



**NORSK
HÅNDSVERKSINSTITUTT**
SENTER FOR IMMATERIELL KULTURARV

Årsrapport 2020

Mekanikk og funksjon i Girardoni M1780

**Av Alf Helland, Børsemakarfaget
Stipendiat i håndverk ved Norsk Håndverksinstitutt
28.05.2020**

Innhald

Innhald	2
Innleiing:	3
Problemstilling	4
Metode	5
Proessen, steg for steg:	6
1: Me kartlegg fakta:.....	8
2: Me lagar låsen:.....	10.
3: Låskassen.....	13
4: Lademekanismen.....	14
5: Systemet som ein heilskap:.....	18
Resultat:	20
Litteraturliste	22



System Girardoni M1780: Original (No.42, Waffnenmuseum Suhl) og kopi (nedst)

Innleiing:

No er eg i det tredje og siste året av stipendiatperioden min. Det fyrste året gjekk med til å lage verkstad, mure omn, lage tremodellar og støype låskasse samt andre delar i messing. Andre året gjekk med til å rekonstruere lufttankane og ventilane til rifla. I år har eg konsentrert meg om sjølve låsen og skjeftinga av geværet.

Denne rapporten handlar om mitt forsøk på å kopiere det mekaniske systemet til den austerriske luftrifla Girardoni M 1780 og kva for utfordringar eg møtte undervegs. Uansett kva for ein tidsepoke me er i, vil handverkaren stå ovanfor dei same utfordringane. Difor vil også mange av dei handverksmessige grepa vere dei same no som for 200 år sidan. Denne rapporten vil freiste å kaste lys over kor vanskeleg det er å rekonstruere ein historisk modell utan den inngåande materialkunnskapen og den spesialkompetansen som handverkarane i området rundt Wien hadde for over 200 år sidan. Denne kompetansen omfattar erfaringsverdiar som er gått tapt opp gjennom tidene og som no difor må avdekkast på ny, ein etter ein.



Problemstilling

Hovudproblemstilling: Sidan Girardoni konstruerte denne rifla på slutten av 1770-åra er det få i verda som har klart å kopiere prestasjonane til geniet frå Cortina D'Ampezzo. Det hemmelege patentet på rifla vart frigjeve rett etter napoleonskrigane, i tida rundt 1815. Etter det var det eit fåtal sivile børsemakarar på kontinentet som laga forseggjorte kopiar tiltenkt jakt og rekreasjon for adel og kongehus. Desse riflene var populære og effektive, nokre av dei vart til og med brukte til storviltjakt. I dei nordiske landa vart det også gjort forsøk på å kopiere Girardonrifla til militært bruk, men eksperimenta vart gitt opp ettersom utgangsfarten på prosjektilet ikkje nådde stort over 100 m/s (360km/t). Vil me klare eit betre resultat i dag enn børsemakarane på Kronborg Geværfabrik klarte i 1820?



Underproblemstillinger: Kor ligg utfordringane i systemet? Er dei av mekanisk art? Dette var så interessant at eit slikt mysterium måtte eg berre til botnar i.

Metode

Sidan våpensystemet var ein militær løyndom til utpå 1790-talet og me ikkje kjenner til skriftlege kjelder som omfattar sjølve tilverkinga av våpenet, er det lite anna å gjere enn å studere eksisterande museumsoriginalar. Utifrå verktyspor og fysiske mål av originale våpen må me slutte oss til korleis det vart laga med den teknologien som handverkarane då hadde.



Tradisjonsbærarar som enno kan kunsten å lage slike luftvåpen har eg enno ikkje funne. Ernest Eugene Cowan, som laga ein kopi av rifla til Lewis og Clark, døydde den 12.august 2018 i Chambersburg, Pennsylvania. Etter det eg veit, er han den einaste i nyare tid som har klart å rekonstruere rifla utan å ty til syntetiske material og altfor moderniserte produksjonsteknikkar.

