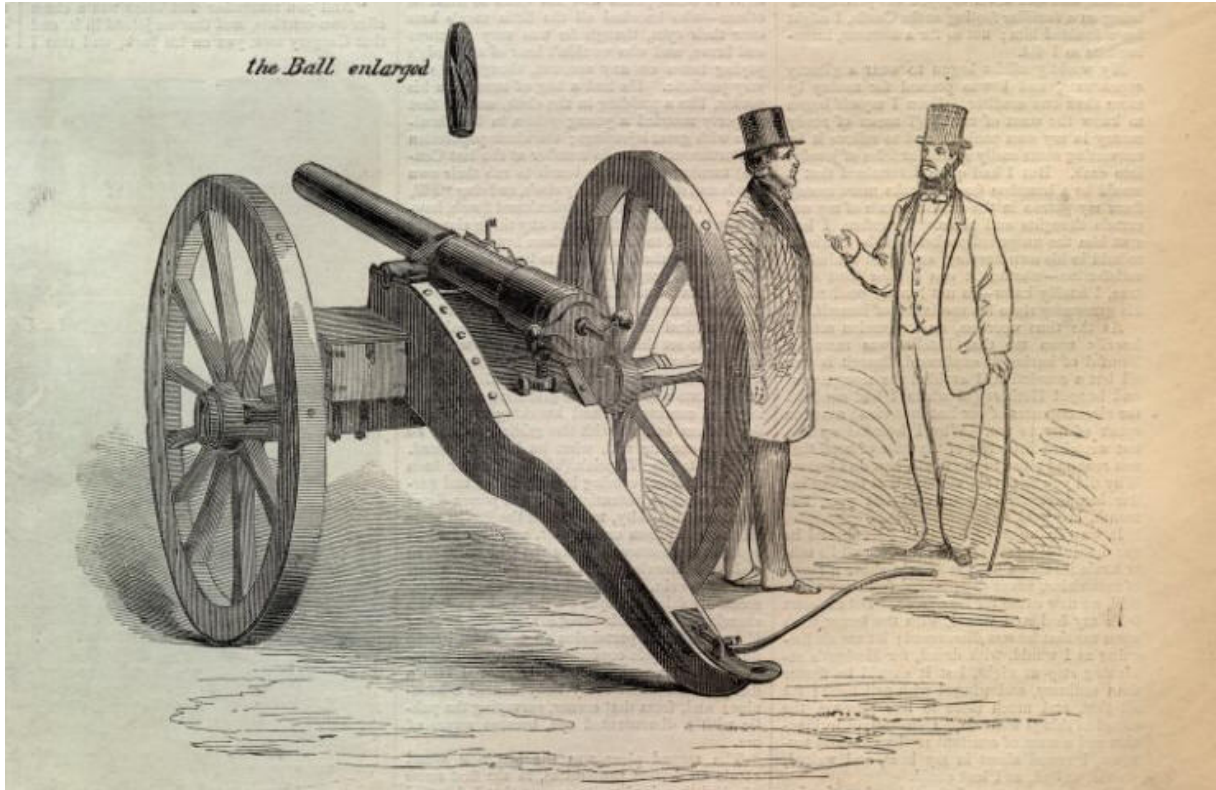


Sir. Joseph Whitworth

Deel 3 : De vuurwapenconstructeur

Door: Jan van Gelderen



Afbeelding 3.1 Gravure uit een krant met als onderschrift: "Een Whitworth kanon dat in Engeland wordt gepresenteerd aan de Amerikaanse overheid.". Afbeelding afkomstig van www.sonofthesouth.net.

Inleiding

In deel 1 werd verteld dat dit artikel is ontstaan naar aanleiding van een origineel document, genaamd "For rifle corps to be armed with the Whitworth rifle". In Deel 2 wordt het levensverhaal en de verdiensten van Sir Joseph Whitworth als machine fabrikant beschreven.

In deel drie wordt het leven van Joseph Whitworth in de periode van 1850 tot 1887 behandeld. Dit is de periode waarin Joseph Whitworth zich met vuurwapens is gaan bezighouden.

