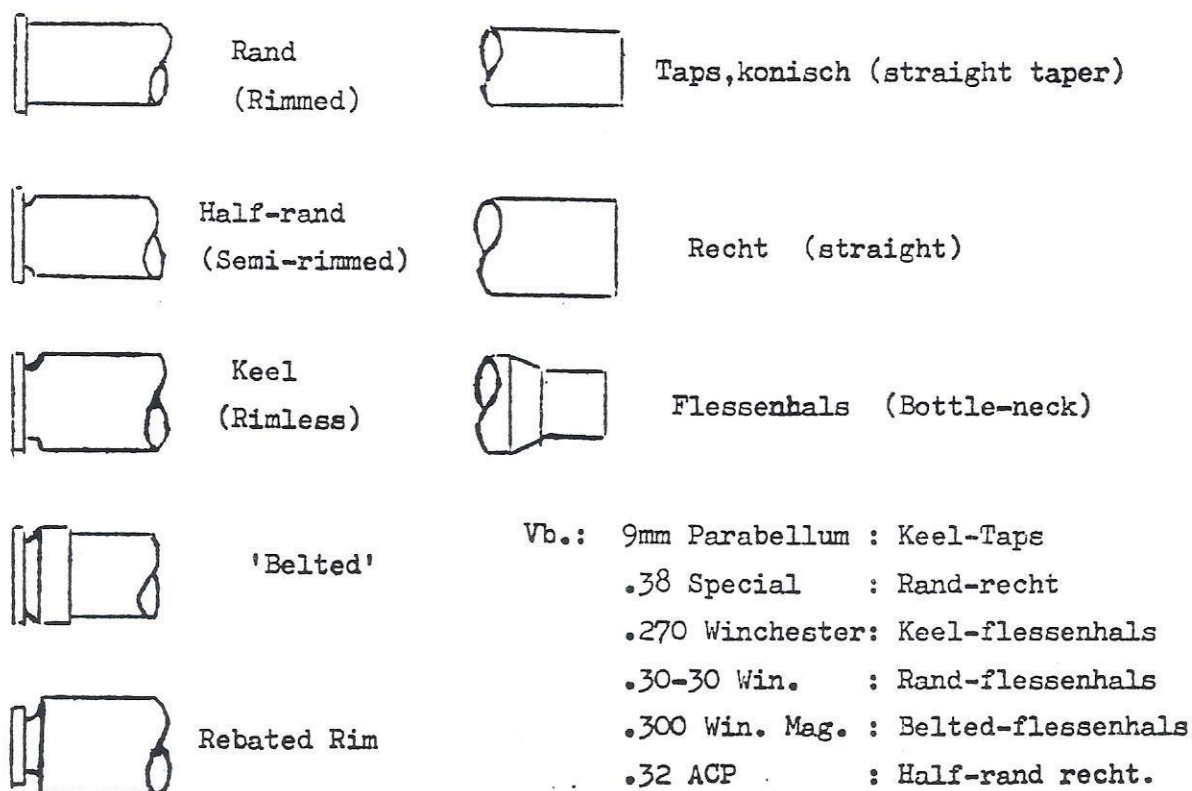
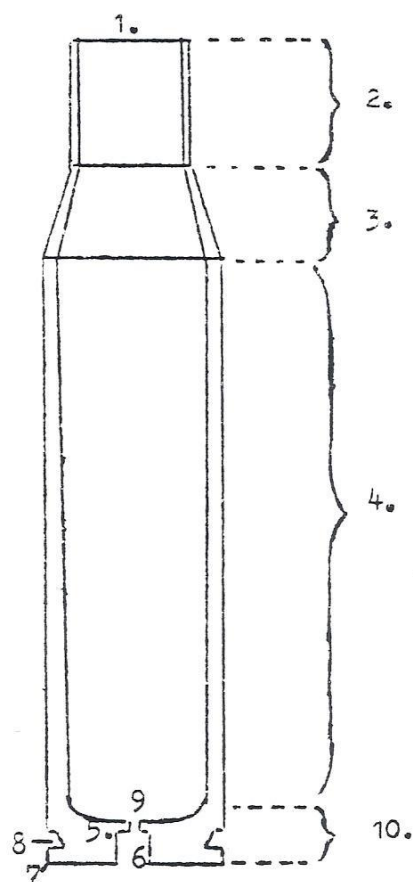


Fig 2



1. De mond (mouth)
2. De nek (neck)
3. De schouder (shoulder)
4. Het lichaam (body)
5. The 'Web'
6. Ligplaats voor het slaghoedje (primer pocket)
7. De rand (rim)
8. Uittrekgroef (extractor groove)
9. Het vlamgat (flash-hole)
10. Het hoofd (head)

Fig 3

4. Het KRUIT

Het principe van het afvuren van een kogel berust op het omzetten van energie. Om dit wat aanschouwelijk voor te stellen zullen we gebruik maken van de vergelijking met een verbrandingsmotor. Bij een motor wordt een mengsel van benzine en lucht in de cilinder gespoten. Door middel van een vonk, geleverd door de bougie, wordt het gasmengsel in brand gestoken. Door de verbranding komt er meer gas bij een hogere temperatuur vrij. De druk in de cilinder stijgt en de zuiger verplaatst zich onder die invloed. In een wapen gebeurt hetzelfde. Het kruit vervult hier de rol van de benzine. Het kruit is dus een vaste stof die door middel van een vonk, geleverd door een slaghoedje, omgezet wordt tot een hoeveelheid gas bij een hoge temperatuur. De druk bouwt zich op en het projectiel (de zuiger) verplaatst zich. Vroeger bestond er alleen zwart kruit. Dit zwart kruit (Black Powder) is een mengsel van salpeter, zwavel en koolstof. Het was een gemakkelijk ontvlambare stof met een beperkte energie (per gram verbrand zwart kruit kwam er weinig gas vrij).



([HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG](http://en.wikipedia.org))

Het zwart kruit had wel een zeer hoge verbrandingssnelheid. Het was echter ook zeer hygroscopisch d.w.z. dat het sterk water aantrok en onbruikbaar werd. Zwart kruit was dus verre van ideaal. Men moest echter wachten tot het einde van de negentiende eeuw totdat de scheikunde zover gevorderd was dat de productie van rookzwak kruit mogelijk werd. Men ontwikkelde de volgende kruitsoorten ;

- Enkelbasis kruit: dit kruit wordt gemaakt door het nitreren van katoen.



[HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG](http://en.wikipedia.org)

- Dubbelbasis kruit: bij deze verdere ontwikkeling wordt nitroglycerine bijgevoegd. Het kruit is er één met meer energie dan het enkelbasiskruit.

- Ball-powders: de nieuwste ontwikkeling. Deze kruitsoorten hebben dezelfde energie als de dubbel-basis kruitsoorten, maar werken op een lagere temperatuur.

Deze drie soorten kruit bestaan nog allemaal naast elkaar en hebben ieder hun eigen toepassing, hoewel de Ball-Powders meer en meer opgang maken. Dit is vooral te wijten aan een sterk vereenvoudigde productiemethode (PRB).



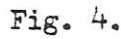
([HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG](http://en.wikipedia.org))

Aan welke eigenschappen moet een goed kruit nu voldoen?

- (1) De soortelijke energie moet groot zijn. Hieronder verstaat men dat zoveel mogelijk kruit moet omgezet worden in gas, zodat de druk verkregen door de verbranding van 1 gram kruit zo groot mogelijk is. Hieruit volgt automatisch ook de tweede vereiste.
- (2) Zo weinig mogelijk residu. Hoe meer as er overblijft, hoe minder kruit er omgezet werd in gas. Deze as (tot 35% bij zwart kruit) kan in het mechanisme van het wapen terechtkomen en zo haperingen veroorzaken.
- (3) Een zo laag mogelijke verbrandingstemperatuur. De temperaturen die ontstaan bij de verbranding van het kruit kunnen zo hoog zijn dat het metaal, in contact met het gas, beetje bij beetje wegbrandt. Dit komt vooral voor bij geweren en is een van de voornaamste oorzaken van het verminderen van de precisie.
- (4) Geen statische elektriciteit veroorzaken: kleine korrels of graantjes verwekken door wrijving elektriciteit zodat er bij ontladingen kleine vonkjes ontstaan. Deze zouden eventueel het kruit kunnen ontsteken. Om dit te voorkomen worden sommige kruitsoorten behandeld met grafiet (vandaar het zwart uitzicht van bijvoorbeeld de NORMA kruit soorten).
- (5) Waterafstotend zijn, vochtigheid maakt het kruit onbruikbaar.
- (6) Lang houdbaar zijn en dit zowel in de originele verpakking als in de geladen patroon zelf.

De belangrijkste eigenschap van het kruit is echter zijn verbrandingssnelheid. Dit is de snelheid waarmee het kruit omgezet wordt in gas. Deze snelheid is niet absoluut te meten, men kan alleen verschillende kruiden met elkaar vergelijken en zo komen

Fig. 4.



De vorm van de kruitkorrels kan variëren:

- De korrels kruit die gebruikt worden voor geweerkogels zijn over het algemeen veel groter dan deze die gebruikt worden bij het herladen van pistool en revolverkogels.

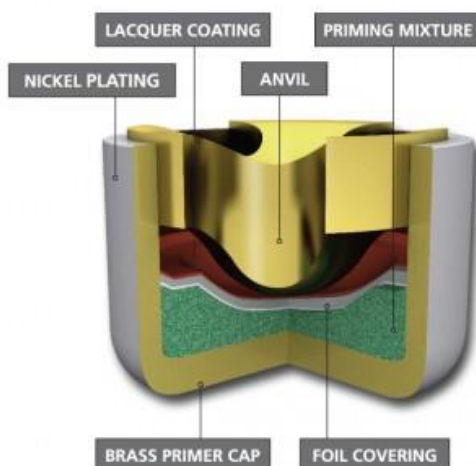
5. Het SLAGHOEDJE

Het slaghoedje speelt voor de kogel dezelfde rol als de bougie voor de verbrandingsmotor. Het kruit wordt ontstoken door de vlam van het slaghoedje. Men zou nu kunnen denken dat de vlam die geleverd wordt door een slaghoedje ongeveer even groot is als de vlam geleverd door een lucifer. Niets is echter minder waar: een slaghoedje geeft een zodanige vlam (op hogere temperatuur), dat de ganse huls gevuld wordt met vuur. Dit heeft belang bij het ontsteken van het kruit. Stel dat er slechts een kleine vlam geleverd wordt, dan zal er slechts één gedeelte van het kruit ontstoken worden. Als men nu schiet met target-ladingen (lichte ladingen voor het schijfschieten) dan kan het goed zijn dat het kruit tegen de top ligt, het kan ook zijn dat het kruit uit zich tegen het slaghoedje bevindt. In het eerste geval zal de ontsteking minder goed gebeuren dan in het tweede geval. Dit komt de juistheid van het vuur zeker niet ten goede. Daarom zou het ideaal zijn als iedere korrel kruit op hetzelfde moment in brand gestoken werd. Dit kan alleen gebeuren als er vuur komt bij iedere korrel, en dit is alleen mogelijk als de vlam de ganse ruimte van de huls vult.

Hoe werkt zo'n slaghoedje nu? Wel, een slaghoedje zet onder invloed van een mechanische actie (de beweging van de slagpin) een chemische stof om in thermische energie (de vlam). Het principe is het zelfde als dat van de klapperpistooltjes uit onze kinderjaren. Het essentieel element is een bepaalde stof die zich onder invloed van een schok omzet in energie (verbrandt).

Dus: Chemische stof + Mechanische klop = As + Warmte (vlam)

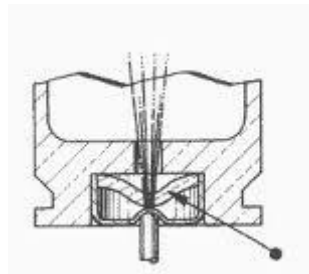
In het algemeen ziet een slaghoedje er als volgt uit:



([HTTP://WWW.RUAG-USA.COM](http://www.ruag-usa.com))

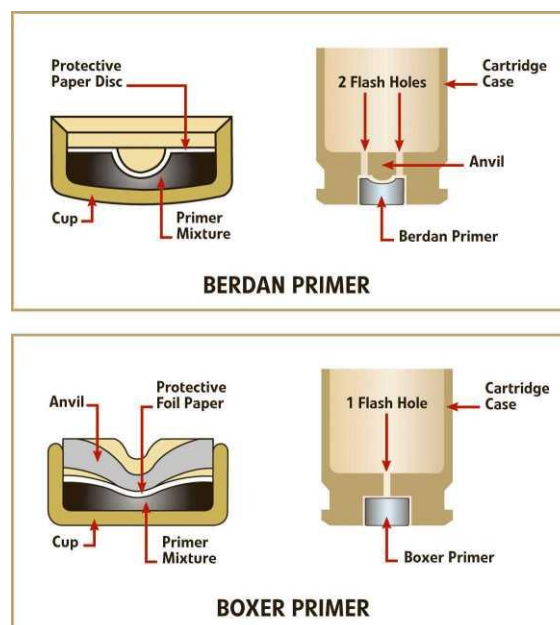
1. Een metalen potje dat de verschillende delen samenhoudt en waar de slagpin op slaat. (cap)
2. De chemische stof (primer compound or mixture)
3. Een schijfje om de chemische stof te beschermen tegen de vochtigheid (Foil covering + coating)
4. Het aambeeld, een metalen vormpje (anvil)

De werking : als de slagpin op het metalen potje (primer cup) slaat dan wordt de chemische stof geplet tussen het metalen potje (1) en het aambeeld (4). Door die schok zet de chemische stof zich om en levert een vlam die via het vlamgat in het lichaam van de huls komt en het kruit ontsteekt.

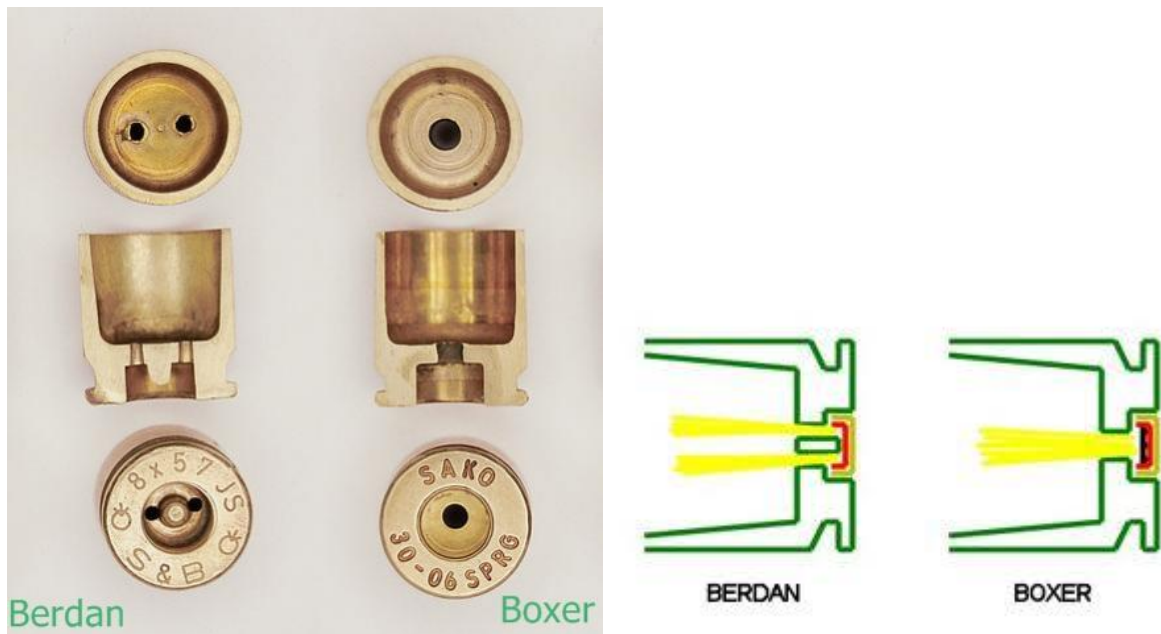


([HTTP://CARTRIDGECOLLECTORS.ORG](http://cartridgecollectors.org))

In de loop der geschiedenis hebben er zich twee type's van slaghoedjes ontwikkeld. Beide worden ze naar hun uitvinder genoemd.



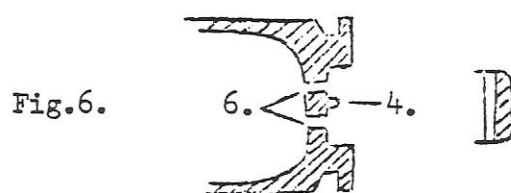
[HTTP://WWW.PAKGUNS.COM](http://www.pakguns.com)



([HTTP://WWW.PAKGUNS.COM](http://www.pakguns.com))

1. BERDAN.

Hiram Berdan was een Amerikaanse uitvinder die het volgende systeem ontwierp.



6 = vlamgat (Flashholes)

4 = Aambeeld (Anvil)

We zien dat hierbij het aambeeld een deel is van de huls en de vlam door twee kleine gaatjes in het lichaam van de huls gebracht wordt. Dit type wordt veel gebruikt in de Europese munitie en is niet zo geschikt om te herladen als het Boxer-type.

2. BOXER.

De Europese uitvinder BOXER vond echter enkel een afzetmarkt in Amerika. Een Boxer slaghoedje heeft een inwendig aambeeld. De huls heeft één centraal gelegen vlamgat. Dit systeem wordt vandaag meer en meer gebruikt. Het boxer type is het meest geschikt om te herladen. Om het gebruikte slaghoedje te verwijderen volstaat het een fijn staafje in de huls te brengen en door het vlamgat het slaghoedje uit zijn ligplaats te duwen. Bij het Berdan systeem moet het slaghoedje er langs achter uitgepeuterd worden, ofwel hydraulisch verwijderd.



([HTTP://WWW.MARPLERIFLEANDPISTOLCLUB.ORG.UK](http://www.marplerifleandpistolclub.org.uk))

Er bestaan ook verschillende types van slaghoedjes. wij zullen ons hier beperken tot deze van het Boxer-type.

(1) Klein handvuurwapen (Small Pistol)

Dit is de gewone soort die gebruikt wordt voor de 38 Spec. en de 9 mm Parabellum.

(2) Klein handvuurwapen (Small Pistol Magnum.)

Deze hebben dezelfde afmetingen als (1) doch geven een langer durende en warmere vlam.

(3) Groot handvuurwapen (Large Pistol)

Dit is het slaghoedje voor wie grotere handvuurwapenhulzen zoals .45 ACP, .44 Magnum en .45 Long Colt.