Dette arbeidet er likevel meir enn ein direkte kopi av eit museumsobjekt. Det har vore eit praktisk studium av eit spesielt fenomen i våpenhistoria som har hatt mange soger knytt til seg. Mange har lurt på kvifor rifla etter knappe tredve år brått forsvann ut av historiebøkene. Var det fordi ho var for komplisert? For svak? Var ikkje tida mogen til å ta imot ei slik oppfinning? Kva var eigentleg rifla god for? Eg var ein av dei som stilte meg alle desse spørsmåla og fleire til. Det var berre ein ting å gjere; prøve å rekonstruere etter beste evne og så måle kulefart og innslagskraft ved praktisk skyting etterpå. Fartsmålaren (kronografen) og treplankane synsar ikkje, dei kjem med objektive svar. Frå England har me uttrykket «The proof of the pudding is in the eating.» Det vart ein del av metoden.

Eg må likevel få takke Geoffrey Baker og Colin Currie som gjennomførte ei grundig undersøkjing og oppmåling av ei original rifle som no ligg på Royal Armouries i Leeds. Dei gav ut eit skrift i 2002, «The Construction and Operation of the Air Gun Volume 1: The Austrian Army Repeating Air Rifle» som eg har brukt som samanlikningsgrunnlag for mitt praktiske studium. Deira arbeid har vore til uvurderleg hjelp.

Proessen, steg for steg:

1: Me kartlegg fakta:

Kva veit me om eksperimenta som vart gjennomført i dei nordiske landa etter 1800 med pneumatiske rifler av Girardoni M1780-typen?

Dette er eit godt spørsmål. Me har berre skriftlege kjelder å støtte oss til og dei er noko varierende og usikre. Det me veit, er at den danske kong Frederik VI. får

overrekt nokre sivile kopiar av Girandonirifla etter Wienerkongressen i 1815. Desse våpna er laga av den berømte Joseph Contriner i Wien, og i Kronborg Geværfabrik ved Øresund vert det gjort forsøk på å kopiere våpna. Testforsøk i 1820 viser ein munningsfart på om lag 104m/s eller 330 fot per sekund, sjølv om tankane er fylt med eit trykk på ca. 50 bar. (Hoff, s.72). Ei liknande rifle, laga av Joseph Lowenz i Wien i 1792, klarer ein munningsfart på ca. 500 fot per sekund (157m/s) med eit trykk på 34 atmosfærar og skyt dei fyrste 12 kulene gjennom eit 25mm tjukt bord.



I Sverige vert det også gjort forsøk på å finne ut om Girardonisystemet kan brukast til militære formål: I 1815 kjøper den svenske regjeringa eit eksemplar av ei rifle frå Joseph Lowenz og gjennomfører forsøk. Me veit ikkje noko meir konkret om desse forsøka enn at dei vert avbrotne fordi dei ikkje oppfyller forventningane til den svenske regjeringa. I månadane januar til mars 1822 vert det gjennomført forsøk under leiing av den norske artillerioffiseren C.F. Borkenstein. Desse forsøka går ut på å samanlikne gjennomslagskrafta til vindrifler samanlikna med gjennomslagskrafta til konvensjonelle rifler. Testane

vert utførte med krutladningar som tilsvarar halve kulevekta og konkluderar med at luftrifla har ei gjennomslagskraft som tilsvarar to tredjedelar av ei krutdriven rifle.