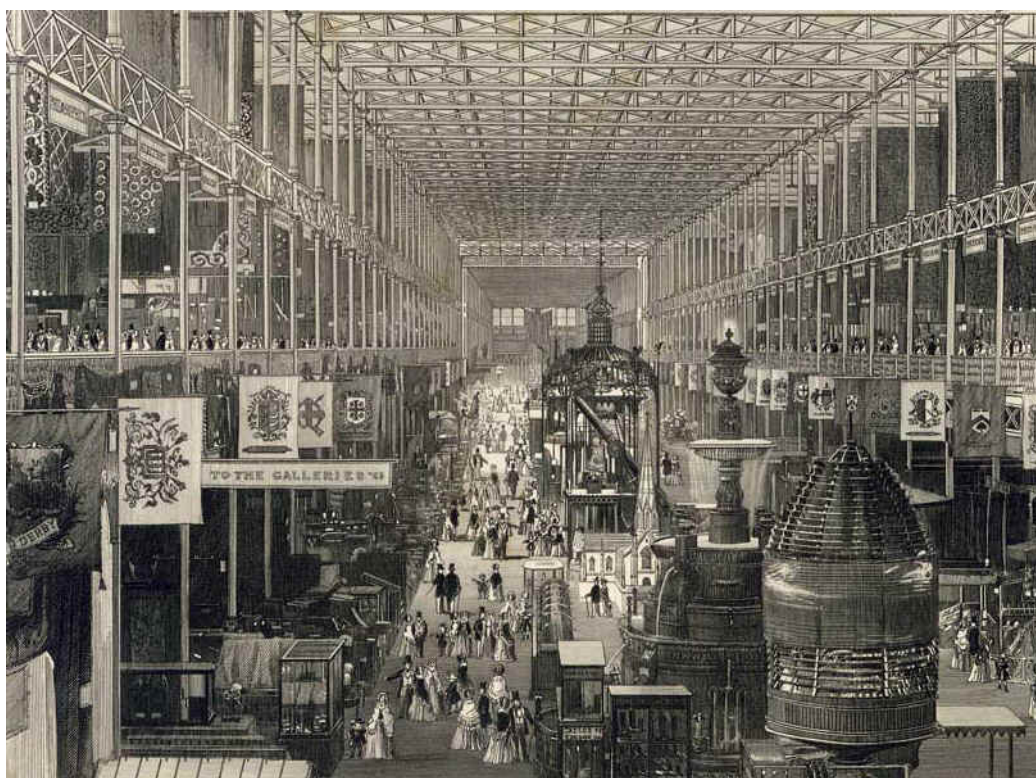
Allereerst wordt er beschreven hoe Whitworth met de constructie van vuurwapens in aanraking is gekomen. Vervolgens wordt er iets verteld over de ontwikkelingen van de staalbereiding. Daarna komt het bijzondere Whitworth geschut aan bod. Ten slotte wordt er aandacht besteed aan zijn laatste levensjaren.

De wereldtentoonstellingen

Koning Albert organiseerde in 1851 de eerste Great Exhibition (wereldtentoonstelling). De wereldtentoonstelling was initieel bedoeld om de industriële, militaire en economische voorsprong van Groot-Brittannië te tonen. Een nationale tentoonstelling zou geen recht doen aan de verdiensten van de vele Britse Koloniën. Daarom moest de Great Exhibition een

internationaal karakter krijgen. De tentoonstelling werd gehouden in het speciaal daarvoor gebouwde Crystal Palace in Hyde Park, Londen. Het werd een groot succes. 6 miljoen mensen, uit alle lagen van de bevolking, kwamen de producten van de 17.000 deelnemers van deze industriële tentoonstelling bekijken.

De Amerikaanse stands met handvuurwapens maakten veel indruk en stonden zeer in de belangstelling. Nederland was alleen vertegenwoordigd met een kleine stand met Delfts blauw. De stand van de Duitsers baarde eveneens weinig opzien maar was wel voorzien van een Krupp kanon. Joseph Whitworth was een extreem ambitieuze man en schaamteloos in het promoten van zijn bedrijf. Whitworth was vertegenwoordigd met de grootste stand van de gehele tentoonstelling. Niet zonder succes, want hij won meer onderscheidingen dan iedere andere deelnemer.



Afbeelding 3.2 Interieur van het Crystal Palace tijdens de wereldtentoonstelling van 1851. Het Crystal Palace bestond voor een groot deel uit gietijzer en glas. Afbeelding afkomstig van het Internet, http://www.digischool.nl/ckv2/romantiek/crystal/grote_tentoonstelling.htm.