(4) Groot handvuurwapen Magnum (Large Pistol Magnum)

zelfde opmerking als (2).

(5) Klein geweer (Small Rifle)

Voor de kleinere geweerpatronen. Deze hebben een dikker metalen potje dan (1) omdat er gewoonlijk hogere drukken gegenereerd worden in geweerkogels dan in revolver- en pistool kogels. De buitenafmetingen zijn dezelfde als in (1).

(6) Klein geweer Magnum (Small Rifle Magnum)

- (7) Groot geweer (Large Rifle)
- (8) Groot geweer Magnum (Large Rifle Magnum)
- (9) Bench Rest Small
- (10) Bench Rest Large

Nrs.9 en 10 zijn de gewone slaghoedjes voor het geweer die echter zeer precies vervaardigd zijn, voor het precisie schieten met steun.

Een slaghoedje dient altijd met de nodige voorzorgen behandeld te worden gezien het, het gevaarlijkste element is bij het herladen. Men doet er best aan altijd zijn ogen te beschermen (door een bril bij voorbeeld.). Slaghoedjes moeten ook steeds in hun originele verpakking gelaten worden tot het verbruik. Men mag ze zeker niet al samen in een potje gieten want eenmaal schudden kan voldoende zijn om de boel te doen ontploffen. Slaghoedjes dienen ook steeds droog bewaard te worden.

Hoofdstuk 2: Indeling van de BALLISTIEK

De ballistiek is de studie van de fenomenen die optreden bij het schieten in het algemeen, men kan de ballistiek onderverdelen in vier grote stukken:

1) De inwendige ballistiek.

Dit gedeelte handelt over alles wat gebeurt in het wapen, dus vanaf het ogenblik dat de actie op de trekker de slagpin op het slaghoedje doet vallen tot het moment dat het projectiel het einde van de loop bereikt heeft.

2) De intermediaire ballistiek.

Deze beschrijft wat er gebeurt op het moment dat het projectiel de loop verlaat. In tijdspanne gerekend, is dit het kortste gedeelte, doch het belang van dit onderdeel mag zeker niet geminimaliseerd worden.

3) De uitwendige ballistiek.

De uitwendige ballistiek geeft ons een beschrijving van wat er gebeurt met het projectiel tijdens zijn vlucht na het verlaten van de loop tot zijn aankomst op het doel.

4) De terminale ballistiek.

Dit gedeelte handelt over wat het projectiel ondergaat op het doel. Dit is vooral voor militairen en jagers belangrijk. In het geval dat het doel een levend wezen is, bepaalt de terminale ballistiek van het projectiel of het gedood of verwond wordt.

Elk onderdeel zal nu apart besproken worden.

Hoofdstuk 3: De INWENDIGE BALLISTIEK.

Om goed de inwendige ballistiek te begrijpen moet men begrijpen dat er een relatie bestaat tussen het volume, de druk en de temperatuur onderling. Als men een gesloten geheel beschouwd dan zal een toename van het volume een vermindering van de druk met zich mee brengen en een vermindering van het volume zal de druk doen stijgen. Als illustratie denkt men maar aan de fietspomp waar men door het indrukken van een zuiger de druk in de band doet stijgen.

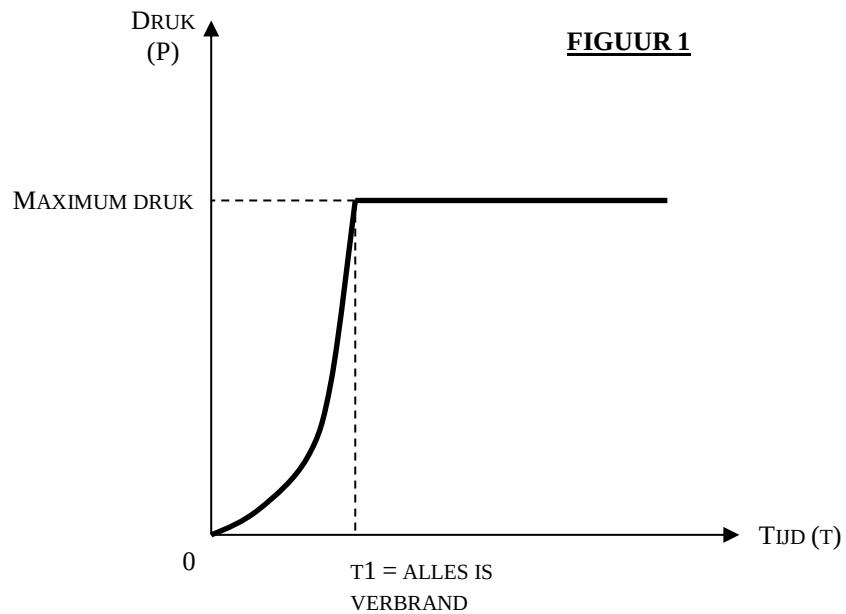
Als men bij een constant volume de temperatuur doet stijgen dan zal de druk toenemen. Denk maar aan de snelkookpan (Presto-Pot). Bij de inwendige ballistiek kan men althans voor een eerste benadering de temperatuur buiten beschouwing laten.

1. Veronderstellen we eerst dat we een wapen hebben met een loop zonder opening op het einde. Dus zodanig geconstrueerd dat er bij het afvuren niets kan ontsnappen. We hebben

ook munitie met een bepaalde hoeveelheid kruit. Het kruit heeft in alle gevallen dezelfde soortelijke energie maar het verschilt door de verbrandingssnelheid.

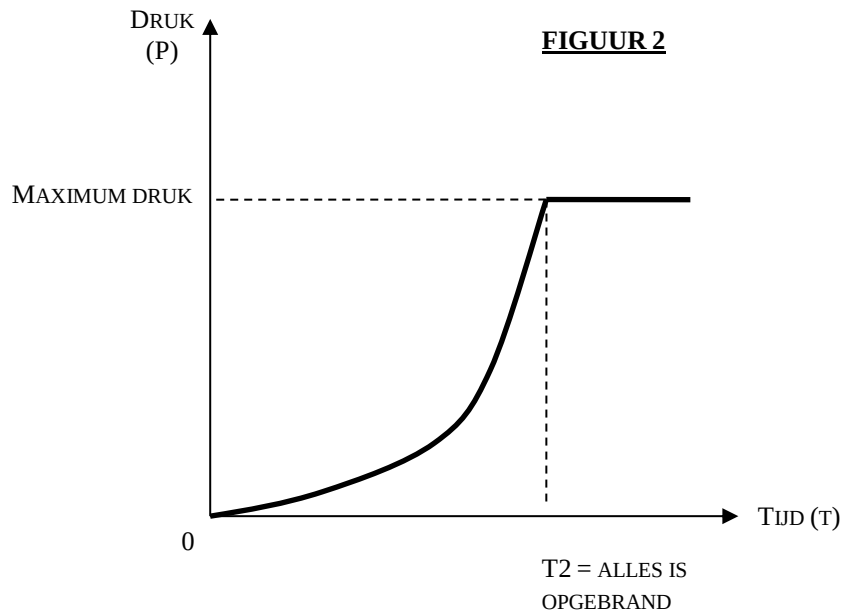
a) Eerste geval :

Een snel brandend kruit. Het kruit verbrandt zeer snel en het bruikbare gedeelte is zeer snel omgezet in gas. De druk loopt zeer snel op. Druk



b) Tweede geval:

Een veel trager brandend kruit geeft volgende weergave:

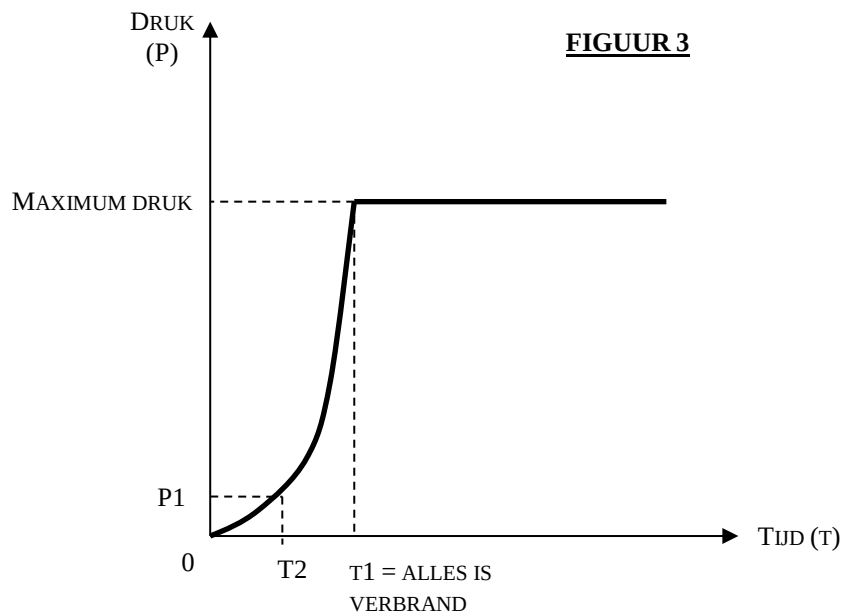


Wat zien we: bij het traag brandend kruit wordt het maximum druk later bereikt maar gezien alleen de verbrandingssnelheid verschilt blijft de maximum druk identiek.

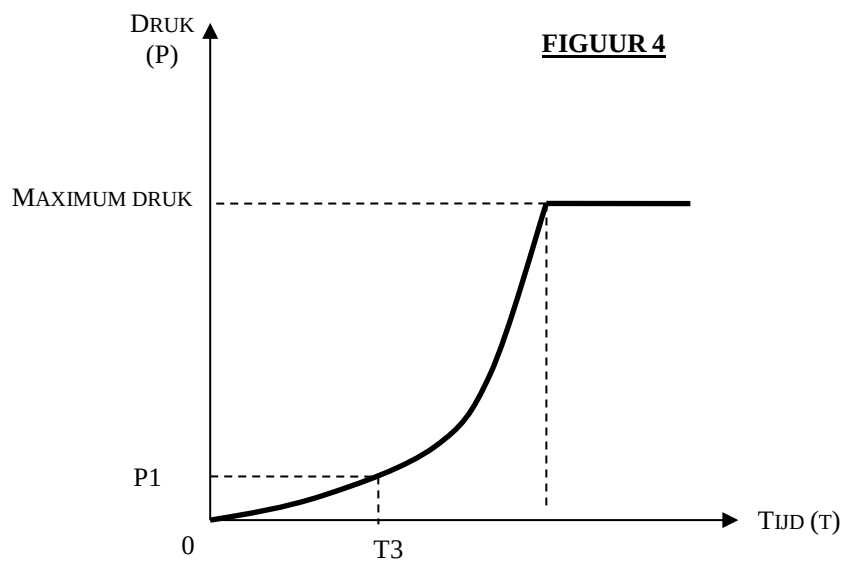
2. Beschouwen we nu anderzijds een loop, met daarin een projectiel.

We kunnen het projectiel in de loop te bewegen (bijvoorbeeld door het vooruit te duwen door middel van een staafje). We moeten een zekere druk uitoefenen alvorens het projectiel beweegt. Het is altijd dezelfde druk voor hetzelfde projectiel in dezelfde loop. Als we nu de druk die nodig is om het projectiel te bewegen p_1 noemen en we beschouwen terug de twee gevallen van hier boven dan zien we

a) Bij snelbrandend kruit



b) Bij traagbrandend kruit

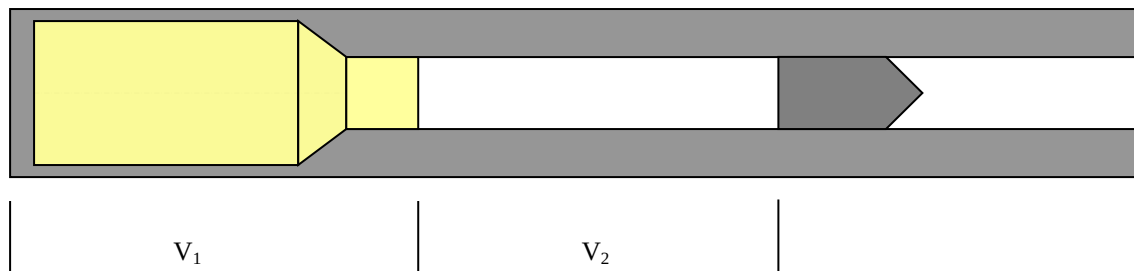


Bij het snelbrandend kruit zal het projectiel zich al gaan bewegen op het tijdstip T_2 , terwijl bij het traag brandend kruit dit pas zal gebeuren op het tijdstip T_3 .

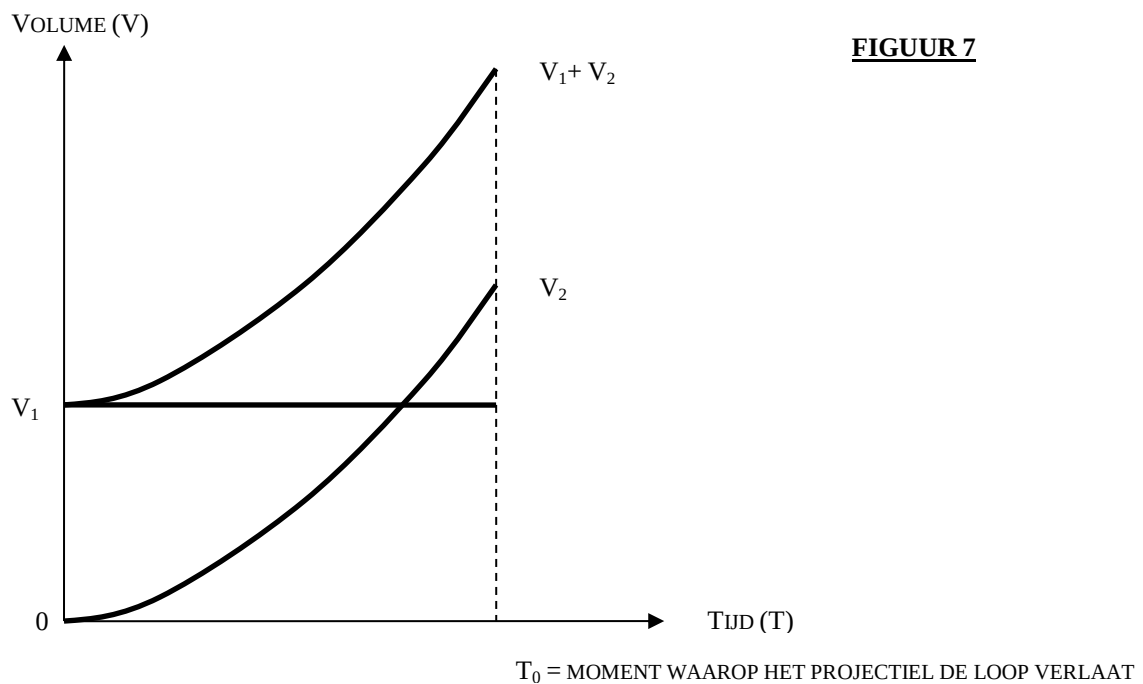
DUS VOOR EENZELFDE TOP IN EENZELFDE LOOP: HOE SNELLER BRANDEND HET KRUIT, HOE SNELLER DE TOP ZICH IN BEWEGING ZET.

3. Als een projectiel zich verplaatst in de loop dan neemt het volume toe. Het volume achter het projectiel bestaat uit;
- Het inwendige volume van de huls (V_1)
 - Het volume vrij achter het projectiel in de loop (V_2)

FIGUUR 5



Het inwendige volume van de huls blijft praktisch constant. Maar het projectiel verplaatst zich in de loop, dus het volume V_2 neemt toe. We kunnen die in een grafiek voorstellen:

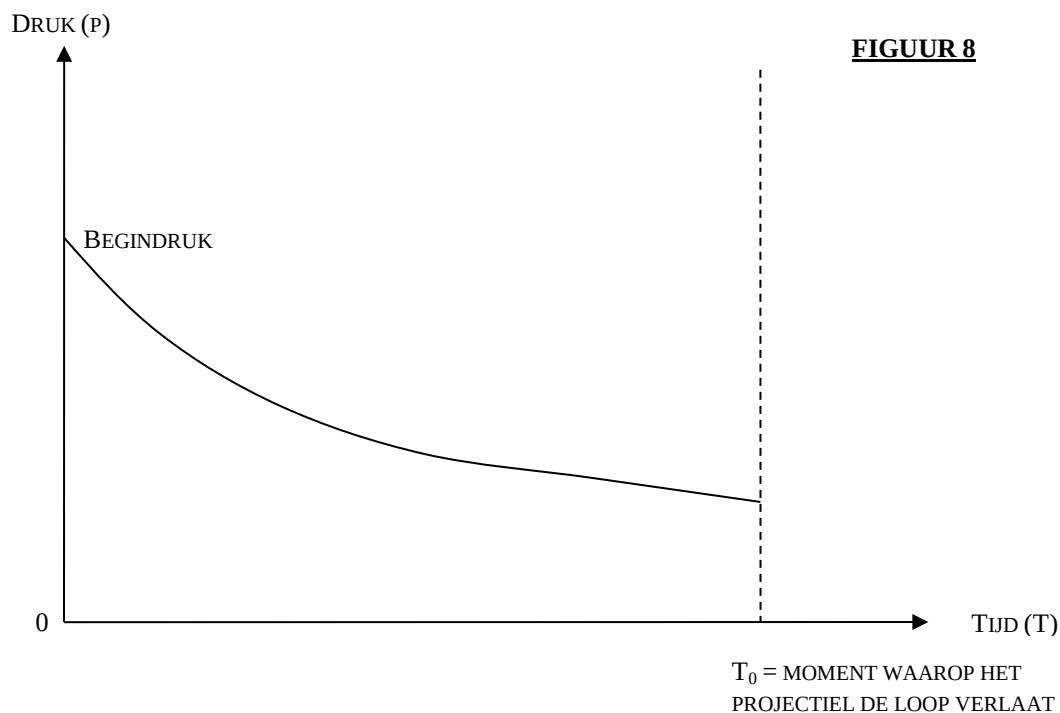


We zien dus dat het volume blijft stijgen vanaf het moment dat het projectiel zich begint te bewegen totdat het projectiel de loop verlaat. Hoe snel het volume stijgt, hangt of van de

snelheid van het projectiel en van het kaliber van het projectiel. Hoe sneller dat het projectiel zich verplaatst in de loop, hoe sneller dat er meer volume vrijkomt achter het projectiel. Hoe groter het kaliber hoe meer ruimte er vrij komt achter het projectiel.