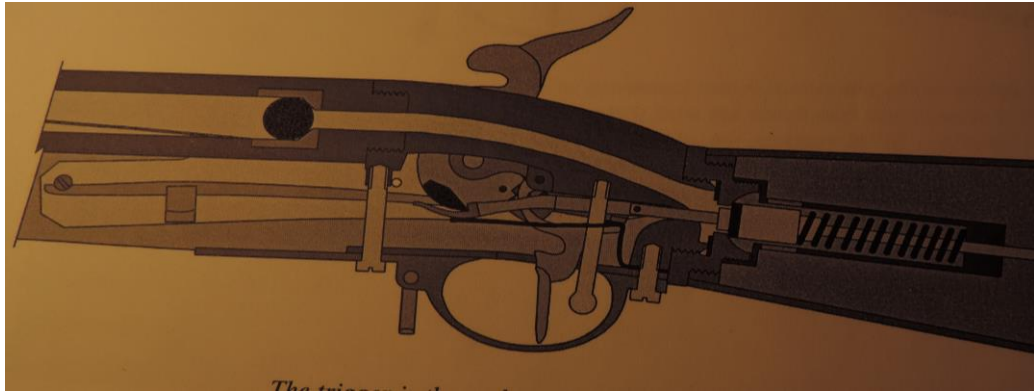
Mitt utgangspunkt vert difor dette: Klarar me å få vindrifla til å skyte ei kule med høgare utgangsfart enn det som vart gjort på Kronborg i 1820? Over 100 m/s? Vil me klare å lage ei børse som er like kraftig som rifla til Joseph Lowenz?

2: Me lagar låsen:



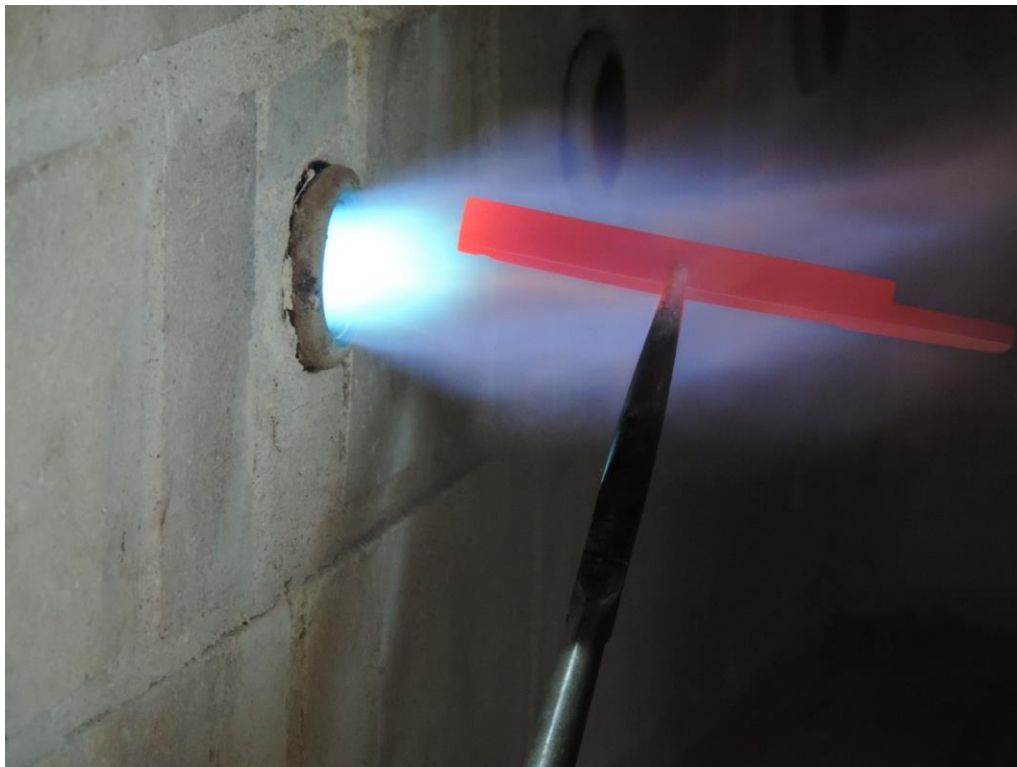
Låsen ti Låsen

Låsen i denne rifla har mykje til felles med ein perkusjons-eller flintlås. Me har ein utvendig hane som vert spent av ei slagfjør og ein fjørspent avtrekkshake med spennstykke, festeplate og spennro. Her endar også likskapen: Hanen har ikkje noko funksjon utvendig. Han skal korkje slå på ei tennhette eller føre ein flint mot eit stykke stål og lage gneistar. Hanen fungerer som oppspennar. Spennstykket, som står som ei forlengjing av hanen innvendig, overfører krafta frå slagfjora og sler eit skeiforma stålstykket bakover. Dette stålstykket har ein nålliknande ende som sler inn i ventilen horisontalt og opnar for flasketrykket.