Vanwege het grote succes werd er een tweede wereldtentoonstelling gehouden in 1853 in New York. De Engelse strijdkrachten waren er zich van bewust dat de fabricagemethoden van de Amerikaanse handvuurwapenproducenten veel moderner waren dan de fabricagemethoden in Engeland. Whitworth werd daarom gevraagd om op te treden als Brits gevolmachtigde van de Royal Commission voor de wereldtentoonstelling in New York.

Whitworth reisde naar Amerika, nog voordat de tentoonstelling gestart werd, om te gaan kijken naar de Amerikaanse productiefaciliteiten. Er was in die tijd een opkomende trend naar massaproductie. Hij was onder de indruk van de arbeidsbesparende productiemethoden en zou een aantal van deze concepten in zijn eigen fabriek gaan doorvoeren.

Nadat Whitworth was teruggekeerd van de wereldtentoonstelling in New York informeerde hij in maart 1858 het Parliamentary Select Committee on Small Arms. Zijn prognose was dat het gebruik van moderne metaalbewerkingmachines zou leiden tot goedkopere en meer

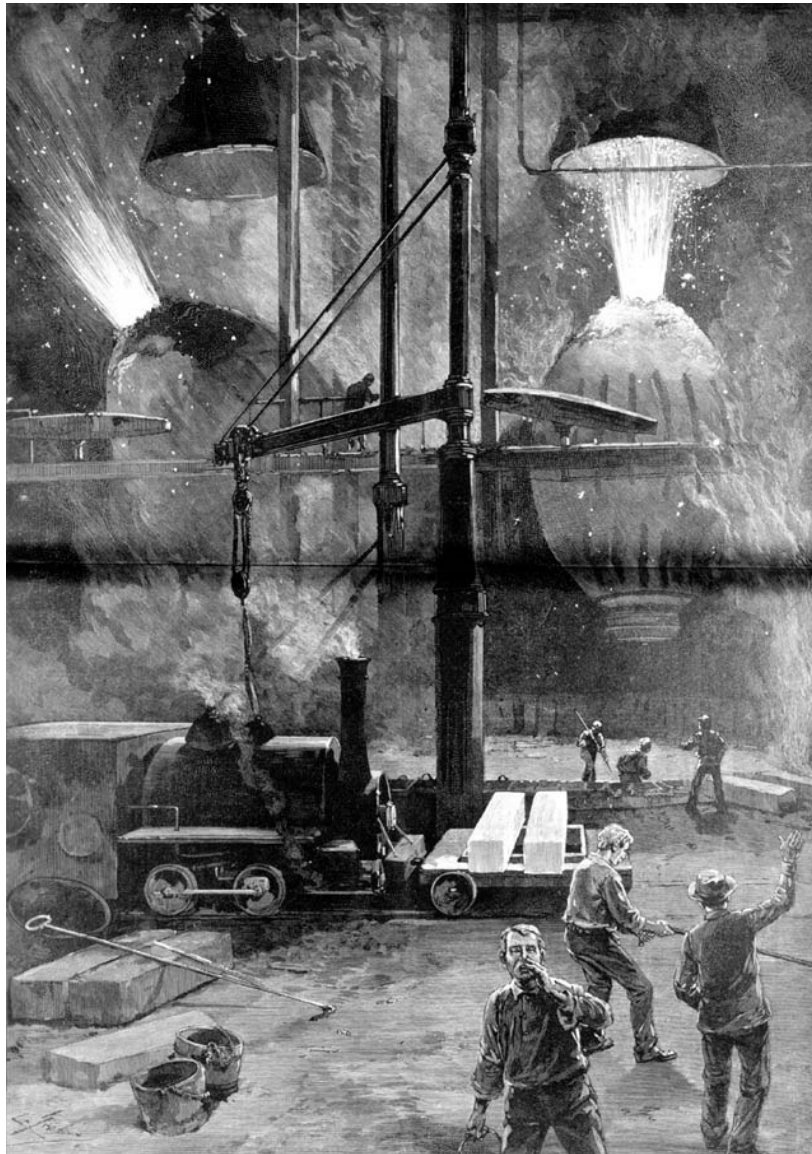
nauwkeurig gemaakte vuurwapens. Whitworth hoopte op een overheidsorder voor de vervanging van het machinepark van de Royal Small Arms Factory in Enfield (RSAF Enfield). De perfectionistische Whitworth stelde echter als voorwaarde dat eerst een tijdrovend onderzoek werd verricht naar de mogelijke verbeteringen van het Enfield Pattern 1853 geweer. In 1856 importeerde Engeland expertise, personeel en gereedschappen uit Amerika om de RSAF in Enfield uit te rusten met nieuwe productieapparatuur.