Als we nu beschouwen dat er zich achter het projectiel een zekere druk bevindt dan zal die druk afnemen als het volume achter het projectiel verhoogt. **Hoe sneller het volume verhoogt, hoe sneller de druk zal afnemen.**

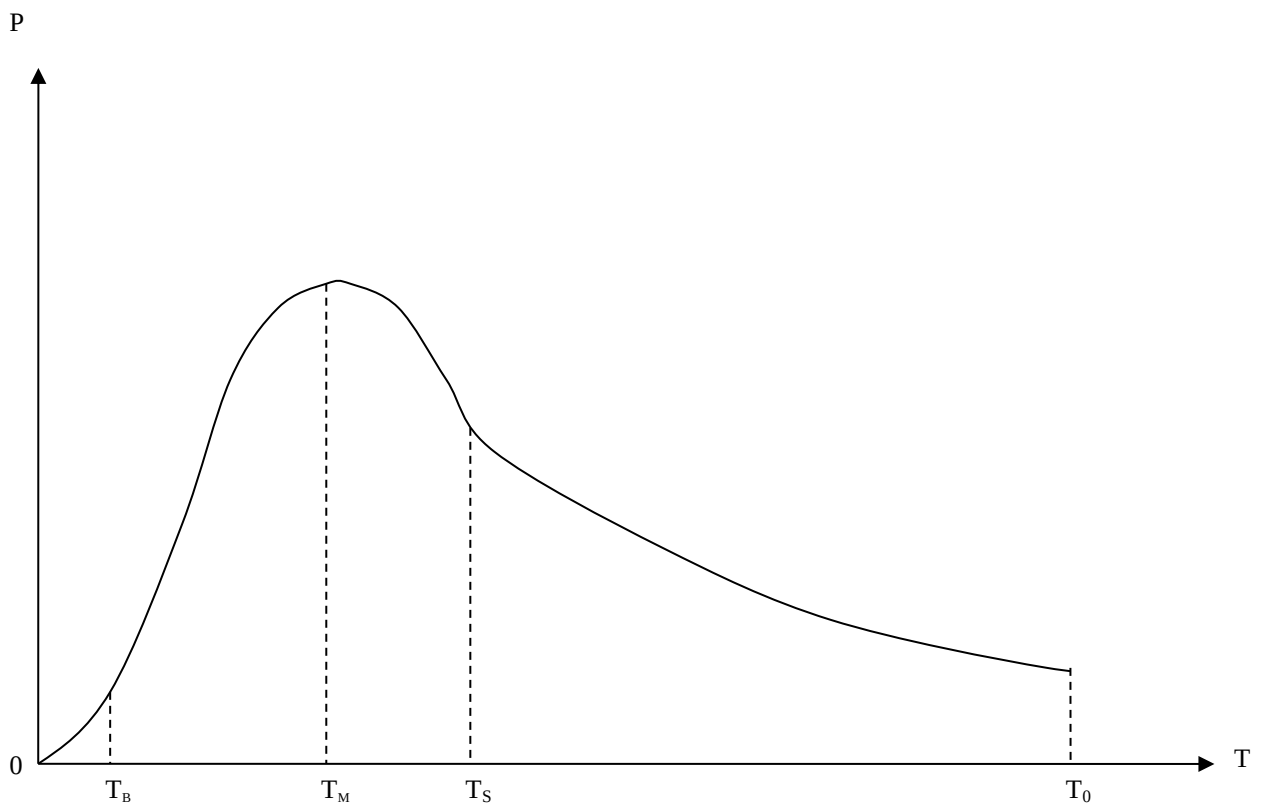
Dus de druk neemt af onder invloed van de volumevergroting. Als we dat nu voorstellen in een curve zien we dat



Laten we dat nu eens samenvatten: we hebben enerzijds de druk (p) die stijgt onder invloed van de verbranding van het kruit en anderzijds de druk (p) die zal dalen onder invloed van de volumevergroting op het moment dat het projectiel zich zal beginnen te verplaatsen.

Als we die twee invloeden nu samenstellen in een grafiek krijgen we het volgende

FIGUUR 9



We kunnen hier verschillende delen in onderscheiden:

a) Van 0 tot T_B :

De druk wordt opgebouwd maar is nog niet voldoende om het projectiel in beweging te zetten. Gedurende deze tijdspanne blijft de patroon dus een geheel.

b) Op T_B :

Het projectiel begint te bewegen, dus het volume achter het projectiel begint te vergroten.

c) Van T_B tot T_M :

Het kruit blijft verder verbranden en de druktoename die daardoor ontstaat is: nog altijd groot genoeg om de drukvermindering te wijten aan de volumevergroting te compenseren en zelfs nog een overschot te hebben.

d) Van T_M tot T_S :

De volumetoename achter het projectiel gebeurt zo snel dat de totale druk gaat dalen niet tegen staande dat er nog steeds gas geproduceerd wordt door het verbranden van het kruit.

e) Op T_S :

Is alle kruit verbrand.

f) Van T_S tot T_0 :

Het projectiel. Beweegt verder, het volume erachter neemt toe en de totale druk neemt verder af.

De snelheid dat een projectiel bereikt is ook afhankelijk van de druk en wel zo:

er bestaat een verband tussen de versnelling en de druk.

Dit verschijnsel is volledig conform met de wet van NEWTON die zegt dat:

$$F = m \times a$$

Een kracht (F) is gelijk aan een massa (m) maal een versnelling (a)

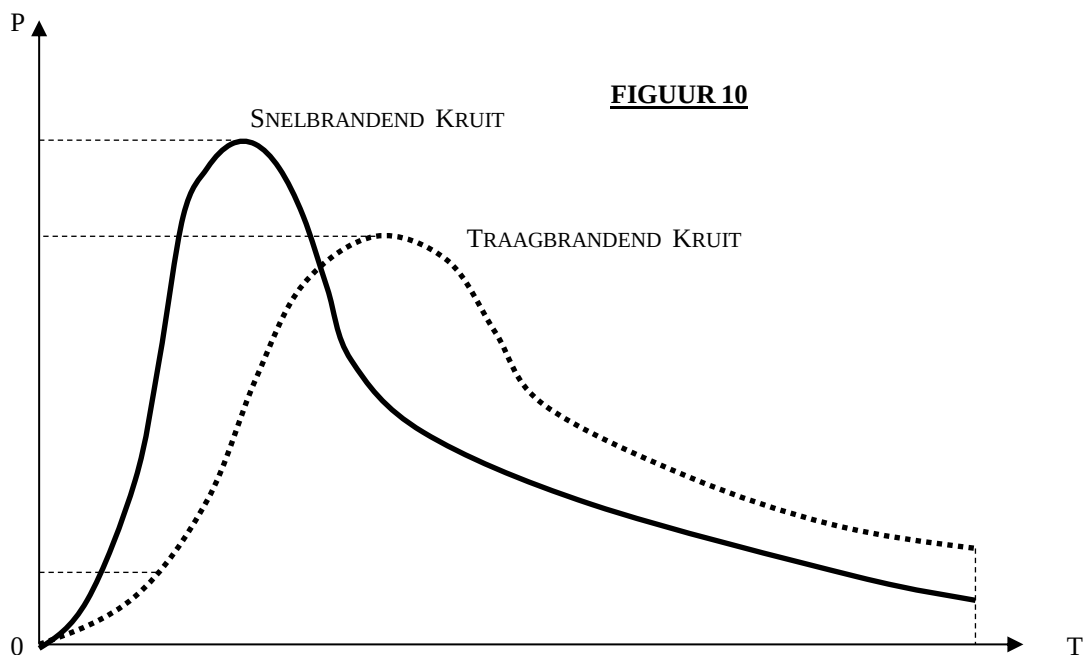
De kracht waar we het hier over hebben is de druk die door de gassen uitgeoefend wordt op de achterzijde van het projectiel.

De massa, is het projectiel zelf.

De versnelling is het resultaat dat aan het projectiel overgedragen wordt.

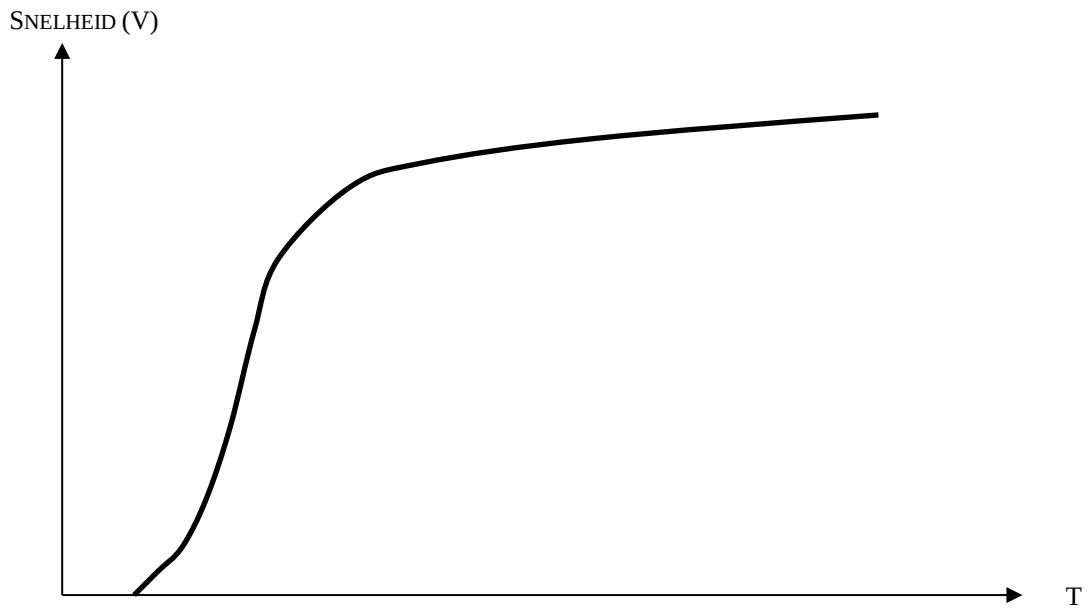
4. HOE GROTER DE DRUKTOENAME HOE GROTER DE VERSNELLING.

Aanschouwelijk voorgesteld betekent dat: hoe steiler de kromme van de druk naar boven gaat, hoe sneller dat de snelheid toeneemt.

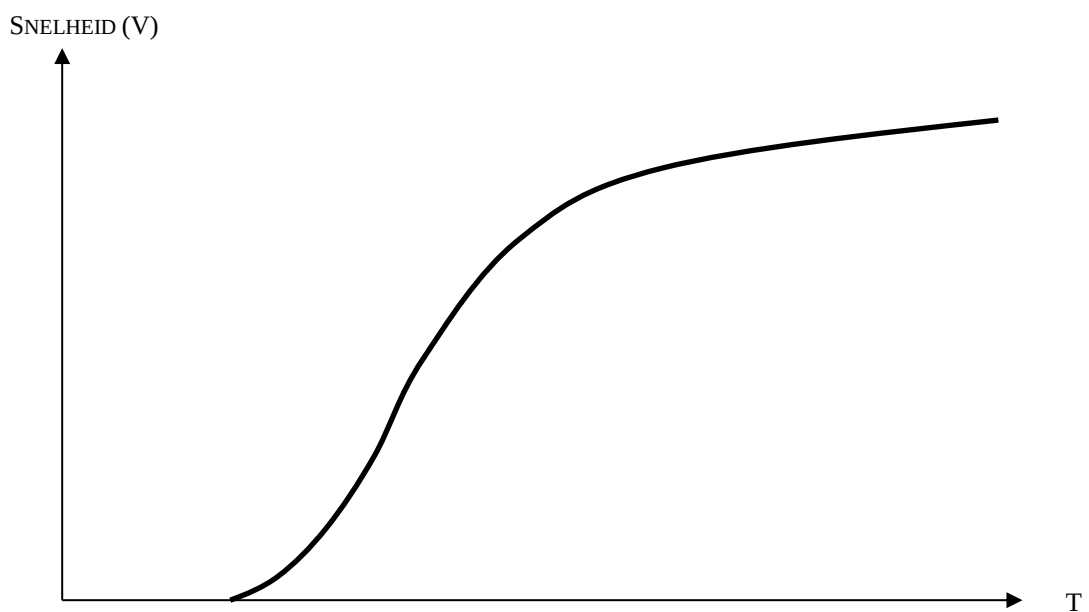


De grafieken geven duidelijk het verschil weer tussen de drukkrommes van snel- en van traagbrandend kruit. Iedere kromme zal zijn invloed hebben op de versnelling.

Snel brandend kruit.



Traag brandend kruit.



We zien dat met een traag brandend kruit het projectiel geleidelijker op snelheid komt. Bij snelbrandend kruit is het alsof het projectiel een korte klop krijgt terwijl het projectiel bij

trager brandend kruit op snelheid geduwd wordt.

5. We gaan nu eens na wat de factoren zijn die de druk beïnvloeden.

a) Het kruit.

- i) Als we meer kruit in de huls doen dan zal de druk bij ontbranding natuurlijk stijgen want er worden meer gassen gevormd als er meer kruit verbrand wordt.
- ii) Snel brandend kruit geeft gewoonlijk een hogere druk af dan een zelfde hoeveelheid traag brandende kruit, voor zover de samenstelling (energetische waarde) gelijk is.
- iii) De begintemperatuur speelt ook een rol. Een begintemperatuur van 50°C in plaats van 10°C, zal een hogere druk met zich brengen.
- iv) Hoe meer plaats het kruit heeft, hoe lager de druk zal zijn. Een hoeveelheid kruit in een grote huls zal een lagere druk afgeven dan dezelfde hoeveelheid van eenzelfde kruit in een kleine huls.

b) Projectielen.

- i) Een zwaarder projectiel zal voor een hogere druk zorgen.
- ii) Hoe meer contact een projectiel maakt met de loop hoe hoger de druk zal zijn. Dus zelfs projectielen van eenzelfde gewicht en van eenzelfde kaliber kunnen daarin verschillend zijn. Tonvormige projectielen, zoals wadcutter geven hier de hoogste druk af.
- iii) Het materiaal waaruit het projectiel gemaakt is, zal ook een rol spelen. Glijdt het materiaal gemakkelijk over staal? Is het goed gesmeerd? Vervormd het materiaal gemakkelijk, zoals lood?

c) Hulzen.

Hoe kleiner de inhoud van een huls is hoe groter de gegenereerde drukken zullen zijn. We spreken hier natuurlijk over hulzen van een zelfde kaliber. Zie ook punt 8. a. iv hierboven.

d) Slaghoedjes.

Wanneer men van het ene merk slaghoedje naar het andere overstapt dan zal de druk praktisch zeker gewijzigd worden in een niet vooraf te bepalen zin.

- i) Het gebruik van magnum slaghoedjes in de plaats van gewone zal de druk ook doen stijgen.
- ii) In dezelfde zin is het ook niet aangeraden om gewerslaghoedjes te gebruiken in plaats van revolverslaghoedjes en dit omdat er geen zekerheid bestaat dat de slagpin voldoende energie zal hebben om steeds voor een zekere ontsteking te zorgen.
- iii) Gewerslaghoedjes geven ook een hetere vlam en zorgen zodoende voor een vluggere ontsteking en hogere drukken zorgen.

e) De afmetingen van de kamer en de loop.

Ieder wapen is verschillend. Zelfs twee wapens van hetzelfde merk en type en met opeenvolgende serienummers zullen een verschil geven. Gewoonlijk is het wapen met de kleinste kamer en loopdoorsnede die de hoogste drukken zal geven als de munitie identiek is.

f) De totale lengte van de munitie.

De totale lengte van de patroon moet binnen bepaalde perken blijven, dit om twee dingen te verzekeren.

- i) Dat er een soepele voeding is van de kamer van het wapen. Dus dat de patroon gemakkelijk, zonder te haperen van de lader in de kamer geduwd wordt.
- ii) Dat het projectiel niet tegen de trekken geduwd wordt. Inderdaad om het projectiel te stabiliseren in zijn vlucht heeft men aan de binnenkant van de loop groeven in de vorm van een schroefdraad aangebracht. Deze groeven (trekken genaamd) zorgen ervoor dat het projectiel draait om zijn as en door het gyroscopisch effect gestabiliseerd wordt. Die trekken beginnen iets voorbij de kamer. Er is nu een verschil tussen het geval dat het projectiel al beweegt als het in de trekken komt enerzijds, en het geval dat de top, door de lengte van de patroon, tegen de trekken geduwd wordt bij het inbrengen in de kamer. In het tweede geval (dat waar het projectiel te ver uitzit) zullen de drukken veel hoger liggen dan in het geval waar de patroon de normale lengte heeft. Test heeft echter uitgewezen dat de nauwkeurigheid maximaal is als het projectiel juist de trekken raakt (dit moet per wapen en per soort top uitgemaakt worden).
- iii) Als het patroon te kort is (top zit dieper dan normaal), zal er minder ruimte zijn voor het kruit met als gevolg dat de drukken ook zullen stijgen.

g) De lengte van de huls.

Door het herhaaldelijk gebruik zal de huls langer worden (namelijk door het herhaaldelijk afvuren en van herkalibreren). Het kan zelfs zo ver komen dat het voorste gedeelte van de nek in de trekken geperst wordt. In dit geval zal de samen genepen voorkant van de huls de rol gaan spelen van krimp. Dit zal de druk ook doen stijgen.

h) De krimp.

Onder krimp wordt verstaan het lichtjes samen nijpen van de nek van de huls om zo het projectiel beter vast te houden.

i) Het aanbrengen van een krimp zal de druk doen stijgen.

ii) Wanneer is een krimp nodig? Een krimp is alleen nodig in de gevallen waar het gevaar bestaat dat de top onder invloed van een verplaatsing of onder invloed van de terugslag zich zal verplaatsen en ofwel dieper in de huls zal komen te zitten ofwel volledig uit de huls zal loskomen.

In de praktijk komt dit neer op munitie voor halfautomatische wapens en op munitie die tot het maximum geladen is. Het kan ook zijn dat voor wapens waarvan de lader zich onder de loop bevindt (zoals verschillende Winchester en Marlin geweren) een krimp gewenst is omdat de kogels in de lader in elkaars verlengde op elkaar rusten en zo kracht uitoefenen op de projectielen.

6. Praktische voorbeelden.

Om nu een beeld van deze veranderingen te geven kunnen we ons baseren op de brochure die door de kruitfabrikant VIHTAVUORI uitgegeven is. (Kemira Oy Vihtavuori Works SF-41330 VIHTAVUORI FINLAND)

Aan de hand van voorbeelden worden hier enkele veranderlijken uit de inwendige ballistiek behandeld.

a. 1-ste geval:

kaliber : .308 Winchester (7,62 NATO)

top : 9,6 gram

kruit : N140, gewicht 2,91 gram

Maximum druk $P_{\max}$: 360 MPa (Mega Pascal)

V_0 : 860 m/s (Mondingssnelheid)

Welke is de druk en de snelheid als het gewicht aan kruit verminderd wordt tot 2,78 gram?