Fjøra

er enkeltarma, svært tjukkk og fjørarmen er kort. Alt dette optimaliserar fjørkrafta og minimerar utløysingstida. Teknisk sett er me heilt i grenseland av det som er mogeleg å få til.



Fjøra er utsett for svært store påkjenningar. Å lage fjøra slik at ho maktar å overvinne flasketrykket og samstundes ikkje knekke under belastninga, var ikkje lett. Det gjekk fleire forsøk før eg fekk dette til. Ei utfordring var å få strukturen i fjøra homogen. Ho måtte ikkje vere for hard. Då knakk ho. Ho måtte ikkje vere for mjuk. Då klarte ho ikkje å halde på stillingsenergien og trøytna. Forsøk vart gjort med fjørstål som C75 og 67SiCr5. Eg herda og anløpte over flamme, slik eg må tru at Girardoni også gjorde. Båe stålqualitetane fungerte godt, men som med slagfjørerer flest, det var avgjerande å treffe herdinga perfekt. Då eg studerte

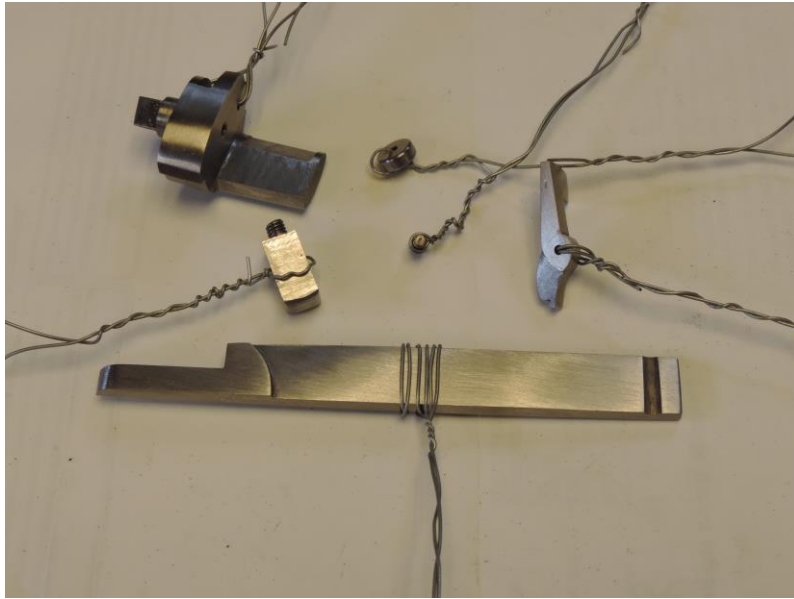
Girardonirifle No 42 i Suhler Waffenmuseum, fekk eg sjå at også børsemakarane på den tid hadde sine problem med strekksoner og stuksoner i den korte fjørarmen, og at dei difor filte inn avlastningshakk i fjøra, sjå biletet under:



Eg kopierte ikkje desse hakka, ettersom eg ikkje hadde sett desse i andre Girardonirifler, men laga fjøra heilt plan.



Avtrekkshake (høgre), festeskruer for fjør(venstre), valse og stift til valse (midten) og spennstykke (øvtst til venstre) laga eg i ulegert verktystål i kvaliteten C45, slik eg tru også Girardoni må ha gjort.