Joseph Whitworth was in 1867 opnieuw prominent aanwezig op de wereldtentoonstelling in Parijs. Whitworth won 3 bronzen medailles voor zijn gereedschappen en een "Grand Prix". Ook de Amerikaanse firma Remington was vertegenwoordigd op de wereldtentoonstelling in Parijs. Remington won een zilveren medaille met het bekende en goed gemaakte Rolling Block geweer. Het Rolling Block achterlaad stelsel zou door verschillende Europese legers in gebruik worden genomen.

Fluid-compressed steel

Tijdens zijn onderzoekswerk naar vuurwapens verdiepte Whitworth zich ook in de toepasbaarheid van de verschillende staalsoorten. Als gereedschapmaker was Whitworth ongetwijfeld zeer goed bekend met smeedijzer en staal. Hij deed schietproeven waarbij de lading net zolang werd opgevoerd totdat de loop zou springen. Iets wat we later destructief materiaalonderzoek zouden noemen. Zachte, taaie staalsoorten slijten sneller waardoor de schotzuiverheid van loop ook snel afneemt. Lopen die gemaakt waren van harde, broze staalsoorten vertonen echter weer eerder de neiging om te exploderen.

Die neiging om te exploderen kwam ook voort uit de aanwezigheid van, met lucht gevulde, holtes in het staal. Deze holtes ontstonden tijdens de staalbereiding in de Bessemer converter. Om de uitvinding van het Whitworth "Fluid Compressed Steel" beter te begrijpen is een korte beschrijving over staalbereiding wenselijk.



Afbeelding 3.3 Staalbereiding in de negentiende eeuw, met op de achtergrond twee in bedrijf zijnde Bessemer converters. Afbeelding afkomstig van het Internet, www.loc.gov.

Staal heeft een koolstofgehalte van tussen de 0,5% en 2%, men spreekt anders van ijzer. Door koolstof verkrijgt het metaal een hogere treksterkte en hardheid. Gietijzer heeft een koolstofgehalte van meer dan 2% met als gevolg dat het metaal zeer bros is.

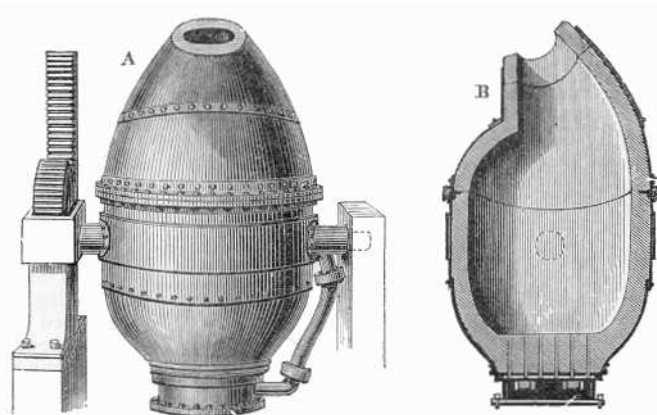
Al eeuwen lang werd staal bereid uit ijzererts in zogenaamde laagovens. Dergelijke ovens waren niet warm genoeg om het ijzer uit het erts te smelten en het product was een vrijwel koolstofloos smeedijzer dat nog veel stukjes slak bevatte. Deze verontreinigingen (stukjes slak) moesten daarna uit het ijzer worden gehamerd en het hete ijzer werd langdurig met houtskool in aanraking gebracht om koolstof te absorberen. Het smeden gebeurde dus niet alleen om het metaal in de gewenste vorm te brengen. Staal bleef vanwege deze omslachtige methode vele eeuwen een zeer kostbaar product. Vuurwapens werden daarom tot in de 19^e eeuw gemaakt van het goedkopere, maar zachte, smeedijzer.