Om de veranderingen te weten moeten we teruggrijpen naar een tabel om de relatieve coëfficiënten te weten:

<i>Factor</i>	<i>Verandering</i>	<i>Verandering mondingsnelheid</i>	<i>Verandering druk</i>
Gewicht top	+10%	-4%	+8%
Gewicht lading	+10%	+8%(1)	+20%
Temperatuur kruit	+10%	+2%	+4%
Volume huls	+10%	-3%	-13%

De verandering in kruit wordt: $2,78 \text{ g} - 2,91 \text{ g} = -0,13 \text{ g} = -4,5\%$

De verandering in snelheid wordt; $\frac{-4,5}{10 \times 100} \times (+8) (1) \times 860 \text{ m/s} = -31 \text{ m/s}$

DE VERANDERING IN DRUK WORDT; $\frac{-4,5}{10 \times 100} \times (+20) (2) \times 360 \text{ MPa} = -32 \text{ MPa}$

b. **Welke is de druk en de mondingsnelheid als de druk verhoogd wordt tot 11 gram?**

De verandering in gewicht van de top is; $11 \text{ g} - 9,5 \text{ g} = +1,5 \text{ g} = +15,8\%$

De verandering in snelheid: $\frac{+15,8}{10 \times 100} \times (-4) \times 860 \text{ m/s} = -54 \text{ m/s}$

DE VERANDERING IN DRUK WORDT: $\frac{+15,8}{10 \times 100} \times (+8) \times 360 \text{ MPa} = +46 \text{ MPa}$

- c. **Welke zullen nu de veranderingen zijn in de mondingsnelheid en de druk als beide modificaties terzelfder tijd uitgevoerd worden. Enerzijds het verminderen van de lading kruit naar 2,73 gram kan anderzijds gebruik maken van een zwaardere top namelijk een van 11,0 gram.**

Verandering $V_o = (-31) + (-54) = -85 \text{ m/s}$

Dat geeft voor $V_o = 860 - 85 = 775 \text{ m/s}$

Verandering druk $P = (-32) + (+46) = 14 \text{ Mpa}$

P_{max} wordt dan: $360 \text{ MPa} + 14 \text{ MPa} = 374 \text{ MPa}$

Om nu na te gaan of deze berekeningen met de werkelijkheid overeenstemmen worden een reeks proefnemingen gedaan die de omstandigheden van de testen weergaven.

Empirisch kwam men tot de volgende resultaten:

CALIBER: .308 WINCHESTER

kruit: N140, gewicht: 2,78 gram

top: 11,0 gram

V_o : 795 m/s

P_{MAX} : 360 MPa

We zien dat de berekeningen een negatiever beeld geven dan de testen (lagere mondingsnelheid en grotere druk). Dit is vooral te wijten aan het feit dat er veel veranderlijken niet in de formules hernomen zijn. Deze formules en coëfficiënten zijn daarom speciaal aan de ruime kant opgemaakt. Een van de veranderlijken die niet opgenomen is, is de vorm van het projectiel. Een andere is het lot van het kruit, inderdaad bij de fabricage van het kruit kan het zijn dat bij twee opeenvolgende productieruns de samenstelling van het kruit wat veranderd. Dit kan te wijten zijn aan een lichtjes andere samenstelling van de grondstoffen of een kleine ontregeling van de

machines. Een dergelijke verandering in de samenstelling van het kruit kan goed merkbaar zijn. Veel herladers hebben dergelijke variaties al ondervonden bij de SNPE-kruiten zoals, Ba 10. Daarom is het aangeraden rekening te houden met het lotnummer dat op de verpakking van het kruit vermeld staat. Als twee lotnummers hetzelfde zijn dan is het kruit ook identiek. Als er echter verschillende lotnummers op vermeld staan, dan kunnen de prestaties verschillen.

Bovenstaande berekeningen hebben slechts zin in een kleine marge rond de opgegeven herlaadgegevens. Het is een grote vereenvoudiging van het gegeven van de ballistiek en ze kunnen slechts gebruikt worden als illustratie voor deze cursus.
ZE MOGEN NOOIT GEBRUIKT WORDEN OM REELE LADINGEN TE BEREKENEN

d. Volume van de huls.

Soms kan bij afgevuurde hulzen van een zelfde kaliber maar van verschillende makelij een verschil aan inhoud van 5% gevonden worden. Het verschil in hulsvolume heeft twee primaire gevolgen:

Het maximum lading voor dat kaliber verandert.

De P_{max} en de V_0 veranderen.

De volgende test wordt uitgevoerd met 3 hulzen met verschillende volumes. De lading was verder iedere maal dezelfde.

<i>Volume van de huls</i>	P_{max}	V_5
3,47 cm ³	356 MPa	785 m/s
3,51 cm ³	345 MPa	779 m/s
3,59 cm ³	315 MPa	763 m/s

Zoals men kan zien bestaan er wezenlijke verschillen in de P_{max} en de V_5 . Deze verschillen zullen zich zeker manifesteren in het schotbeeld.

e. **Hoe diep zit de top in de huls?** (Seating Depth)

De diepte waarop de top in de huls gezet wordt is ook bepalend voor de druk en de mondingsnelheid. Hoe dieper de top in de huls geduwd wordt, hoe kleiner het binnenvolume van de huls wordt. Dus hoe minder plaats er overblijft voor het kruit. Dit effect is het grootst bij pistolen en revolvers.

Voorbeeld I:

kaliber: .38 Spec.

Bullet; 158 grains Pb-RN (Lood - Ronde Neus)

powder: N310, gewicht 3,9 grains

lengte patroon	P _{max}	V ₅
36 mm	150 MPa	281 m/s
39 mm	123 MPa	274 m/s
44 mm	75 MPa	240 m/s

Dergelijke grote verschillen in druk (deze verdubbelt wanneer de lengte van de patroon 8mm afneemt) zijn voldoende om een revolver te doen barsten.

Voorbeeld II.

Kaliber: .375 Magnum

bullet : 208 grain Pb Cast(Lood gegoten)

powder: N110, gewicht 13,3 grains

Lengte	P _{max}	V ₅
40 mm	360 MPa	422 m/s
42 mm	290 MPa	406 m/s
44 mm	180 MPa	368 m/s

In dit geval is de toename zelfs 45 MPa/mm!

Voorbeeld III:

Dit is een voorbeeld om te illustreren dat de factor totale! lengte minder invloed heeft op geweerkogels:

Kaliber: 308 Winchester (7,62 NATO)

bullet: 11,0 gram

powder: N140, gewicht 2,78 gram

Lengte patroon	P _{Max}	V ₅
68mm	354 Mpa	785 m/s
72,0mm	345 Mpa	779 m/s
74,4mm	353 MPa	780 m/s

Besluit

Deze factor kan een grote rol spelen voornamelijk daar waar het gaat om munitie met een kleine hulsinhoud en snelbrandend kruit. Men kan zich het geval van een 9 mm Parabellum voorstellen: dit is een munitie met een heel beperkte hulsinhoud. Als deze patroon afgevuurd wordt in een halfautomatisch pistool dan kan het zijn dat de top wat dieper in de huls geduwd wordt door het transport van de lader naar de kamer. Bij echte maximum ladingen kan dit serieuze moeilijkheden veroorzaken.

f. Het effect van weinig kruit in een grote huls.

Het is altijd aangeraden een kruit te gebruiken dat de huls bijna volledig vult en wel om de volgende redenen:

Er kan een schokgolf ontstaan bij weinig kruit in een grote huls, en deze schokgolf kan volgende zijn om het wapen te vernietigen. (Dit is nog altijd NIET bewezen in laboratoriumstandigheden)

g. De positie van het kruit in de huls gaat een rol spelen bij de ontsteking.

Voorbeeld;

kaliber: .38 Spec

powder: 0,25 gram

Alle kruit op hot slaghoedje : 129 MPa 269 m/s

Alle kruit bij de top : 100 MPa 259 m/s

We zien dat er een wezenlijk verschil in druk is. Dit probleem komt het meest voor bij compacte kruiden zoals de moderne Ball Powders. Men kan het probleem verhelpen door een klein kartonnen schijfje dat in de huls spant op het kruid te duwen zodat het altijd tegen het slaghoedje gehouden wordt. Het is ook aangeraden om het snelst mogelijk kruid dat een goede precisie geeft te gebruiken. In sommige herlaadboeken staat voor bepaalde traagbrandende kruiden zelfs aangegeven: lading NIET verminderen.

h. De invloed van temperatuurverschillen.

Een stijging van de temperatuur zal automatisch de druk en de mondingssnelheid doen stijgen. De volgende tabellen geven enkele desbetreffende metingen

kaliber: 9mm Parabellum

bullet: 7,5 gram FMJ (Volledig gemantelde top)

powder: N330 gewicht: 0,36 gram

TEMPERATUUR MMax	P _{Max}	V ₅
-54°C	98 MPa	319 m/s
+21°C	179 MPa	376 m/s
+52°C	191 Mpa	381 m/s

kaliber : .308 Winchester

bullet : 9,5 gram FMJ

powder : N135; 2,91 gram

TEMPERATUUR MMax	P _{Max}	V ₅
-55°C	262 MPa	775 m/s
+21°C	351 MPa	836 m/s
+60°C	381 Mpa	856 m/s

We zien dat temperatuurverschillen een rol kunnen spelen maar dan alleen als de verschillen extreem zijn. Het is achter wel mogelijk dat een maximum lading; speciaal ontworpen voor een wapen maar tijdens de winter, tekenen van hoge druk gaat vertonen wanneer ze in de zomer afgevuurd wordt na eerst in een kokend hete wagon

vervoerd te zijn.

Al de factoren die tot nu toe vernoemd zijn spelen een rol bij het bepalen van de druk.

Dit is allemaal wel interessant maar wat is het nut ervan voor de herlader ?

Het is praktisch niet verwezenlijkbaar voor de gewone herlader om op voorhand te berekenen welke druk een bepaalde lading in een zeker kaliber zal ontwikkelen. Hier volgen dan enkele tekenen waaraan men een te hoge druk kan herkennen. De kennis van de hierboven opgenoemde factoren zal de herlader dan in staat stellen er iets aan te verhelpen zodat hij komt tot een veilige munitie. De voorgaande bladzijden kunnen ook gebruikt worden om verschillende ladingen in een kaliber te vergelijken op gebied van druk. Als het projectiel de gewenste uitwerking bereikt, is de munitie die dat levert bij de laagste druk, de beste.

i. **Verschijselen waaraan men een te hoge druk kan herkennen**

- 1) **DE HULS KOMT MOEILIJK UIT DE KAMER NA AFGEVUURD TE ZIJN.**

Dit kan echter ook te wijten zijn aan een ruwe kamer. Om dit te controleren zal men eerst enkele fabriekspatronen afvuren om zodoende een gedacht te krijgen van de benodigde kracht om de stukken te openen, dit gevoel kan men dan gebruiken als referentie voor later.

- 2) **HET SLAGHOEDJE IS PLATGESLAGEN EN VERTOONT DE ONREGELMATIGHEDEN VAN DE VOORZIJDEN VAN DE STUKKEN.**
- 3) **ER BEVINDEN ZICH KRATERTJES ROND DE INDRUKKEN VAN DE SLAGPIN, OF DE INDEUK VAN DE SLAGPIN PUILT TERUG NAAR BUITEN UIT.**
- 4) **EEN ZWARTE RING ROND HET SLAGHOEDJE, OF HET SLAGHOEDJE VALT UIT DE HULS.**
- 5) **EEN VERBREIDING VAN HET BOVENSTE GEDEELTE VAN HET HOOFD VAN DE HULS.**

Dit kenmerk kan alleen waargenomen worden met behulp van een micrometer en dan nog alleen in vergelijking met de uitzetting van een fabriekspatroon. Men meet eerst een fabriekspatroon en vuurt hem daarna af waarna men hem terug meet. Men doet daarna hetzelfde met de te controleren munitie en als de uitzetting hier gevoeliger hoger ligt dan zijn de drukken in deze laatste te hoog.

- 6) **HET UITVLOEIEN VAN DE HULS IN DE OPENING VAN DE UITWERPER EN DE UITTREKKER.**
- 7) **EEN ABNORMAAL ZWARE KLOP BIJ HET AFVUREN.**

Dit terug vergeleken met fabrieksmunitie.

DEZE VERSCHIJNSELEN KUNNEN ALLEEN OF SAMEN VOORKOMEN EN MOETEN AANLEIDING GEVEN TOT HET AANPASSEN VAN DE LAADGEGEVENS EN DIT OM ONGELUKKEN TE VOORKOMEN.

Hoofdstuk 4 De intermediaire ballistiek

In het vorige hoofdstuk werd beschreven wat er zich afspeelt binnen in het wapen zelf. Het volgende punt dat onze aandacht verdient is het moment dat het projectiel de loop verlaat. Op het moment dat de bodem van het projectiel het mondingsvlak overschrijdt, is deze vrij, dit wil zeggen dan wordt het niet meer geleid door de loop. De hete gassen die zich achter de top bevinden en deze voortstuwen komen in aanraking met de atmosfeer.

Het fenomeen.

Achter de top bevinden er zich hete gassen onder druk. Niet tegenstaande dat deze gassen gevormd zijn door de verbranding van het kruid, kunnen een groot gedeelte ervan nog branden. Een reden waarom dat niet gebeurt in de loop is het gebrek aan zuurstof. Op het moment dat die gassen nu in contact komen met de atmosfeer is er opeens wel zuurstof voorhanden zodat de gassen nu wel in brand vliegen. Er gebeurt dus in feite een kleine ontploffing. Welke invloed heeft deze ontploffing?



[HTTP://WWW.VINTAGEPISTOLS.COM](http://www.vintagepistols.com)

Om dat uit te vinden gaan we zien wat er zich in de buurt van die plaats bevindt. Dat is alleen het wapen aan de ene kant en het projectiel aan de andere. Op het wapen heeft die ontploffing weinig invloed. De invloed uitgeoefend op het projectiel is echter niet te verwaarlozen. Door de ontploffing krijgt het projectiel een slag op zijn basis zodat de snelheid nog verhoogd wordt.

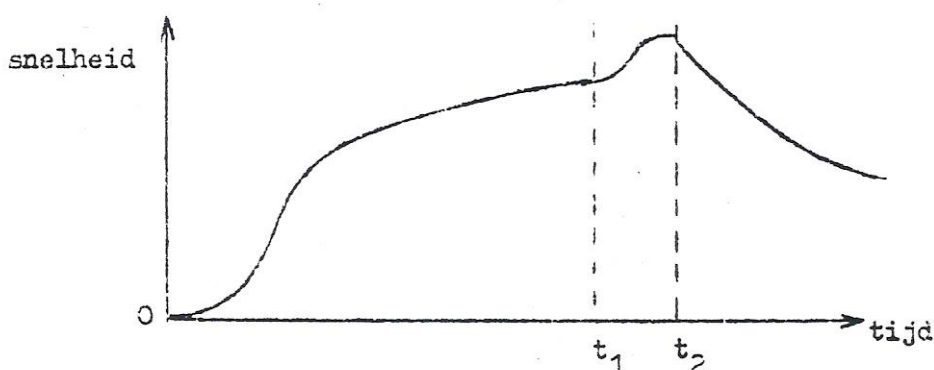


Fig.22.

T1 is het moment waarop de top de loop verlaat.

De verschijnselen van de intermediaire ballistiek doen zich voor tussen T1 en T2. Men merkt onmiddellijk de plotse stijging van de snelheid op.



[HTTP://WWW.NVTECH.COM.AU](http://www.nvtech.com.au)

Aangezien het hier gaat om een korte bijkomende klop te wijten aan een explosie van hete gassen en het projectiel niet meer gesteund is, kan men begrijpen dat dit verschijnsel de top kan destabiliseren. Tenminste dat dergelijke uitwerking de precisie niet ten goede komt. Als schutter-herlader moeten we nu proberen dat probleem op te lossen.

Welke zijn de factoren die een rol spelen:

- (1) Het soort kruit
Inderdaad, de hoeveelheid gas die door het kruit ontwikkeld wordt is determinerend. Men mag het percentage gassen dat niet verbrand is in de loop constant beschouwen. Dus hoe meer gas, hoe meer onverbrande gassen, hoe groter de ontploffing.
- (2) De verbrandingssnelheid van het kruit in relatie met de lengte van de loop van het wapen. Dit kan op het eerste zicht vreemd lijken doch is heel logisch. Stellen we het verbranden van het kruit voor in de grafiek:

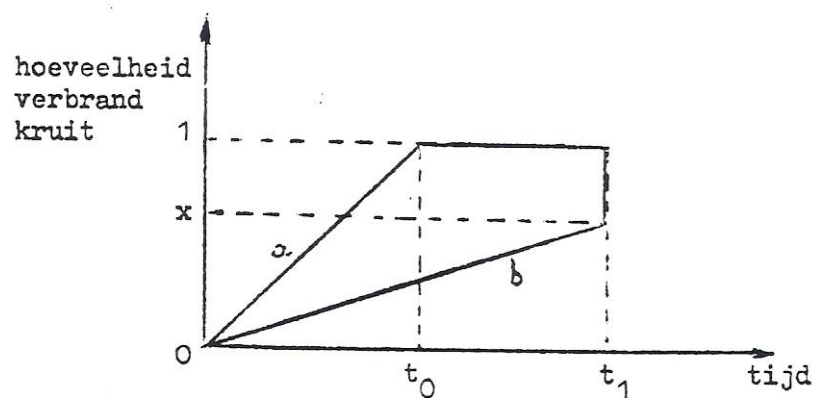


Fig.23.

De verticale as stelt de hoeveelheid verbrand kruit voor op een schaal van 0 (nog geen kruit verbrand) tot 1 (alle kruit verbrand). De horizontale as stelt de tijd voor met 0 (moment waarop de verbranding begint) en T_1 (moment waarop de top de loop verlaat). In de grafiek staan twee krommes getekend:

- a. Snelbrandend kruit
- b. Traagbrandend kruit

Wat zien we: de curve a stijgt zeer snel en op het tijdstip T_0 is de waarde 1 al bereikt, dus is alle kruit al verbrand. Er kan er niet meer verbranden dus de curve blijft horizontaal lopen tot het moment dat de top de loop verlaat.