Eg valde å anløpe (avherde) delane ved å leggje dei i brennande planteolje ei kort stund. På den måten kunne eg sikre meg at delane vart jamnt avherda. Valsen (øvt i midten av biletet) er ein interessant del av låsen. Denne delen er montert i underkant av spennstykket og sikrar at slagfjora møter minimal friksjon. Såleis kan ein større del av fjørkrafta nyttast til å drive spennstykket bakover.. Ettersom den verksame armen berre er halvparten av fjørlengda, får fjora i tillegg ekstra slagkraft. Ei konvensjonell, dobbeltblada slagfjør ville ikkje kunne overført desse store kreftene.

3: Låskassen:

Låskassen si oppgåve er å halde låsplate med låsdelar på plass. Vidare skal låskassen binde saman avtrekk, løp og trykklufttank. I rapporten for 2018 vart låskassen støypt. I år vart han forsynt med gjenge framme og bak samt boringar til låseplate, sideplate, avtrekk og anna. Ei stor utfordring i denne samanhengen var å bore ut den integrerte kanalen som skal føre lufta frå reservoaret til løpet.



Denne kanalen går i ein boge, og boringa måtte difor gå føre seg frå to kantar til ein nådde fram i eit felles punkt. Etterpå måtte boringa opnast i begge ender med fil og overflata glattast utan at den krumme kanalen kom i konflikt med gjenger eller den langsgåande ribba i låskassen som utgjer luftkanalen.

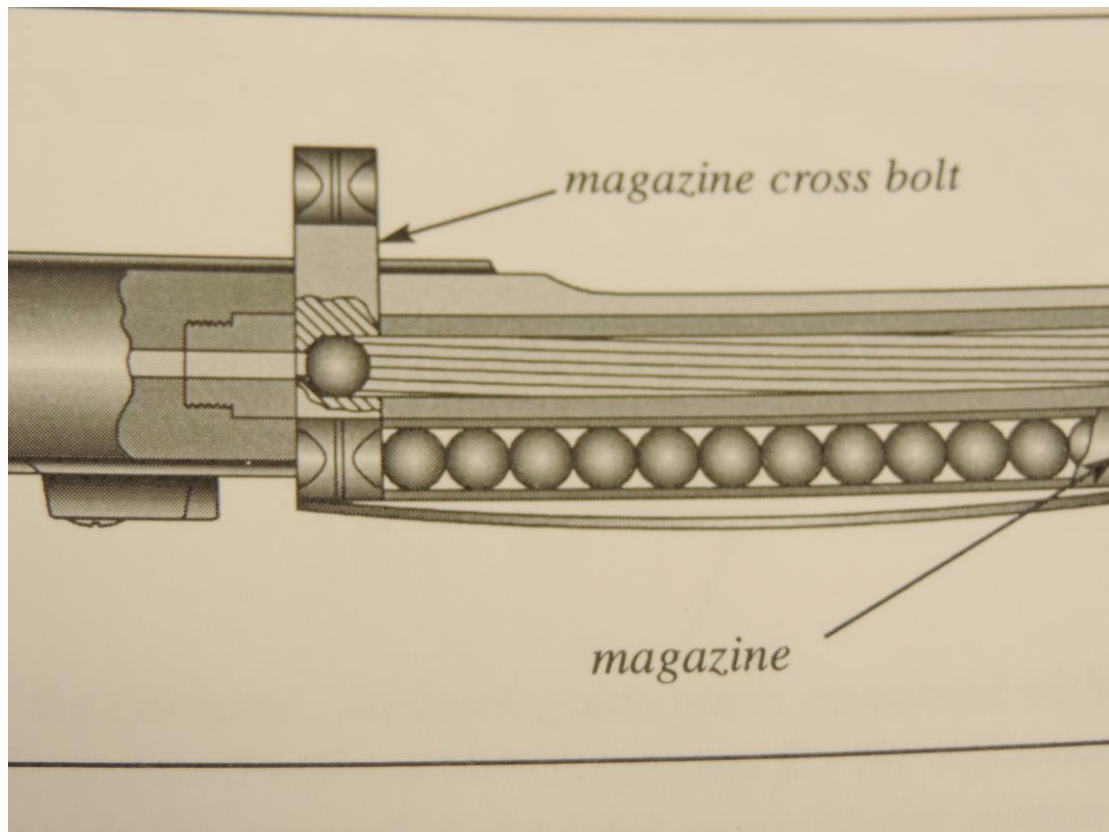


På biletet over meislar eg randa som skal halde sjølve låsplata og sideplata i messing på motsett side. Det er uvanleg at låsplata vert helden på plass av låskassen. I vanlege flintlås-og perkusjonsrifler er som regel låsplata omslutta av tre heile vegen. Her er det berre trevirke i underkant.