In Europa kwam vanaf omstreeks 1500 de hoogoven in gebruik. Deze bereikte temperaturen waarbij het ijzer wel uit het erts kon smelten en in vloeibare toestand kon worden afgetapt. De slakken waren lichter dan het ijzer en kwamen boven het gesmolten metaal te drijven. Dit ijzer was daardoor vrij van restanten slak maar bevatte veel koolstof door de houtskool die in

de oven als brandstof diende. Het product uit de hoogoven was een hard maar breekbaar ruwijzer met een koolstofgehalte van 4% tot 5% .

Om van ruwijzer staal te kunnen bereiden moest het ruwijzer lange tijd worden verhit en gehamerd voordat er voldoende koolstof was verbrand doordat het in aanraking was gekomen met zuurstof. In de praktijk bleek staalbereiding met behulp van laagovens vaak nog beter en efficiënter.

Al vanaf de 15^e eeuw werd ruwijzer toegepast door het in zijn uiteindelijke vorm te gieten. Dit zogenaamde gietijzer werd vooral gebruikt voor haardplaten en in de 17^e eeuw ook steeds meer voor potten en pannen. Met de komst van cokes, in de negentiende eeuw, waren er geen enorme hoeveelheden hout meer nodig om het erts te smelten. Door de komst van de spoorwegen werd het gemakkelijker om de brandstof, de erts en de loodzware gietstukken te transporteren. Daardoor werd de 19^e eeuw de glorie tijd van het gietijzer met allerhande toepassingen zoals in de bruggenbouw en in de constructie van gebouwen. Het harde maar brosse gietijzer is geschikt voor chassisdelen, kachels, pilaren op bijvoorbeeld stations, maar niet voor fijne, hoogbelastbare onderdelen van machines of handvuurwapens.



Afbeelding 3.4 De Bessemer converter. Afbeelding afkomstig van het Internet, http://en.wikipedia.org/wiki/Bessemer_process.

In 1856 ontwikkelde Henry Bessemer (1813-1898) de Bessemer converter, naar een uitvinding van William Ketly uit Kentucky, USA. De Bessemer converter was een smeltkroes met in de bodem gaten waardoor zuurstof werd geblazen. De koolstof in het gesmolten ruwijzer ging in de converter een verbinding aan met de zuurstof. De koolstof verdween met het zuurstof in de vorm van koolmonoxide en kooldioxide. Door de Bessemer converter werd de kostprijs van staal vergelijkbaar met die van smeedijzer.

Doordat staal sterker is dan gietijzer kunnen onderdelen van staal lichter gemaakt worden. Bij de constructie van een gebouw moet het gewicht van een draagbalk meegenomen worden in de berekening van het totale gewicht dat dit onderdeel kan dragen. Daardoor kon een stalen onderdeel dat even sterk was dan de gietijzeren variant toch zwaarder belast worden. Dit resulteerde in langere bruggen en grotere gebouwen. In de machinebouw konden de onderdelen van staal kleiner uitgevoerd worden dan de variant van ijzer. Machines, gereedschappen en vuurwapens die gemaakt waren van staal werden daardoor lichter en compacter. Bovendien was staal meer slijtvast. Staal zou daardoor steeds meer de plaats gaan innemen van smeedijzer en gietijzer.

Een nadeel van het Bessemer procedé is dat er wat zuurstof in het staal achterblijft. Dit bracht Joseph Whitworth tot het ontwikkelen van zijn in 1874 gepatenteerde systeem om Bessemer staal onder druk te gieten. Dit is het "Fluid Compressed Steel", ook wel Whitworth staal genoemd. Het gegoten staal werd, nadat het nog steeds zeer heet was, in een

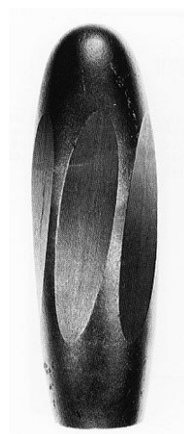
hydraulische pers, blootgesteld aan een druk van een paar ton. Het proces was erop gericht om de met lucht gevulde holtes in het gesmolten staal tijdens het stollen plat te drukken.