De curve b stelt een traagbrandend kruit voor. Hier zien we dat, op het moment dat het projectiel de loop verlaat, al het kruit nog niet verbrand is. Inderdaad er is slechts een hoeveelheid X verbrand. Op het moment T_1 is er nog $(1-x)$ kruit over. Op T_1 zal al dit kruit praktisch onmiddellijk verbranden (door de grote toevoer van zuurstof uit de atmosfeer). Dit zal een grote knal en een grote vlam geven en de top nog meer destabiliseren.

Ideaal zou zijn een kruit met een zodanige verbrandingssnelheid te gebruiken dat het juist allemaal verbrand is als het projectiel de loop verlaat.

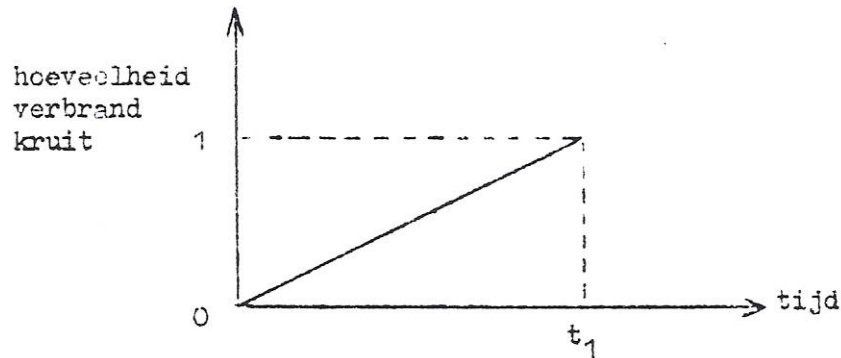


Fig.24.

- (3) We hebben nu de twee factoren gezien die een invloed hebben op de ontploffing. De laatste factor, de top, is bedoeld om de negatieve invloed te beperken. De invloed van de ontploffing is slechts negatief voor zover dat deze de stabiliteit van het projectiel verstoort. Een mogelijkheid om deze verstoring te minimaliseren is het zo symmetrisch mogelijk maken van de top. Vooral de basis van het projectiel is hier van belang omdat de gassen daar rechtstreeks op inwerken. Voorbeeld: we nemen twee projectielen.



Fig.25.

Projectiel a is mooi gevormd met duidelijk afgetekende afboordingen. Bij projectiel b is er van de basis een stukje afgebroken.

Bij het overschrijden van het mondingsvlak gebeurt nu het volgende:

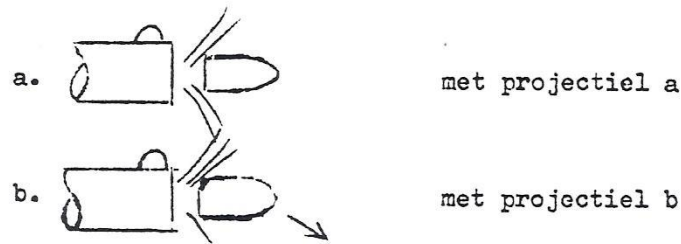


Fig.26.

In geval a is er een mooiere verdeling van het ontspannend gas rond de basis van het projectiel. In geval b daarentegen is er, door de beschadiging van het projectiel, een onevenredige verdeling van het gas met als gevolg dat het projectiel een stoot zal krijgen in de richting van de pijl. Hetzelfde is waar voor een projectiel waarvan de bodem niet haaks staat op de as.



Fig.27.

In de praktijk is het moeilijk om projectielen te vervaardigen met een basis met scherpe randen. Deze scherpe randen zouden ook gemakkelijk beschadigd kunnen worden. Daarom is men overgegaan op de volgende vorm, bekend onder de naam "boat-tail (Fig 28).



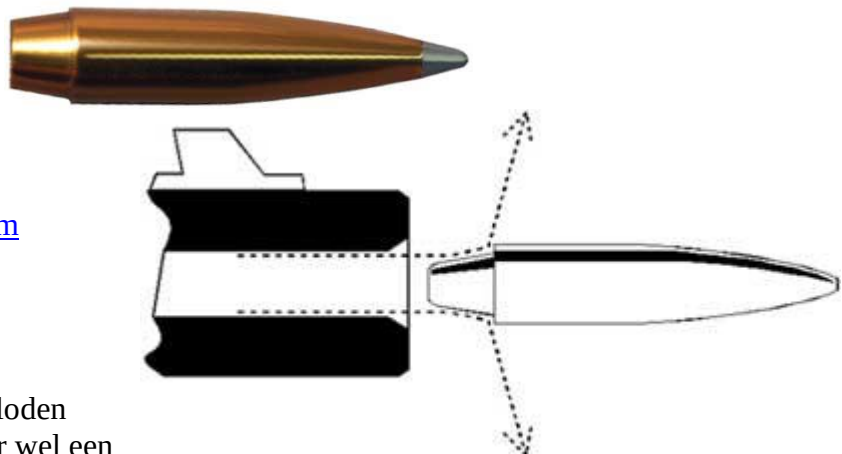
Fig 28

Dit heeft kwalitatief gezien geen invloed zolang de basis maar mooi symmetrisch is. De afschuining van de basis helpt meer het gas mooier te verdelen en heeft als bijkomende bonus een hogere ballistische coëfficiënt (zie volgende hoofdstuk omtrent de uitwendige ballistiek).

De Amerikaanse firma SPEER heeft in samenwerking met LAPU volgende variatie van de boat-tail op de markt gebracht: Stepped (Rebated) Boattail (Fig 29)

Deze toppen worden gebruikt om heel nauwkeurige munitie te maken en zijn alleen verkrijgbaar in caliber .308.

Fig 29

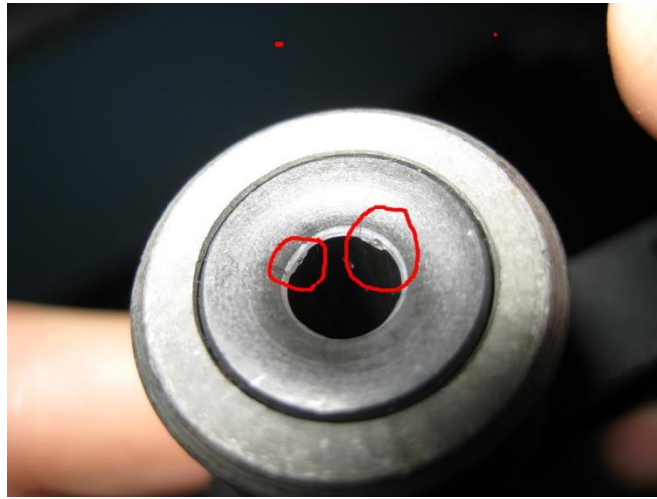


<http://www.milsurps.com>

Voor herladers die met loden toppen schieten valt hier wel een

opmerking te maken: Loden toppen vervormen gemakkelijk. Daarom is het noodzakelijk zeer voorzichtig te werk te gaan bij het herladen. De toppen moeten voorzichtig behandeld worden, men mag ze niet laten vallen of zomaar op elkaar stapelen. De hulzen moeten ook goed open gezet worden zodat bij het inbrengen van de top deze niet beschadigd wordt. Wedstrijdschutters doen er goed aan iedere top te inspecteren. Met beschadigde toppen kan men onmogelijk een kleine groepering bekomen.

Anderzijds is het ook evident dat het uiteinde van de loop, de kroon, ook egaal moet zijn in 360°. Zoniet gaan de gassen zich ongelijk verspreiden achter het projectiel.



<http://www.britishblades.com>

HOOFDSTUK 5 DE UITWENDIGE BALLISTIEK.

De wet van Newton zegt ons dat:

$$\vec{F} = m \times \vec{a}$$

Formule 1

In gewone mensentaal kan men dat vertalen als: een voorwerp (hier aangeduid door zijn massa m) zal slechts een versnelling (a) ondergaan als er een kracht (F) op uitgeoefend wordt.

In de formule staan er pijltjes op de F en op de a om aan te duiden dat de richting van de kracht een invloed zal hebben op de richting van de versnelling.

In het wapen ondergaat het projectiel een versnelling onder invloed van de druk van de gassen die gevormd worden bij de verbranding van het kruit, of door de druk van een samengeperst gas dat plots vrijgelaten wordt. Het projectiel heeft dus bij het verlaten van de loop een bepaalde initiële snelheid en een bepaalde richting.

Het projectiel zou die initiële snelheid en zijn richting blijven behouden, ware het niet dat er allerlei krachten op inwerken.

DE ZWAARTEKRACHT.

Een eerste kracht die op het projectiel inwerkt is de zwaartekracht. De zwaartekracht is een gevolg van de aantrekkingskracht tussen twee lichamen (hier de aarde en het projectiel). Het spreekt vanzelf dat de massa van het projectiel te verwaarlozen is ten opzichte van de massa van de aarde. We kunnen dan ook zonder meer aannemen dat het projectiel zich zal bewegen in de richting van de aarde en niet omgekeerd. Praktisch gezien kunnen we aannemen dat voor de omgeving waarin het schieten gebeurt de zwaartekracht constant is. In werkelijkheid is de zwaartekracht afhankelijk van de plaats op de aarde en de afstand van het middelpunt van de aarde tot het middelpunt van het projectiel. Deze verschillen zijn echter, toch voor wat betreft kleine wapens, zo klein dat ze gerust kunnen verwaarloosd worden.

Aangezien we de zwaartekracht constant beschouwen en de massa van de aarde oneindig groot ten opzichte van die van het projectiel, kunnen we eruit afleiden dat de zwaartekracht zorgt voor een constante versnelling (g) die gericht is naar het middelpunt van de aarde en die gelijk is aan 9.81 m/s^2 .

Dat wil zeggen dat, wanneer we vanaf een hoge toren een steen laten vallen deze de eerste seconde zal versnellen van 0 m/s naar $9,81 \text{ m/s}$.

Zijn snelheid op ieder tijdstip, wanneer we alleen rekening houden met de zwaartekracht is dus gelijk aan de steen valt (uitgedrukt in seconden) maal de versnelling die hij heeft ten gevolge van de zwaartekracht ($9,81 \text{ m/s}^2$)

$$V = \bar{g} \times t$$

FORMULE 2

We kunnen ook zeggen dat de gemiddelde snelheid zal gelijk zijn aan de beginsnelheid (0 m/s) plus de eindsnelheid ($9,81 \text{ m/s}$) gedeeld door 2. Hier: $4,905 \text{ m/s}$.

$$\bar{V} = \frac{V(\text{begin}) + V(\text{eind})}{2}$$

Formule 3

Het streepje boven de v duidt aan dat het om een gemiddelde gaat.

Als we aannemen dat de beginsnelheid van het projectiel te wijten aan de zwaartekracht gelijk is aan 0, dan wordt de formule:

$$\bar{V} = \frac{V(\text{eind})}{2}$$

Formule 4

Als we de gemiddelde snelheid kennen dan is het eenvoudig om de afgelegde weg (d) te vinden. Deze is namelijk gelijk aan de gemiddelde snelheid vermenigvuldigd met de tijd.

$$d = \bar{V} \times t$$

Formule 5

Als we beschouwen dat we vertrekken van een beginsnelheid van 0 m/s, dan kunnen we de gemiddelde snelheid in de formule 5 vervangen door formule 4, en op zijn beurt de eindsnelheid in formule 4 door formule 2. We krijgen dan:

$$d = \frac{1}{2} gt^2$$

Formule 6

Dit is onafhankelijk van de andere krachten die op een projectiel inwerken! We kunnen die gegeven dus uitwerken en een tabel opstellen.

t (in seconden)	d(in meter)
1	4,91
2	19,62
3	44,15
4	78,48
5	122,63
6	176,58
7	240,35
8	313,92
9	397,31
10	490,50
11	593,51
12	706,32
13	828,95
14	961,38
15	1103,63
16	1255,68
17	1417,55
18	1589,22
19	1770,71
20	1962,00

Als we nu de verschillende soorten wapens beschouwen dan kunnen we als een benadering van de mondingssnelheid volgende waarden nemen:

- Luchtpistool en luchtgeweer : 170 m/s
- Pistool en revolver: 220 – 450 m/s
- Geweren: 750 – 1200 m/s

We kunnen gaan kijken hoelang deze projectiele erover vliegen om 1 m af te leggen in de veronderstelling dat ze niet gedurende dat traject niet vertragen:

V (snelheid)	Tijd om 1 m af te leggen (seconden)
170	0,005882353
220	0,004545455
450	0,002222222
750	0,001333333
1200	0,000833333

De tijden zijn zeer klein.

We kunnen nu berekenen hoe groot de afstand is dat de projectielen dalen tijdens die eerste meter. We grijpen daarvoor terug naar formule 6.

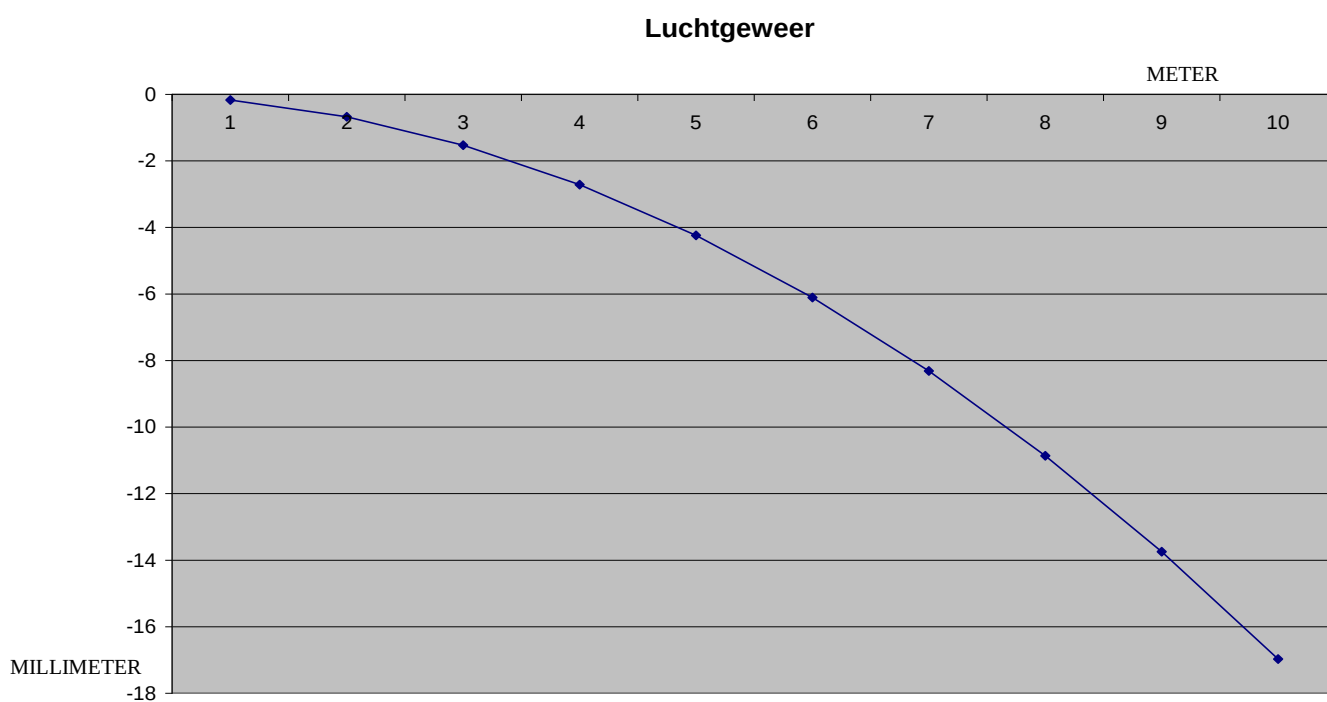
V (snelheid)	d, na 1 meter vliegen (in mm)
170	0,169723183
220	0,101342975
450	0,024222222
750	0,008720000
1200	0,003406250

Als we dat los bekijken van andere krachten dan kunnen we per wapen een tabel opstellen waarbij we de afstand geven dat een projectiel daalt per afgelegde weg. Het spreekt vanzelf dat we dat in een grafiek gaan uitzetten in functie van de afgelegd weg, maar we weten uit het voorgaande dat de daling zuiver een functie is van de tijd. De gevolgde benadering voldoet echter voor het moment.

Eerst het luchtgeweer, van 0 m tot 10 m met een constante snelheid van 170 m/s.

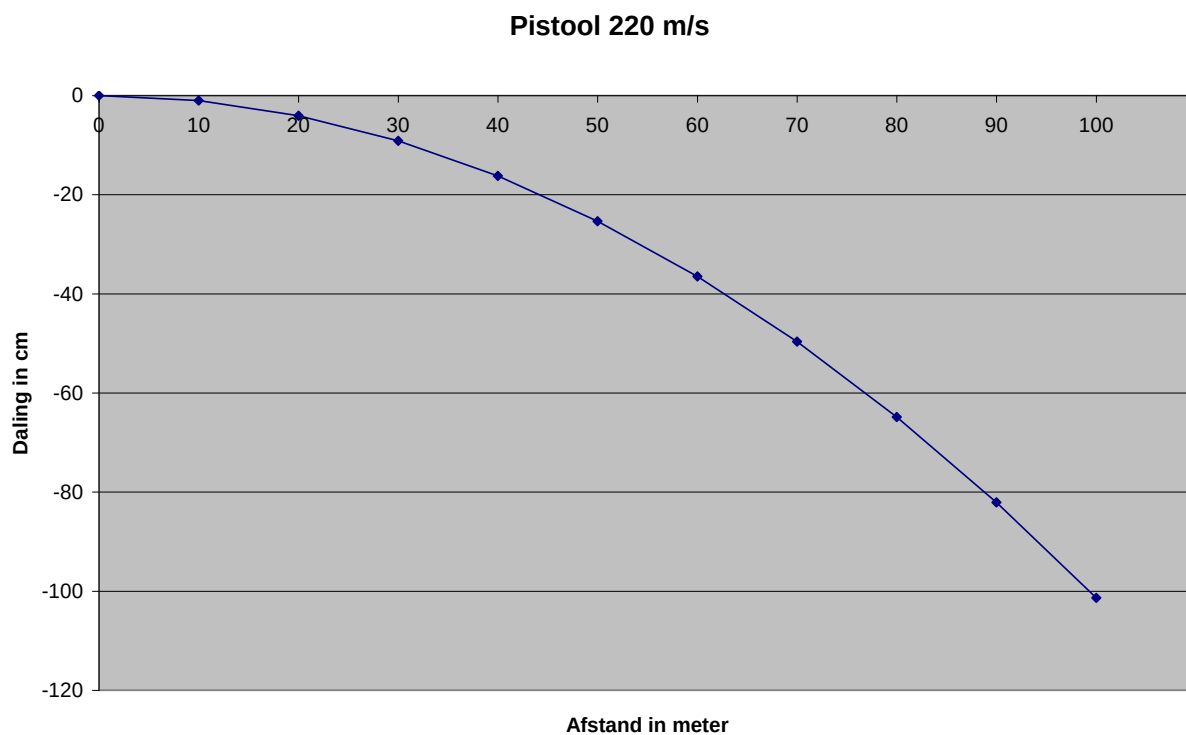
Afstand in meter	Daling in mm
1	0,169723183
2	0,678892734
3	1,527508651
4	2,715570934
5	4,243079585
6	6,110034602
7	8,316435986
8	10,86228374
9	13,74757785
10	16,97231834

We kunnen deze gegevens ook uitdrukken in een grafiek:



Vervolgens het pistool aan 220 m/s, per 10 m van 0 m tot 100 m.