4: Lademekanismen:

Denne mekanismen må seiast å vere det mest «girandonske» og nyvinnande ved rifla. Edward H. Knight skriv i verket sitt «Knight's American Mechanical Dictionary» at den franske børsemakaren Jean Marin Le Bourgeois frå Lisieux i Normandie skal ha laga ei vindrifle som fungerte med forkomprimert luft på tank allereie så tidleg som i 1602. Det som er så revolusjonerande med prinsippet til Girardoni, er at magasinet er på sida og ladearmen er eit kvadratisk stykke stål

som glir fram og tilbake mellom magasin og løp:



Kvadratiske endestopparar på toppen regulerar rørsla til skuvaren og gjer at det berre finst to definerte posisjonar: Skuvar sentrert i magasin og skuvar sentrert over pipe. Skuvaren er fjørbelasta: Eit press frå tommelen flyttar skuvaren mot magasinet der han hentar ei kule frå magasinet. Slepper ein opp, vil skuvaren automatisk returnere til utgangsposisjonen sentrert over løpet.

Det vanskelege med denne løysinga er å få kammeret tett. Når komprimert luft strøymer ut gjennom luftkanalen i bakkant, vil det oppstå eit trykktap. Dette tapet kan minimerast dersom pasninga mellom firkantboring og skuvar er så perfekt som det går an. I denne samanhengen er det snakk om mindre enn ein hundredels millimeter. Dersom pasninga er for stram vil skuvaren bite seg fast og systemet slutte å fungere. Dette skjedde ein gong for meg:



Resultatet vart at eg måtte file til ein ny skuvar, og eg lærte ein viktig ting: Systemet er svært ømfintleg for smuss. Difor er det viktig at alle delar av lademekanismen vert haldne heilt reine.

Den kvadratiske utsparinga i løpet var også ei utfordring. Det er sannsynleg at Girardoni brukte ein firkantbrottsj til dette, slik som låsmakarane nytta for å lage innvendig prismeform på hanar:



På prototypen sin brukte han nok fil og meisel for å få pasninga perfekt.



Eg gjorde det same. Det var spesielt viktig å bruke meisel for den innvendige firkanten, slik at hjørna vart så kvasse og rette som mogeleg. Denne gjennomføringa var svært arbeidskrevjande, men absolutt naudsynt for å skape grunnlaget for ei god glidepasning. Alle vinklar måtte stemme med kvarandre, og alle flater måtte vere parvis heilt parallelle. For å få dette til, valde eg å bruke passbitar, egglinjal og eggvinkel for å kontrollere om anleggsflatene og passbitane låg lystett attåt kvarandre.



Den siste hundredelen vart leppa inn med eit fint bryne. Eg nytta eit fint trekanta Arkansasbryne som eg hadde retta av på førehand:

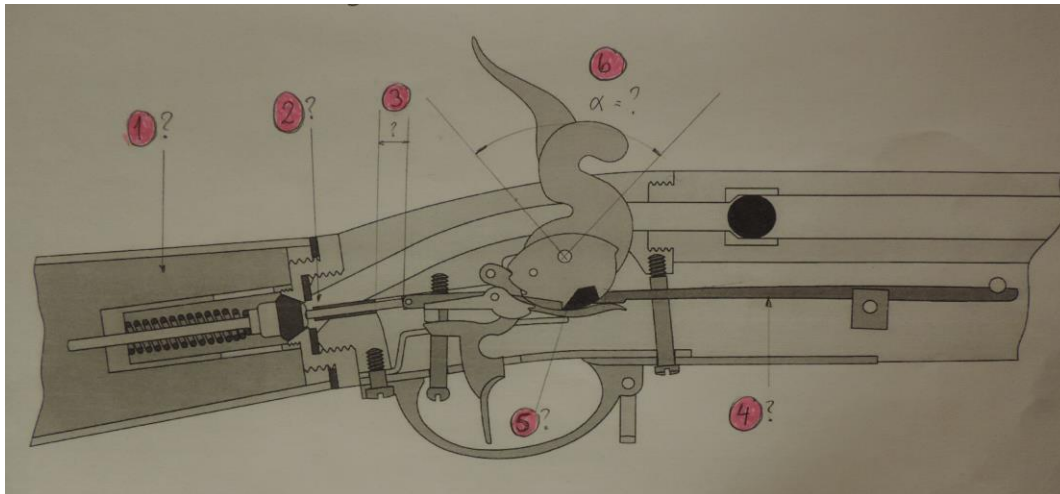


5: Systemet som ein heilskap:

Dette har eg sett opp som eit eige punkt. Grunnen er at ein nitid og akkurat kopiering av kvar enkelt del ikkje vil nytte dersom delane ikkje er perfekt tilpassa til kvarandre. Girardoni M1780 kan sjå ut som eit enkelt konsept, men det er mykje meir komplisert enn som så: Formålet med lås og låskasse er å porsjonere like mykje luft ut frå tanken kvar gong og leie lufta mot prosjektilet utan lekkasjar. Det er nesten umogeleg, med tanke på at trykket i tanken vert redusert for kvart skott.

I denne samanhengen spelar fjørkrafta frå slagfjøra ei stor rolle. Me veit ikkje kva fjørkraft dei originale riflene hadde, ettersom det ikkje var mogeleg å forspenne originalvåpna på musea. Likevel, ettersom denne krafta i utgangspunktet er konstant, vil ventilen pressast lengre inn når trykket i tanken er lågt enn når det er høgt. Ei større luftmengd vil då strøyme ut av tanken og til ein viss grad kompensere for trykkfallet. Etter eit visst tal på skott vil likevel trykket ha falle så mykje at luftmengda ikkje klarar å utlikne trykkfallet. Då vil utgangsfarten til

prosjektilet verte tydeleg mindre og kulebana krummare.



Utforming, kvalitet og tilstand til pakningane og tettingane rundt bakenden på låskassen (2) er også med på å avgjere kva fart me kan få på kula. Slaglengda på nåla (3) spelar også inn. Er ho for kort, vil ikkje ventilen haldast inne lengje nok til at luftmengda inn i kanalen vert maksimert. Er nåla for lang, vil luft kunne sive ut mellom avfyringane.

Vinkelen til skeia og utforminga av grepet mellom spennstykke og skei (5) er to andre moment som kan spele inn. Utforminga av hakket avgjer kor lengje spennstykket er i kontakt med skeia og difor kor langt nåla kan pressast inn i ventilen. Vinkelen på skeia styrer kor stor del av kreftene som kan overførast frå spennstykket til nåla.

Resultat:

For å kunne finne ut korleis systemet fungerte og kva resultat me kunne få, var det ein måte å gjere det på: Å prøveskyte rifla. Dette vart gjort med kronograf, slik at me kunne klare å måle utgangsfarten på prosjektilet. Rundkulene i kaliber .457 vart støypte i reint bly:



Deretter vart kulene smurt med ei blanding av talg og bivoks. Kronografen som vart nytta var ein tysk VM25 frå Weinlich Steuerungen GmbH. Flaska vart fylt til eit trykk på 55 bar.