Het Whitworth staal had dus een nog hogere treksterkte dan het Bessemer staal. Whitworth stelde het "fluid-compressed steel" ten toon op de eerder genoemde Wereldtentoonstelling van 1867 in Parijs. Hij was zo overtuigd van de waarde van deze uitvinding dat hij nog op tachtigjarige leeftijd een nieuwe staalfabriek liet bouwen buiten het centrum van Manchester. Het "Fluid Compressed Steel" werd in de Verenigde Staten tot in de jaren tachtig van de negentiende eeuw veel gebruikt voor de vervaardiging van geweren van een hoge kwaliteit.

Het Whitworth geschut

Terug naar de tijd dat Whitworth het Fluid Compressed Steel nog moest ontwikkelen. De schrijver Thomas Carlyle schreef op 19 november 1855 een brief aan zijn broer waarin hij melding maakt van zijn ontmoeting met Whitworth. Citaat: "Whitworth maakt anti-Minié geweren voor de overheid. Hij heeft een loopboring bedacht; het nieuwste van het nieuwste. Deze geweren schieten 3,2 kilometer ver, of bijna die afstand!". In de volgende delen van "Sir. Joseph Whitworth" zullen de geweren uitvoerig worden behandeld.

Tijdens een vergelijkende beproeving in 1857, tussen het geweer van Whitworth en het standaard Enfield Pattern 1853 geweer, waren de toeschouwers zeer onder de indruk. Dit was de aanleiding voor de "Commander in Chief" (opperbevelhebber) en de "Master General of the Ordnance" om hem voor te stellen zijn uitvindingen ook uit te proberen op geschut. Whitworth werd enkele, van brons gegoten, 24 pond, kanonslopen verstrekt zodat hij deze kon voorzien van zijn hexagonale trekken en velden.



Afbeelding 3.5 Massief stalen 2.75 Inch 12 pounder Whitworth Pattern I subpattern II kanonskogel. De, door Whitworth gepatenteerde, afgeronde vorm van de voorzijde-, en de achterzijde van de kogel waren bedoeld om de turbulentie en luchtweerstand te minimaliseren. Door de gestroomlijnde vorm werd het schotbereik significant verbeterd. Er bestonden voor het Whitworth geschut ook, niet gestroomlijnde, standaard projectielen. Foto gepubliceerd met toestemming van Jack Melton Jr.

De prestaties van deze kanonnen overtroffen alle verwachtingen. Het bereik van een gladloops 24 pond voorlaadkanon, geladen met 3,6 kg zwartkruit was bij een elevatie van 8 graden 2 kilometer. Het door Whitworth gemodificeerde voorlaadkanon, geladen met slechts 0,9 kilogram zwartkruit, had bij een elevatie van 8 graden een bereik van 3,2 km. Het schijnt dat men met een dergelijk groot bereik geen rekening had gehouden en dat de kanonskogel bijna een vrouw had geraakt die in een vertrek van haar woonhuis zat.

De overheid verzag Whitworth ook van gietijzeren 32 pond-, en 68 pond kanonslopen. Whitworth had vooraf sterk afgeraden om gietijzer te gebruiken als materiaal voor getrokken kanonslopen en tijdens de schietbeproevingen sprongen alle gietijzeren lopen. De

langwerpige kogels voor geschut met getrokken lopen waren zwaarder en bovendien moest de kogel in de loop zijn draaiende beweging krijgen. Het brosse gietijzer wordt hierdoor aan te grote krachten blootgesteld. Whitworth beschreef dat het zeer bezwaarlijk is om een grote massa aan ijzer te gieten. Er ontstaan dan onregelmatigheden in het materiaal tijdens het afkoelen. Voorbij een bepaalde grens wordt een gegoten kanonsloop nauwelijks sterker door de loopwand dikker te gieten.

In de volgende delen van "Sir. Joseph Whitworth" zal aandacht besteedt worden aan de ballistische eigenschappen van de rondkogel ten opzichte van de langwerpige kogel. Whitworth stelde: "Mijn systeem van trekken en velden, dat wordt uitgelegd in relatie met handvuurwapens is even goed toepasbaar op alle afmetingen van geschut".

Joseph Whitworth ging verder met de ontwikkeling van volledig door hem vervaardigde kanonslopen. Dit onderzoek zou leiden tot de ontwikkeling van het eerder genoemde Fluid Compressed Steel.