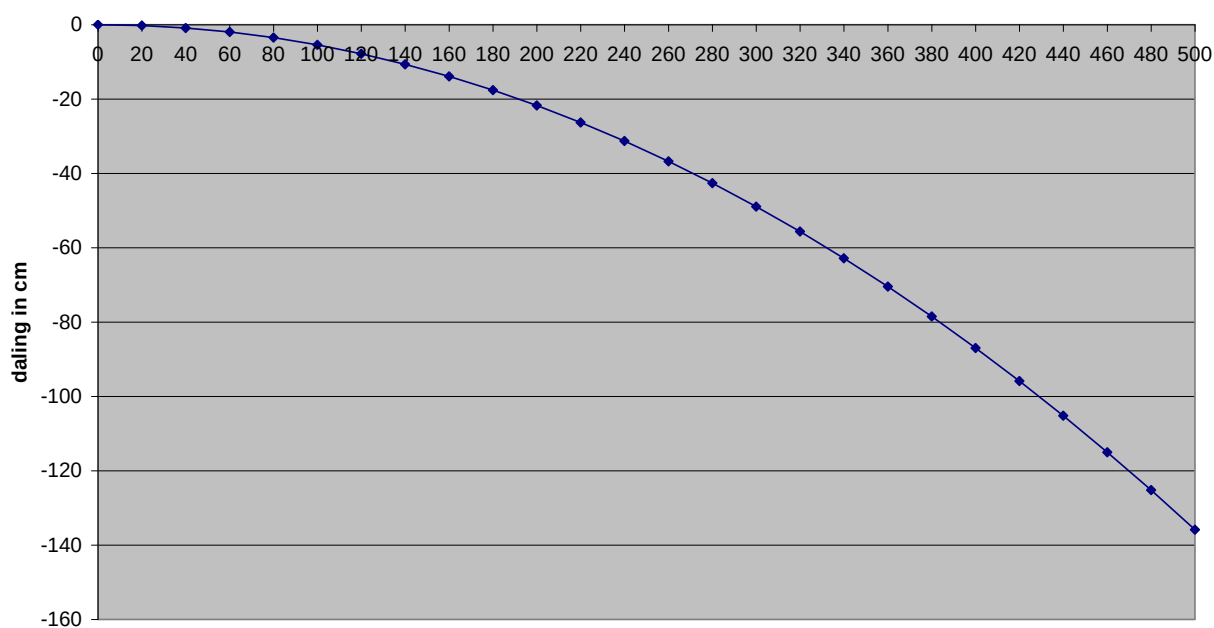
Afstand in meter	daling in cm
1	0,0101
10	1,0134
20	4,0537
30	9,1209
40	16,2149
50	25,3357
60	36,4835
70	49,6581
80	64,8595
90	82,0878
100	101,3430



Voor wat betreft het geweer aan 950 m/s per schijf van 20 meter van 0 m tot 500 m geeft dat volgende waarden:

AFSTAND IN METER	DALING IN CENTIMETER
0	0,0000000000
20	-0,2173961219
40	-0,8695844875
60	-1,9565650970
80	-3,4783379501
100	-5,4349030471
120	-7,8262603878
140	-10,6524099723
160	-13,9133518006
180	-17,6090858726
200	-21,7396121884
220	-26,3049307479
240	-31,3050415512
260	-36,7399445983
280	-42,6096398892
300	-48,9141274238
320	-55,6534072022
340	-62,8274792244
360	-70,4363434903
380	-78,4800000000
400	-86,9584487535
420	-95,8716897507
440	-105,2197229917
460	-115,0025484765
480	-125,2201662050
500	-135,8725761773

Geweer 950 m/s



Bovenstaande benaderingen houden dus alleen rekening met de invloed van de zwaartekracht en we veronderstellen dat het projectiel niet vertraagd tijdens zijn vlucht. De werkelijkheid is echter totaal anders.

DE LUCHTWEERSTAND.

Als het projectiel door de atmosfeer vliegt ondergaat het de invloed van die atmosfeer. Het voornaamste gevolg is dat het projectiel zal vertragen. Het is zeer moeilijk om via een wiskundige of natuurkundige benadering een idee te krijgen van die vertraging. Die is namelijk afhankelijk van een heleboel factoren zoals:

- De dichtheid van de atmosfeer
- De snelheid waarbij het projectiel zich verplaatst
- De vormen de afwerking van het projectiel
- De massa van het projectiel
- Het materiaal waaruit het projectiel is gemaakt
- Enz...

Er zijn in de geschiedenis verschillende pogingen gedaan om de invloed van de atmosfeer te kwantificeren. Gewoonlijk ging men zich baseren op proefondervindelijk onderzoek namelijk het vuren met een bepaald type patroon op verschillende afstanden. Daarbij werden de verschillende waarden gemeten, deze werden dan gecorreleerd naar bepaalde formules en/of tabellen. Dit zijn de ballistische tabellen van gekende ballistische experts zoals INGALLS (1900), MAYEVSKI (1888), BASHFORTH (1929), enz.

Met de ontwikkeling van de computer was het veel eenvoudiger om een rekenkundige benadering te doen. Daar volgt verder in de les een demonstratie over.

Alle variabelen, eigen aan een bepaald projectiel worden gecombineerd in een bepaald getal dat een maat is voor de manier waarop dat projectiel de invloed van de atmosfeer ondergaat. Dit getal wordt "Ballistische Coëfficiënt , (BC)" genoemd. Dit getal is gelegen tussen 0 en 1. Hoe dichter bij 1 men komt, hoe minder het projectiel onderhevig is aan de luchtweerstand, dus hoe beter het zijn snelheid behoudt. In de praktijk variëren de BC van projectielen voor kleine vuurwapens tussen 0,05 voor een loden .38 WC en 0,6 voor een super gestroomlijnd zwaar .308 mantelprojectiel.

We kunnen dit illustreren met gewoon enkele gegevens uit een herlaadhandboek

(Hornady Handbook of Cartridge Reloading Sixth Edition – Volume 2, 2003) We kiezen twee projectielen met dezelfde beginsnelheid maar met een verschillende BC.

- | | |
|---------------------------------------|-----------|
| A. 7 mm 139 grs Boat Tail Spire Point | BC= 0,453 |
| B. 7 mm 139 grs Flat Point | BC= 0,196 |

Als we beide projectiele afvuren met een snelheid van 3500 fps (1067 m/s) dan zien we dat ze op 500 yards (457 m) afstand nog een snelheid hebben van respectievelijk:

- A. 2436 fps (742,5 m/s) dus een vertraging van 324 m/s
- B. 1390 fps (423.5 m/s) dus een vertraging van 643 m/s

Een verschil in vertraging tussen beide projectielen van 319 m/s (ongeveer één derde van de beginsnelheid)

Als we ze echter trager afvuren, namelijk aan 1600 fps (487,5 m/s) dan zien we volgende resultaten op 500 yards:

- A. 1074 fps (327 m/s) dus een vertraging van 160,5 m/s
- B. 831 fps (253 m/s) dus een vertraging van 234,4 m/s

Een verschil in vertraging tussen beide projectielen van 74 m/s (ongeveer één zesde van de beginsnelheid)

De vertraging over dezelfde afstand (500 yds) is dus veel kleiner geworden en het verschil in vertraging tussen beide projectielen ook.

We kunnen eens een benadering doen voor een pistool en een geweer. We weten uit ervaring dat de afname van de snelheid te wijten aan de luchtweerstand NIET lineair is, het is onder andere functie van de snelheid van het projectiel ten opzicht van de atmosfeer, dus hoe kleiner de snelheid, hoe kleiner de luchtweerstand en bijgevolg hoe kleiner de vertraging van het projectiel te wijten aan die luchtweerstand. Laten we echter voor onze benadering de vertraging wel lineair nemen. We doen een benadering met volgende waarden:

- Handvuurwapen,
 beginsnelheid: 240 m/s
 eindsnelheid op 50 m: 210 m/s,
 .38 WC, 148 grs BC = 0,047
- Geweer,
 beginsnelheid : 1000 m/s
 eindsnelheid op 500 m: 725 m/s
 7mm, 162 grs BC = 0,550

Voor onze lineaire benadering van het handvuurwapen gaan we de afstand van 50 m opsplitsen in stukken van 10 m, telkens gemiddelde snelheid berekenen per stuk van 10 m, de tijd berekenen die telkens nodig is om met die gemiddelde snelheid de 10 m af te leggen, met die tijd de afstand berekenen dat het projectiel daalt en dat dan in een grafiek zetten.

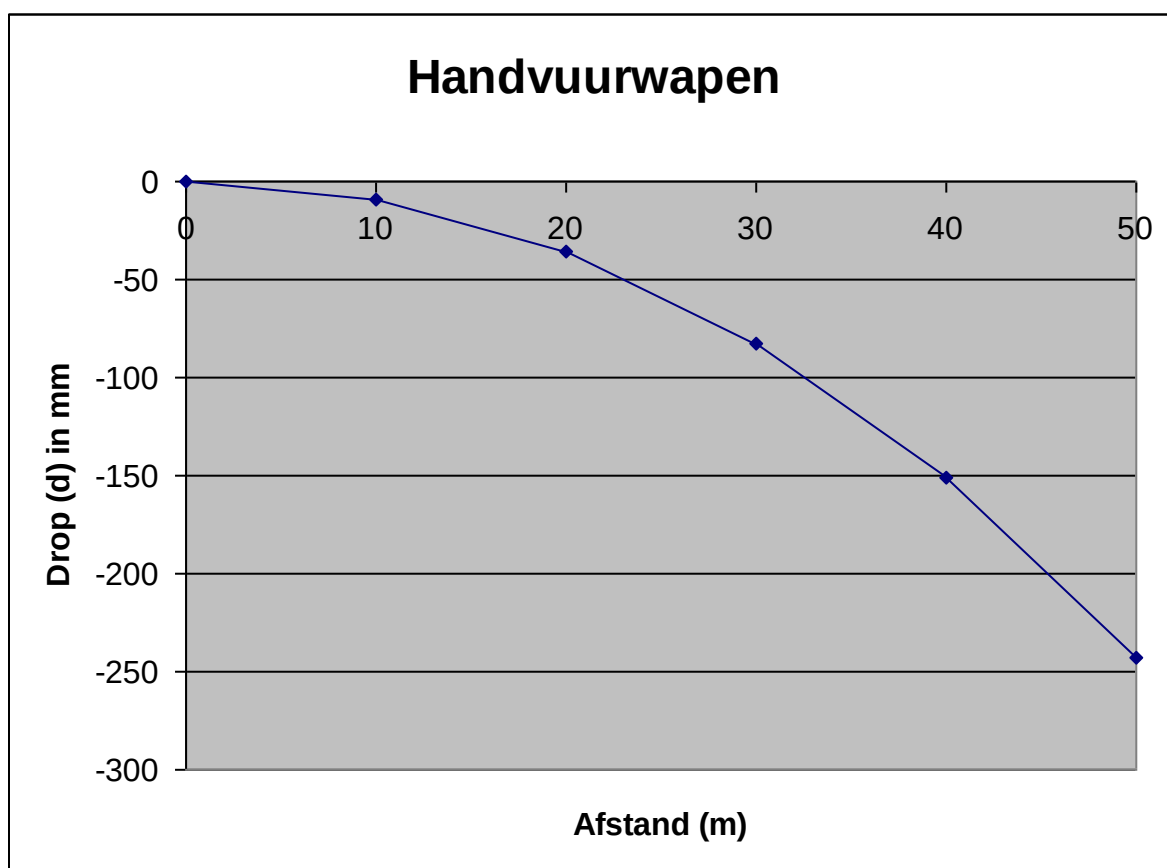
Voor onze lineaire benadering van het geweer gaan we de afstand van 500 m opsplitsen in stukken van 100 m, telkens gemiddelde snelheid berekenen per stuk van 100 m, de tijd berekenen die telkens nodig is om met die gemiddelde snelheid de 100 m af te leggen, met die tijd de afstand berekenen dat het projectiel daalt en dat dan in een grafiek zetten.

We vertrekken ook beide malen met de veronderstelling dat we de wapens met de loop horizontaal afvuren.

HANDVUURWAPEN:

Beginsnelheid	240 m/s
Eindsnelheid	210 m/s
verschil	30 m/s
Per 10 m	6 m/s

	Begin	Eind	Gemidd.	Tijd	Totale tijd	Drop (d)mm
0-10m	240	234	237	0,04219	0,04219	8,73257
10-20m	234	228	231	0,04329	0,08548	35,84347
20-30m	228	222	225	0,04444	0,12993	82,80344
30-40m	222	216	219	0,04566	0,17559	151,23139
40-50m	216	210	213	0,04695	0,22254	242,91337

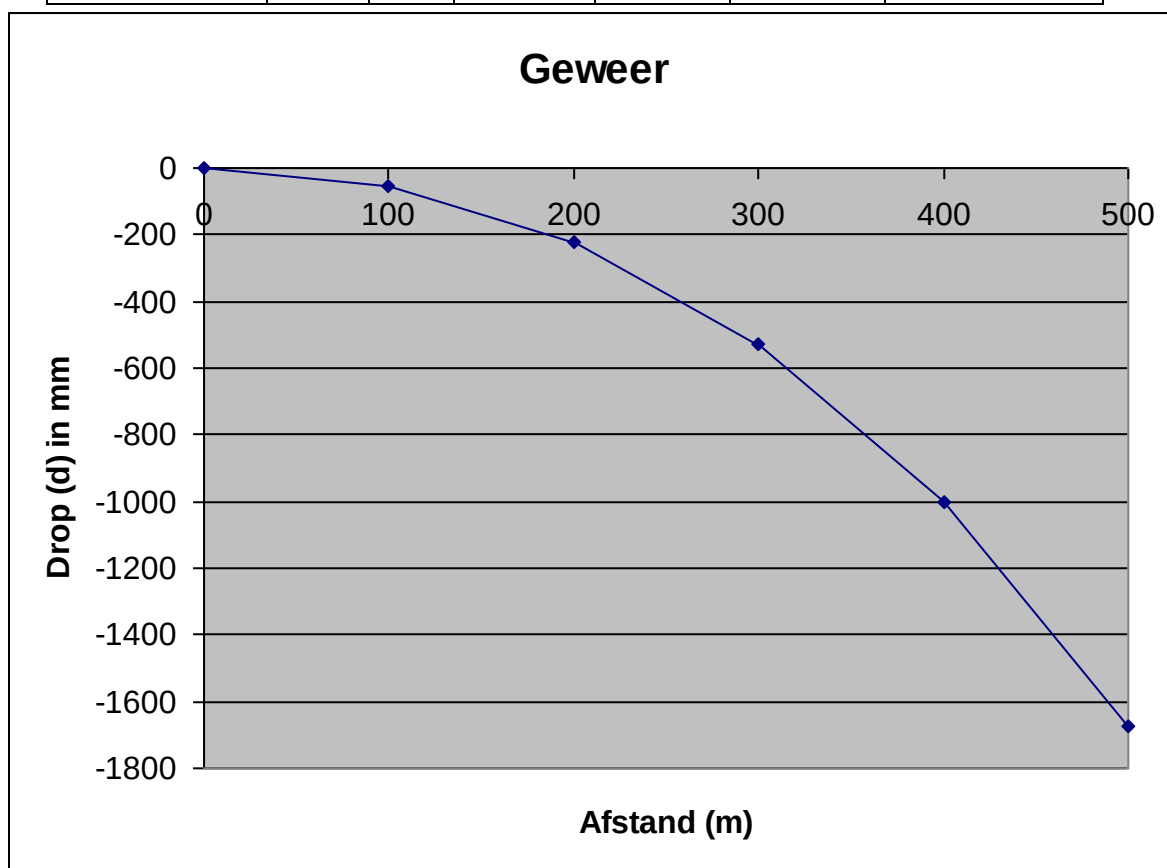


We zien dat het projectiel op 50 m ongeveer 24 cm gedaald is.