Resultata overraska meg:

Ved 55 bar løyser ikkje ventilen ut. Dette kan ha to årsaker, trur eg:

Den fyrste grunnen kan vere at slagfjóra er for svak. Dette kan ein knapt tru, ettersom ho er halvannan gong så kraftig som fjóra til ein vanleg perkusjonslås. Det kjennest i fingrane når ein spenner hanen. Den andre årsaka kan vere at vinkelen mellom skei og spennstykke ikkje er korrekt. Når hanen slår ned og spennstykket vert drive bakover, vert skeia slege ned i staden for bak.

Når flasketrykket vert redusert til ca. 35 bar, er situasjonen ein heilt annan: No får spennstykket tak i ventilen, opnar han og bles kula ut av løpet. Kronografen viste varierende resultat. Typisk var ein utgangsfart på rundt 125 m/s som fall til 90m/s etter 6-7 skot. Med godt smurte kuler og nye pakningar fekk eg fleire gongar fartar over 130m/s. I eit tilfelle fekk eg ein kulefart på 137,2 m/s:



Dette er 20m/s mindre enn rifla til Joseph Lowenz og over 35m/s meir enn i forsøka til Kronborg Geværfabrik. Slik såg furustubben ut på 20 meters avstand:



Som det går fram av biletet ovanfor, var krafta stor nok til å trykke ei blykule fullstendig flat. Når ei kule traff ei annan, vart kohesjonskrafta så stor at dei vart «sveisa» saman. Eit slikt fenomen trudde eg ikkje skulle oppstå ved kulefartar i overkant av 120m/s.

Konklusjonen er eintydig: Me har overgått resultata til dei dansk-norske forsøka i 1820-åra. Det er heller ikkje langt att til me er på høgde med prestasjonane til dei austerrikske vindriflemakarane. Fram dit manglar me berre 20m/s eller ca.76km/t. Kopien av ekspedisjonsrifla til Lewis og Clarke som Ernie Cowan laga, klarte ein munningsfart på 128 m/s. Dette skriv Ulrich Eichstädt i artikkelen sin «Großvater lässt grüßen» i spesialutgåva av bladet «Visier» i 2007.

Har me no den høgaste utgangsfarten i ein moderne kopi av rifla? Kva ville skjedd om me hadde fått ventilen i flaska til å løyse ut på 55 bar, eit trykk som er meir enn halvannan gong så høgt? No har eg laga ei ny og kraftigare slagfjør og er i gong med å forme ferdig forskjeftet. Forskjeftet er nemleg også viktig: Under skeia ligg det ei bladfjør som skal syte for at skeia alltid har eit viss press oppover. Vert kreftene bakover for store, sviktar no fjøra og slepper skeia ned før ho kan føre nåla inn i ventilen.



Spennstykket er i kontakt med skeia. Bladfjora nedanfor pressar skeia oppover. Vil skeia klare å presse nåla inn i ventilen og opne for lufta på over 50 bar?

Treverket som skal liggje mellom denne fjora og underbeslaget der avtrekkjaren sit trur eg kan avhjelpe dette: No kan skeia få eit auka trykk nedanfrå og motstå det vertikale vektoren frå krafta til spennstykket. Slik kan skjeftet vere med på å overføre den fulle fjørkrafta direkte til skei og nål. Om dette vil fungere, vil eg få vite om nokre månader. Då er skjeftet ferdig, låsen har ei sterkare slagfjor og rifla er klar til ny uttesting.

Eitt er sikkert: Girardonirifla er eit fantastisk stykke ingeniørkunst som har meir i seg enn ein kan sjå ved fyrste augnekast. Det er slett inga ertebørse....

Litteraturliste:

Visier Special No.46: «Schiessen mit Druckluftwaffen», 2007

Eldon G. Wolff: «Air Guns», Milwaukee Public Museum, Publications in History 1, 1967

Geoffrey Baker og Colin Currie: «The Construction and Operation of the Air Gun, Volume 1 The Austrian Army Repeating Air Rifle», 2006

Paul Parey & Arne Hoff: "Windbüchsen und andere Luftdruckwaffen", Verlag Paul Parey Hamburg und Berlin 1977, ISBN 3-490-08212-5