Afbeelding 3.6 Whitworth voorlaadkanon zoals dat in gebruik was tijdens de Amerikaanse Burgeroorlog. Dit kanon had een effectief bereik van 6 miles (9,6 kilometer). 1 bron vermeldt dat deze lopen zo sterk waren door de toepassing van Fluid Compressed Steel, ontwikkeld door Whitworth. Foto gepubliceerd met toestemming van Jack Melton Jr.

Naast een voorlaad kanon maakte hij ook een achterlaadkanon. Het was gebruikelijk om een kanonsloop extra sterkte te geven door meerdere buizen over elkaar heen te krimpen. Whitworth paste een techniek toe waarbij de buizen niet over elkaar heen werden gekrompen maar geperst met behulp van hydraulica.

In 1863 werden er schietseries met het Whitworth 12 ponder achterlaad geschut gehouden in Southport Sands, Engeland. Er werden doelen geraakt op 4,7 kilometer afstand.



Afbeelding 3.7 Whitworth achterlaadkanon zoals dat in gebruik is tijdens de Amerikaanse Burgeroorlog. Het sluitstuk is zichtbaar als de verdikking aan de achterzijde van de loop. Foto gepubliceerd met toestemming van Jack Melton Jr.

Het achterlaadkanon van Whitworth kon ook nog steeds als voorlader gebruikt worden als dat gewenst was. Zowel de kamer als de loop van het kanon waren voorzien van hexagonale trekken en velden. De patroonhulzen waren daarom net als de kogel hexagonaal gevormd. Men paste een kruitzak toe wanneer het kanon gebruikt werd als voorlader.



Afbeelding 3.8 Afbeeldingen van de patroonhuls van het 12 ponders Whitworth achterlaadkanon. Op de rechter afbeelding is het centrale vlamgat zichtbaar voor de ontsteking door middel van een separaat slagpijpje. De huls werd met de hand gemaakt van staalplaat. Aan de achterkant is zichtbaar dat de wanden zijn omgevouwen tegen de bodemplaat. Foto gepubliceerd met toestemming van Jack Melton Jr.

Het is bekend dat er tijdens de Amerikaanse Burgeroorlog 7 stuks Whitworth voorlaad kanonnen en 5 stuks Whitworth achterlaad kanonnen zijn gebruikt. Dit waren 12 ponders met een kaliber van 2,75 Inch. Het geschut verschoot stalen projectielen zonder geleidingsbanden, die voornamelijk werden vervaardigd in Engeland. De projectielen van het Whitworth geschut waren bijzonder nauwkeurig gemaakt. Het productieproces was een stuk moeilijker dan het simpel op een draaibank vervaardigen van conventionele projectielen. Volgens 1 bron werd er tijdens de Amerikaanse Burgeroorlog herhaaldelijk gemeld dat het inwendige van de Whitworth loop nauwgezet schoon gehouden moest worden. Als dit niet gebeurde blokkeerde de projectielen tijdens het laadproces.

Whitworth gebruikte alleen de beste materialen die verkrijgbaar waren. Zeer harde en taaie staalsoorten die moeilijk waren te bewerken. Het Whitworth voorlaadgeschut had niet voor niets een bereik van ruim 9 kilometer! De vuurwapens van Whitworth waren, net als zijn machines, hoogwaardig, sterk en duurzaam, maar niet goedkoop. Naast Amerika heeft ook Frankrijk en New Zeeland het Whitworth geschut in kleine aantallen afgenomen.

Het Engelse leger verkoos het geschut van zijn rivaal en landgenoot Sir. William Armstrong. Het Whitworth geschut vroeg om een verfijnde behandeling en de invoering zou tot hoge kosten leiden. Het leger was op dat moment niet ingericht voor het gebruik van geschut dat over dergelijke grote afstanden kon schieten. Men zag de strategische voordelen van een dergelijk groot bereik ook niet in. Dit zal een grote teleurstelling voor Joseph Whitworth zijn geweest.

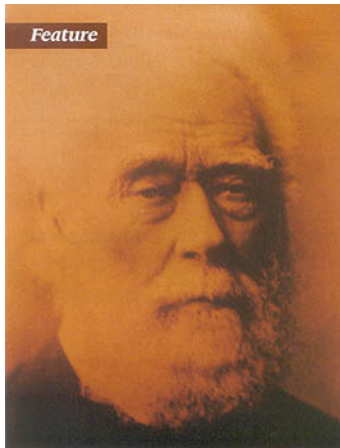
Nawoord

Joseph Whitworth was van 1826 tot 1871 getrouwd en had een zoon. Na de dood van zijn eerste vrouw trouwde hij opnieuw.