GEWEER:

Beginsnelheid	1000 m/s
Eindsnelheid	725 m/s
verschil	275 m/s
Per 100 m	55 m/s

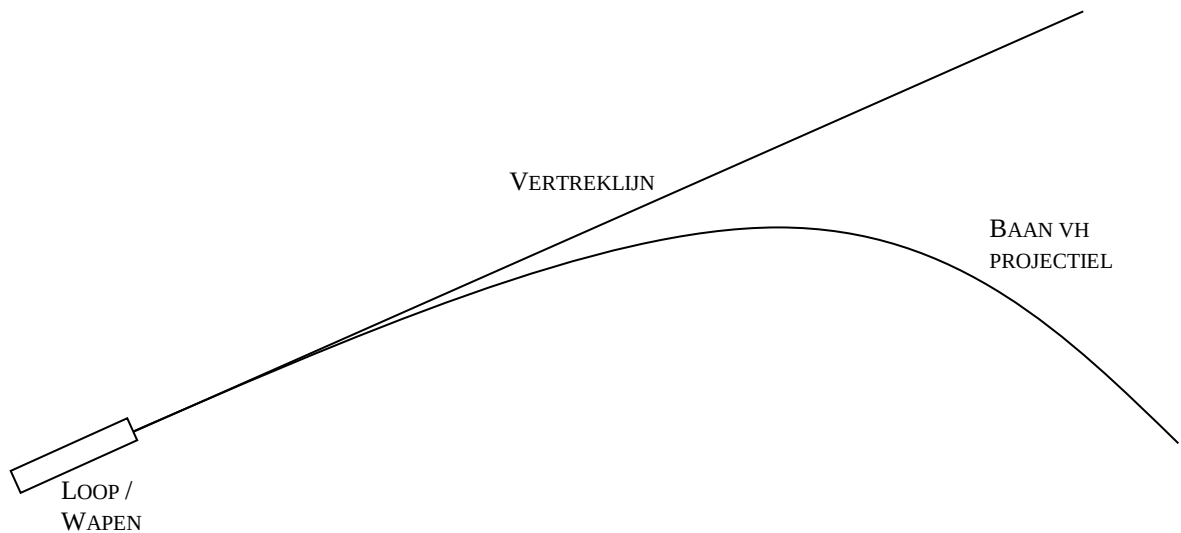
	Begin	Eind	Gemidd.	Tijd	Totale tijd	Drop (d)mm
0-100m	1000	945	972,5	0,10283	0,10283	51,86326
100-200m	945	890	917,5	0,10899	0,21182	220,07528
200-300m	890	835	862,5	0,11594	0,32776	526,93276
300-400m	835	780	807,5	0,12384	0,45160	1000,34104
400-500m	780	725	752,5	0,13289	0,58449	1675,69378



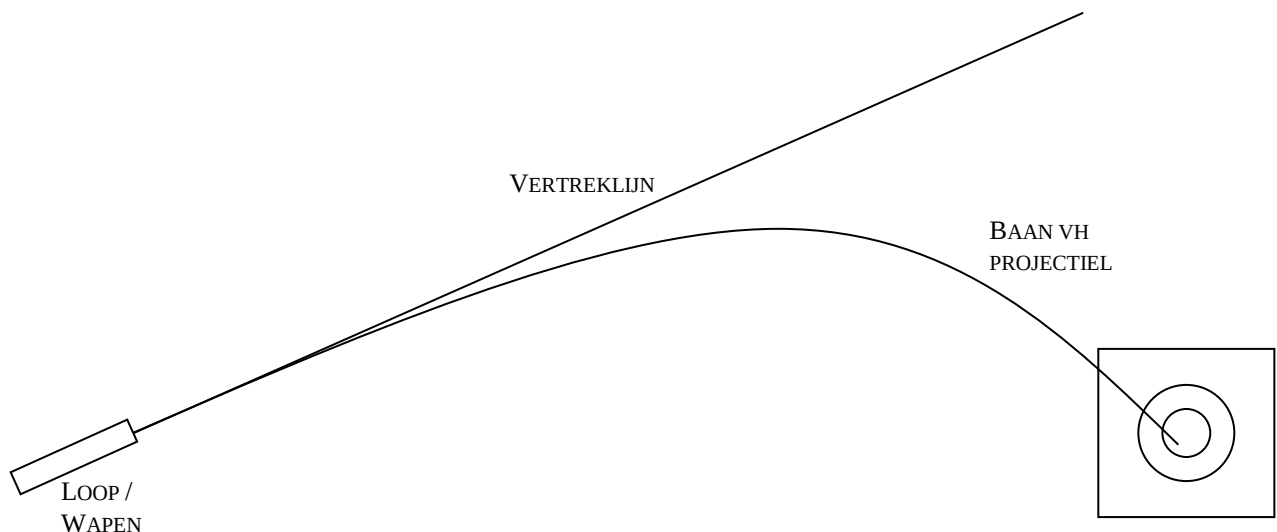
We zien dat het projectiel op 500m ongeveer 1,67 m gedaald is.

HET SCHIETEN OP EEN DOEL.

In de werkelijkheid schieten we niet met de loop horizontaal maar gaan we proberen een doel te raken. Om ons projectiel op een bepaalde afstand op een bepaalde plaats te krijgen gaan we onze loop een bepaalde hoek moeten geven.

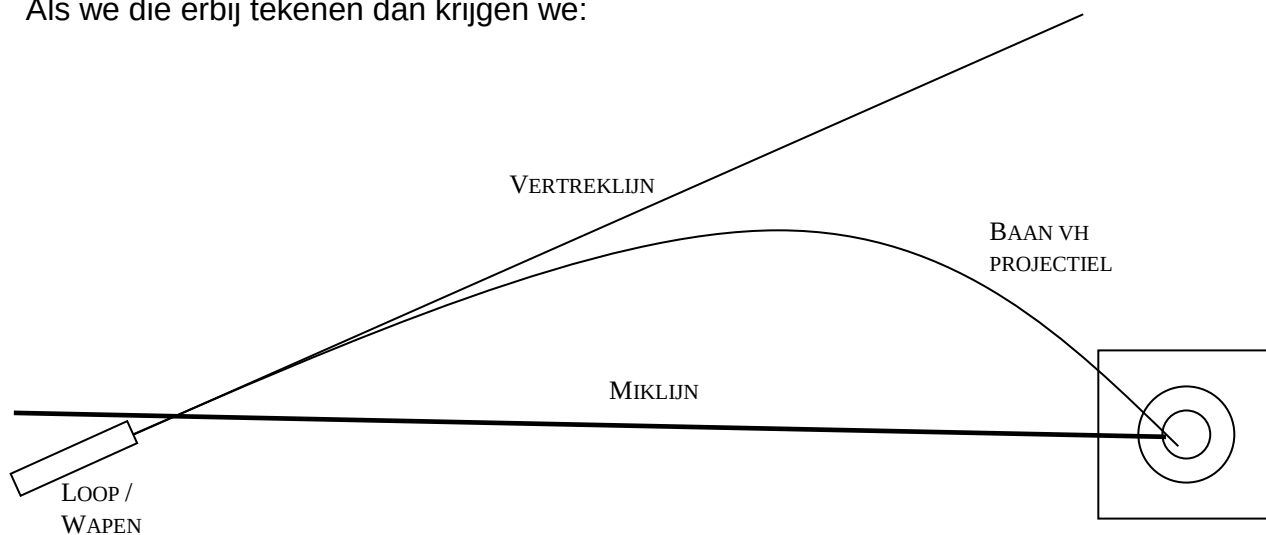


Als we er het doel bijtekenen krijgen we het volgende:

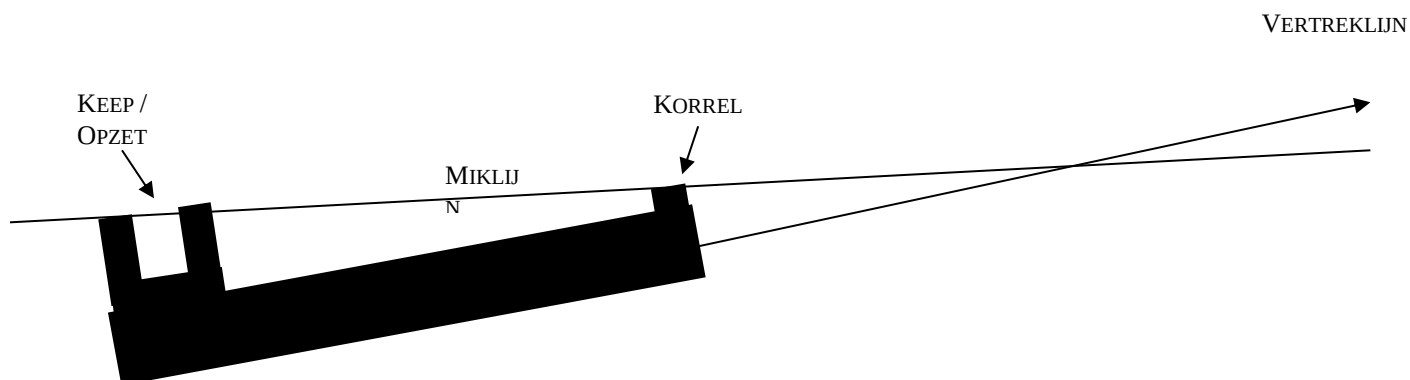
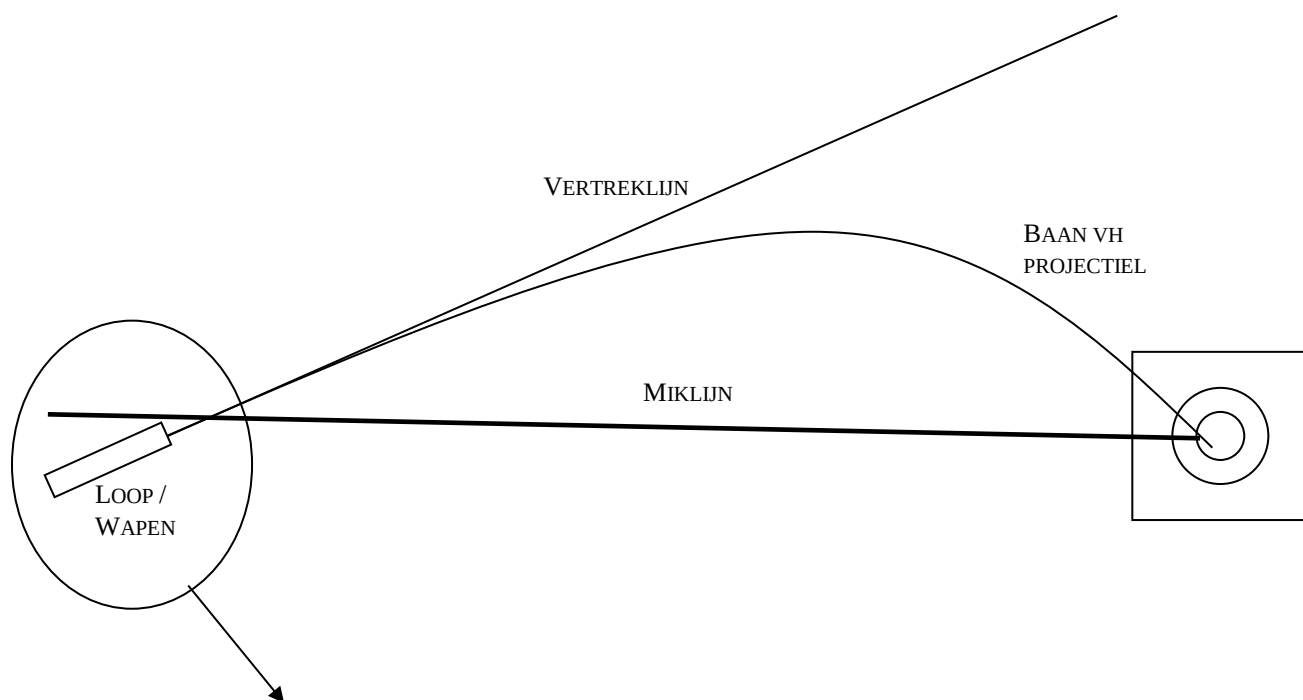


We moeten echter kunnen mikken en daar voor hebben we een miklijn nodig:

Als we die erbij tekenen dan krijgen we:



Hoe gaan we die miklijn nu materialiseren, dit doen we door twee punten te maken op het wapen en daar met het oog langs te kijken.



Dit systeem is geldig voor alle types van vuurwapens. Het geeft geen belang of de miklijn nu gematerialiseerd wordt door een keep en een korrel, een diopter en een mikoog, een kijker met kruisdraad, of een andere optische of red-dot kijker. De regeling gebeurt door de mikorganen bij te regelen zodat de hoek van de loop en de miklijn veranderd en de baan van het projectiel de miklijn kruist op het doel.

PRAKTISCHE OEFENING:

Met bovenstaande gegevens heb je voldoende om te bepalen hoe de impact op de schijf zal veranderen als men het wapen naar links of rechts kantelt.

HOE ZIET DE BAAN VAN HET PROJECTIEL ERUIT ALS SCHUIN OMHOOG SCHIET?

We hebben gezien dat de beginsnelheid en de beginrichting van belang zijn. Als we het wapen niet langer horizontaal afschieten maar onder een bepaalde hoek, dan kan men de vector die de beginsnelheid voorstelt ontbinden in een verticale en een horizontale component. De verticale component zal tegengesteld zijn aan de versnelling veroorzaakt door de zwaartekracht.

We kunnen dit terug voorstellen door een voorbeeld. Laten we terug ons voorbeeld nemen van het pistool maar nu de loop een hoek geven van $0,545^\circ$.

Beginsnelheid	240	m/s
Eindsnelheid	160	m/s
Verschil	80	m/s
Per 10 m	8	m/s

	Begin	Eind	Gemidd.	Tijd	Tot Tijd	Drop (d)
0-10m	240	232	236	0,04237	0,04237	0,00881
10-20m	232	224	228	0,04386	0,08623	0,03647
20-30m	224	216	220	0,04545	0,13169	0,08506
30-40m	216	208	212	0,04717	0,17886	0,15691
40-50m	208	200	204	0,04902	0,22788	0,25471
50-60m	200	192	196	0,05102	0,27890	0,38153
60-70m	192	184	188	0,05319	0,33209	0,54094
70-80m	184	176	180	0,05556	0,38764	0,73706
80-90m	176	168	172	0,05814	0,44578	0,97474
90-100m	168	160	164	0,06098	0,50676	1,25963

Hoek loop 0,545 ° Sin 0,55 ° = 0,00951
 Vertikale component = 200 m/s X 0,00951 1,902362 m/s

	Tot Tijd	Vv*t	Drop(d)	Verschil
0m	0,00000	-0,02	0	-0,02
10m	0,04219	0,06	0,0088	0,05
20m	0,08548	0,14	0,0365	0,11
30m	0,12993	0,23	0,0851	0,14
40m	0,17559	0,31	0,1569	0,16
50m	0,22254	0,40	0,2547	0,15
60m	0,27085	0,50	0,3815	0,11
70m	0,32060	0,59	0,5409	0,05
80m	0,37188	0,69	0,7371	-0,05
90m	0,42479	0,79	0,9747	-0,19
100m	0,47944	0,89	1,2596	-0,37

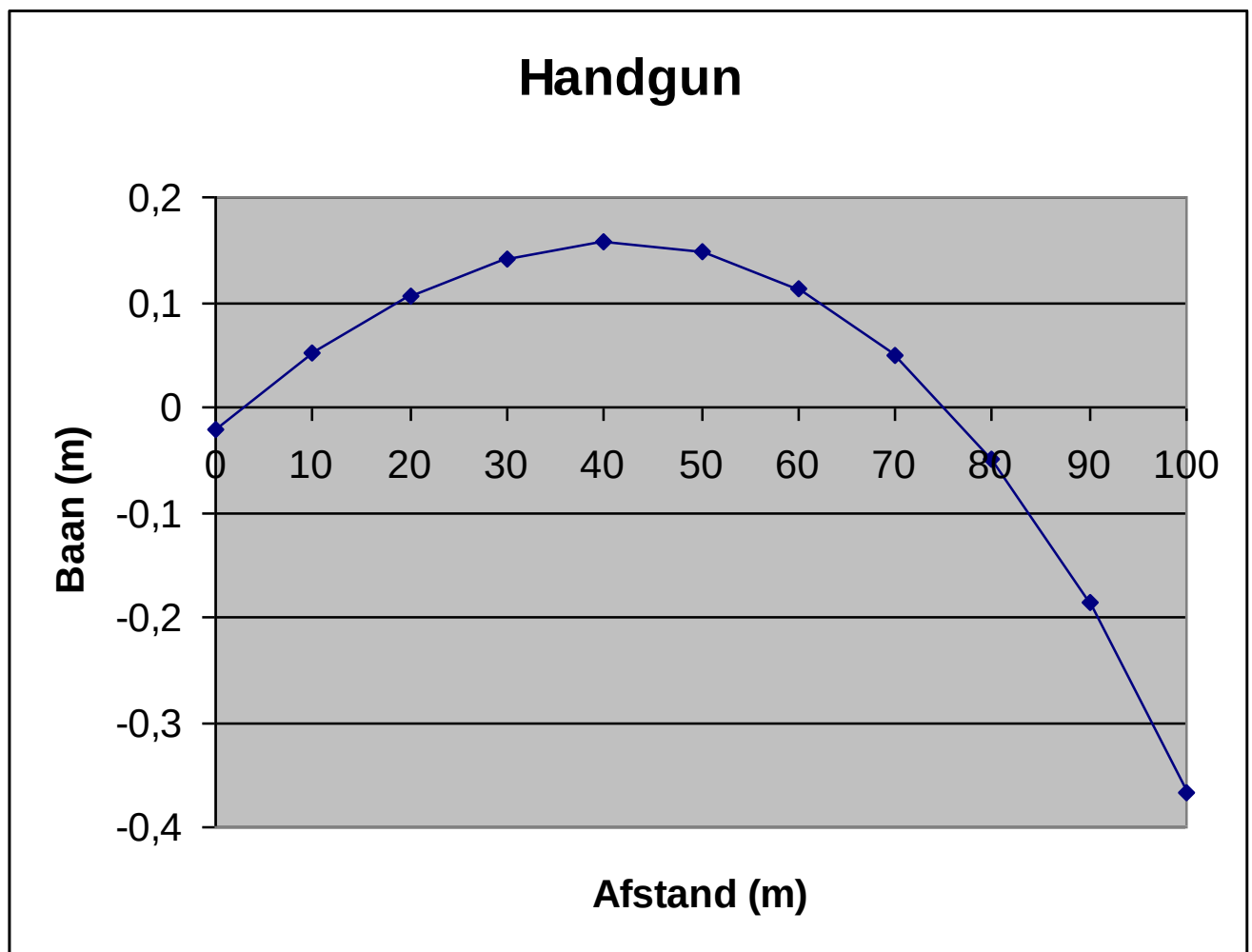
0,1651

We zien uit de resultaten dat onze berekeningen de realiteit sterk benaderen. We vinden in het herlaadhandboek voor een zero op 75 m dat de maximale pijl boven de as gelijk is aan 16,51 cm.

Met onze berekeningen komen we daar op een halve cm van.

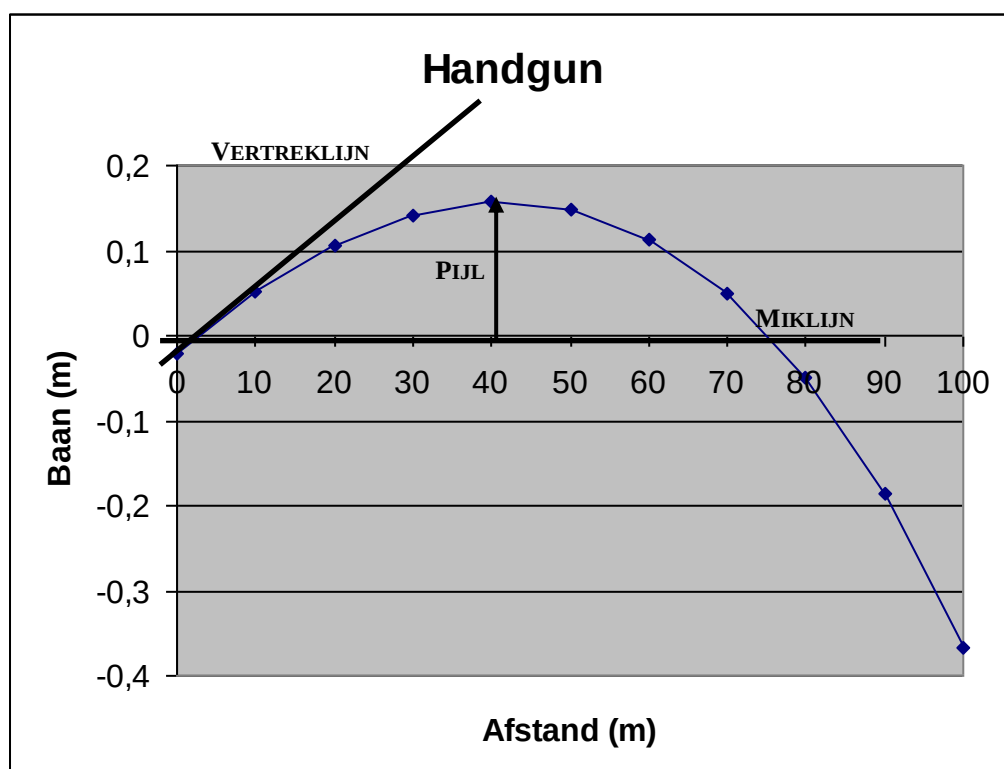
Het spreekt vanzelf dat deze berekeningen een puur voorbeeld zijn van een theoretische benadering en dus heel weinig praktisch nut hebben. Voor de praktische uitwerking gebruiken we de bestaande commerciële programma's.

Als we de curve uittekenen dan krijgen we volgende figuur:



We zien dat de baan van het projectiel begint onder 0, dat is logisch aangezien het midden van de loop zich een zekere afstand onder de mikmiddelen bevindt.

Als we nu de tekening vervolledigen dan krijgen we volgende figuur:



BESLUIT.

Het spreekt vanzelf dat het bovenstaande slechts een sterk vereenvoudigde benadering is van het fenomeen van de uitwendige ballistiek. Het heeft enkel de bedoeling aan de hand van enkele eenvoudige berekeningen de kandidaat een indruk te geven van enkele van de invloeden die een rol spelen bij het schieten.

Verdere uitdieping kan gevonden worden in de literatuur. Ik hierbij vooral de herlaadhandboeken van **Sierra, Hornady, Speer**, en **Vihtuavori** aanraden. Zij geven een goed algemeen beeld en bruikbare tabellen. Wanneer men over een PC beschikt dan kan men beroep doen op commerciële programma's die veel meer mogelijkheden bieden en hun bruikbaarheid al bewezen hebben (**Sierra Infinity Suite**).

Ook niet alle krachten werden besproken, denk maar aan de coriolis-kracht en de magnus-kracht, die bij het schieten op lange afstanden met zwaardere wapens een invloed hebben.

Interessant voor gevorderde studenten in de ballistiek zijn ook:

UNDERSTANDING BALLISTICS door **Robert A. RINKER** (ISBN: 0-9645598-2-X) dit is een eenvoudige populaire benadering maar bevat enkele minder correcte stukken.

A BALLISTIC HANDBOOK door **Geoffery KOLBE** (ISBN: 0-9537537-0-0) dit is een zeer goed boek maar vereist een zekere kennis van wiskunde en natuurkunde om alles te verstaan.

HATCHER'S NOTEBOOK door **Major-General Julian S. HATCHER** (Library of Congress Card Number: 62-12654) Third edition, second print 1966. The Stackpole Company, Harrisburg, Pennsylvania. Een uitstekende verzameling van artikels die door de auteur tijdens zijn lange militaire carrière geschreven zijn. Allerlei onderwerpen betreffende wapens en munitie komen aan bod. Soms wat gedateerd maar altijd interessant.

Hoofdstuk 6: De terminale ballistiek.

Tot nu toe hebben we alles gezien wat er gebeurt met een projectiel vanaf het moment dat de schutter het schot doet afgaan tot het einde van zijn baan. Het projectiel moet op zijn doel ook een zekere uitwerking hebben. Wat die uitwerking zal zijn hangt af van:

- De constructie van het projectiel
- De resterende snelheid van het projectiel
- De invalshoek van het projectiel.

We kunnen drie gebruiken voor vuurwapens onderscheiden:

- de jacht
- de verdediging
- de sport

Ieder van deze gebruiken zal een speciale uitwerking op het doel eisen.

1. De jacht

In de jacht is het de bedoeling het wild zo vlug mogelijk te doden. De projectielen zullen dus zodanig geconstrueerd zijn dat ze bij aankomst het doel doden. Hoe kan men nu iets doden? Door het uitschakelen van een vitale lichaamsfunctie. Dit wordt bereikt door een schot in de hersenen of het verbrijzelen van de ruggengraat. Het projectiel moet dus sterk genoeg zijn om door de schedel of de ruggengraat te dringen. Het zijn gewoonlijk volledig gemantelde projectielen van een groot kaliber en ze worden het meest gebruikt bij gevaarlijk wild (.375 H&H Magnum, .338 Winchester Magnum, .458 Winchester Magnum, .460 Weatherby Magnum, .404 Jeffrey enz).



.375 H&H Magnum (L) & .338 Winchester Magnum (midden)

Een projectiel door het hart zal ook de onmiddellijke dood tot gevolg hebben. Het hart is echter veel moeilijker te lokaliseren. Als men het mist treft men de longen. Beide organen zijn van een eerder zachte constructie, doch ze worden beschermd door de ribbenkast. Men zal dus gebruik moeten maken van projectielen die in staat zijn de ribben te doorboren maar die niet

volledig door de longen vliegen zonder veel schade aan te richten. Bij het schieten naar de longen of het hart maakt men gebruik van expansieve projectielen met hoge snelheid. De constructie van dergelijke projectielen wordt hieronder afgebeeld (zgn. soft point):

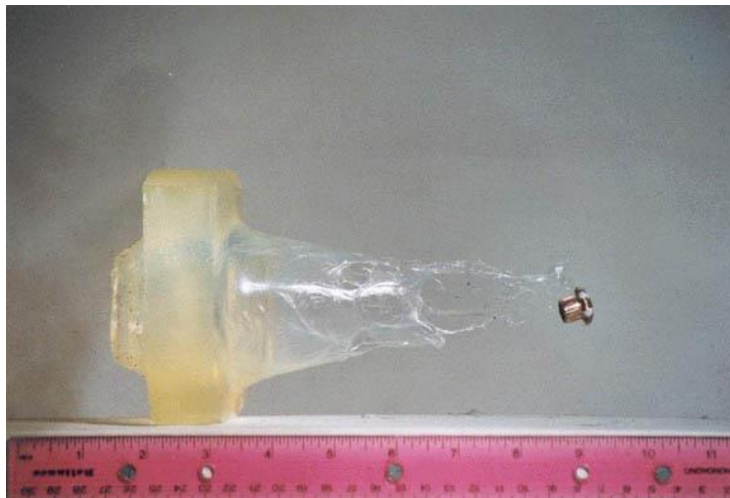


[HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG](http://en.wikipedia.org)

Soms wordt de expansiecapaciteit nog vergroot door het aanbrengen van een holte in de top (Hollow point).



Als een dergelijk projectiel het doel raakt met voldoende resterende snelheid, dan zet het uit tot een veel grotere diameter dan zijn oorspronkelijke. Het wondkanaal wordt dus veel groter. En groter wondkanaal veroorzaakt een grotere bloeding, wat de dood sneller doet volgen.



De dualiteit is nu dat om behoorlijk open te zetten, de expansieve top een bepaalde eindsnelheid nodig heeft. We weten dat de snelheid van het projectiel vermindert gedurende de vlucht. De snelheid die ons hier interesseert is de resterende snelheid als de top het doel bereikt. Maar we weten bij de jacht nooit op welke afstand het doel zich gaat presenteren. De resterende snelheid op 20 meter afstand kan voldoende zijn om het projectiel bij contact te doen uiteenspatten zodat het alleen een oppervlakkige wonde veroorzaakt. Op 600 meter echter kan de snelheid te laag zijn zodat het projectiel helemaal niet meer openzet en gewoon door het wild vliegt zonder veel schade aan te richten. We hebben dus een projectiel nodig dat zowel kan openzetten als doorboren. Een oplossing is het gebruik van Nosler Partition bullets.



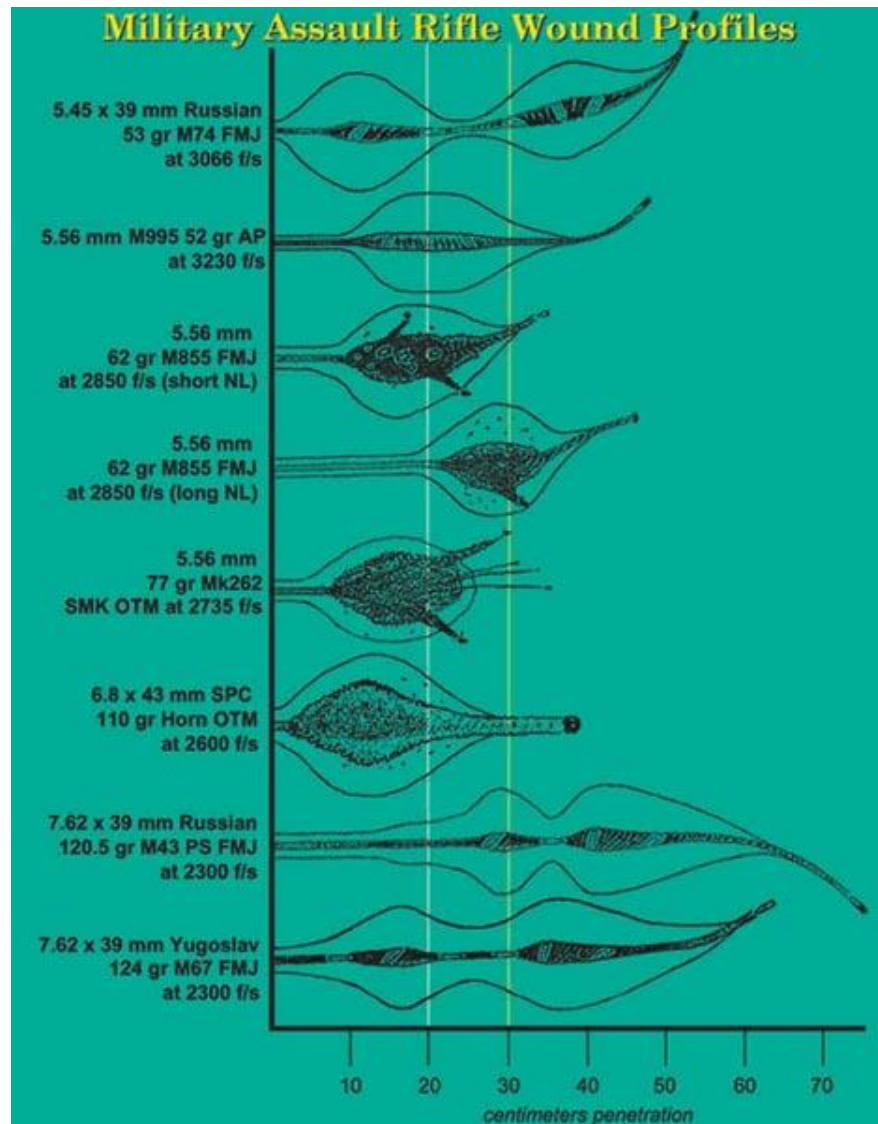
Het bovenste gedeelte is zeer zacht en zet gemakkelijk open, zelfs bij relatief lage snelheden. Als de snelheid echter nog zeer hoog is (op korte afstand), zorgt het harde onderste gedeelte voor een goede doordringing. Het onderste gedeelte is uiteen hardere legering vervaardigd en is in feite volledig gemanteld.

Wanneer men geen gebruik kan maken van expansieve projectielen omdat de mondingsnelheid te laag is, neemt men zijn toevlucht tot een groter kaliber om zo een groter wondkanaal te krijgen. Dit wordt toegepast bij handvuurwapens.

2. De verdediging

Hier kan men nog een onderscheid maken:

- Wapens die voor militaire doeleinden geschikt zijn. Hier is de bedoeling de tegenstander op een afstand van 50 à 800 meter uit te schakelen door hem te verwonden (niet te doden). Een gewonde bezorgt zijn kameraden meer zorg dan een dode, zonder nog te spreken van het psychologisch effect. De conventie van Genève verbiedt hier het gebruik van alle expansieve projectielen, alleen volmantel toppen zijn toegelaten voor het gebruik tegen mensen.

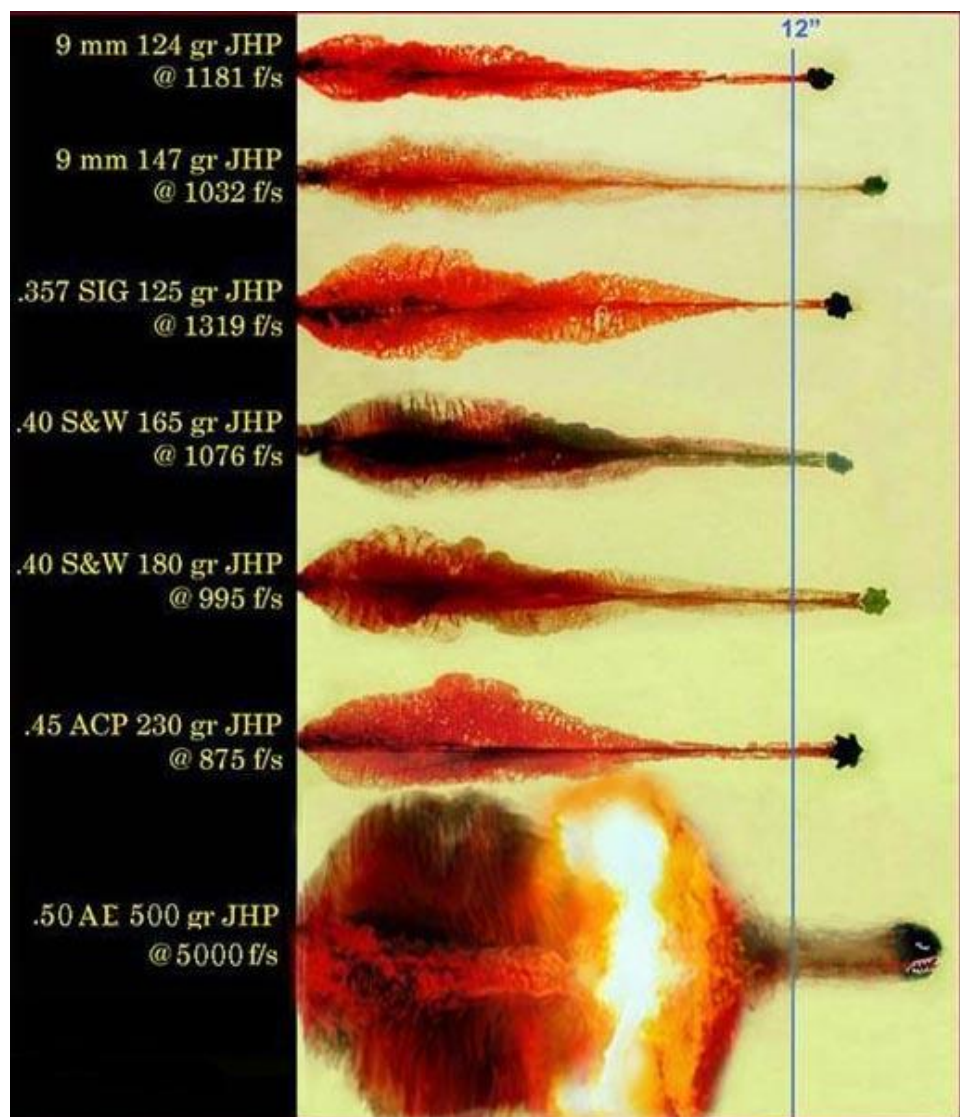


<http://www.gothamsurvival.com>

- Wapens die voor zelfverdediging dienen. Hier is de bedoeling een persoon te stoppen op korte afstand. Inderdaad het kan zijn dat men zich moet verdedigen tegen iemand op korte afstand (minder dan 10m). Het is de bedoeling die persoon ter plaatse te stoppen. Men zal hier zijn toevlucht nemen tot een zwaar projectiel met een groot kaliber dat al zijn energie aan het doel overgeeft zonder het doel volledig te doorboren. In die optiek is de .45 ACP nog altijd een van de beste verdedigingsmunities.



<http://commons.wikimedia.org>



<http://www.gothamsurvival.com>

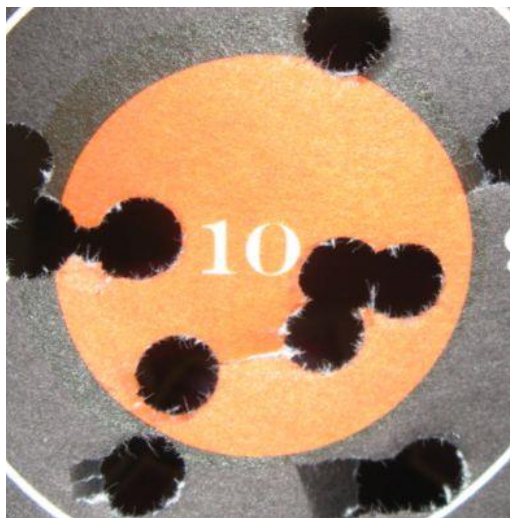
3. De sport

Bij het sportschieten moet de top slechts door een schijf geraken. Er worden dan ook niet veel eisen gesteld qua doordringing of expansie. Ofwel hebben de toppen die gebruikt worden in het sportschieten een duidelijke schouder om mooie ronde gaten te maken of een mooie ballistische vorm met een hoog BC om goede resultaten te halen op lange afstanden.



Wadcutter (WC) & Semi-wadcutter (SWC), <http://www.gunandgame.com>

De term “wadcutter” is Engels voor “schijfsnijder”, dit omdat dergelijke projectielen effectief een stukje karton uit de schijf snijden. Wadcutter (WC) toppen zijn helemaal plat vooraan terwijl de semi-wadcutter toppen (SWC) nog een vooruitstekend deel hebben.



wadcutter gaten, <http://capnbob.us>

Ook in de luchtdruk wapens worden WC gebruikt. Hier een “hollow base” wadcutter.



<http://en.wikipedia.org>



<http://airgun-academy.pyramydair.com>

Een andere sport is het silhouetten schieten. Hierbij wordt geschoten op metalen vormen van dieren die op verschillende afstanden worden geplaatst. Deze moeten omvallen om mee te tellen op de score. Voor deze tak van de schietsport gebruikt men projectielen die gemanteld zijn en praktisch niet vervormen.



<http://en.wikipedia.org>



<http://dwcollectors.org/>



<http://bulletin accurateshooter.com>