Tussen 1830 en 1850 verrichte Whitworth baanbrekend werk in de metaal technologie. Er was grote vraag naar de verdiensten van Whitworth op het gebied van de metaalbewerking. De tijd was hem in dat opzicht gunstig gezind en hij bouwde toen zijn fortuin en zijn goede reputatie op. Nadien werd zijn aandacht voor een groot deel opgeslokt door zijn onderzoek en experimenten naar het verbeteren van vuurwapens. Ook op dit gebied was Whitworth innovatief maar toch lukte het hem niet goed om grote orders bij de Britse overheid los te krijgen. Ik vraag me af welke rol het voorkomen en de persoonlijkheid van de perfectionistische Joseph Whitworth hierbij heeft gespeeld. Hoewel hij ook met zijn

vuurwapens grote bekendheid verwierf kwamen zijn innovaties op dat gebied niet op het allerbeste moment. Volgens sommige bronnen werden bovendien zijn machines na 1850 langzamerhand voorbij gestreefd door de concurrentie. Zijn fabriek steunde op zijn goede reputatie en de na die tijd geproduceerde machines waren nog steeds erg goed maar wat ouderwets.

De Engelse overheid verleende hem in 1869 de adellijke titel van Sir. Hoewel fysiek niet zo erg sterk, werd Sir Joseph Whitworth 84 jaar oud. Op 20 januari 1887 stierf hij in Monte Carlo, Frankrijk. Hij ligt begraven op het kerkhof bij de kerk in Darley Dale, St.Helen in Derbyshire, Engeland.



Afbeelding 3.9 Sir Joseph Whitworth op 79 jarige leeftijd.
Foto gemaakt in 1882 door Elliot & Fry, Londen. Afbeelding afkomstig van het Internet,
<http://www.andrewspages.dial.pipex.com/>.

Sir Joseph Whitworth was een bijzonder mens. Volgens velen een genie en de grootste werktuigbouwkundige uit het Victoriaanse tijdperk. Het is opmerkelijk dat hij veel tijd en geld geïnvesteerd heeft in de ontwikkeling van vuurwapens, gezien het feit dat hij pacifist was. In een door hem in 1858 uitgegeven document "Miscellaneous papers on mechanical subjects" verklaart het dit zelf als volgt:

"Ik kan het niet helpen belangstelling te hebben voor een onderwerp dat zo direct is verbonden met de werktuigbouw, die altijd al mijn speciale aandacht had. Ik ben er van overtuigd dat hoe nauwkeuriger vuurwapens op de lange afstand ingezet kunnen worden en hoe meer hun destructieve kracht zal toenemen des te terughoudender geciviliseerde landen zullen worden om ze tegen elkaar te gebruiken."

Deel 4 gaat in op de ontwikkeling van het Enfield-Whitworth Pattern 1863 geweer, bestemd voor het Engelse leger.

Chronologisch overzicht

- 1803 Geboorte van Joseph Whitworth.
- 1813 Overlijden van zijn moeder.
- 1817 Whitworth gaat werken in de katoenspinnerij.
- 1821 Whitworth wordt metaalbewerker.
- 1825 Whitworth gaat werken bij Henry Maudslay.
- 1833 Oprichting Whitworth Toolmaker of London.
- 1851 Great Exhibition in London.
- 1853 Britse overheid vraagt Whitworth om advies over RSAF Enfield.
- 1853 Great Exhibition in New York.

1854 J. Whitworth & Co. had 365 werknemers in dienst
1854 Whitworth wordt gevraagd het Minié geweer te verbeteren.
1855 Whitworth krijgt patent op polygonale loop.
1856 RSAF Enfield wordt met nieuwe machines uitgerust.
1857 Schietseries te Hyde met het militaire Whitworth geweer.
1860 De Koningin opent samen met Whitworth de schietbaan in Wimbledon.
1866 Britse leger besluit Minié geweer te converteren tot achterlader.
1867 Britse overheid vraagt Whitworth om advies over de Martini-Henry.
1868 Whitworth wordt onderscheiden door Napoleon III in Frankrijk.
1869 Whitworth wordt geridderd tot Sir.
1870 Dood van vrouw van Whitworth.
1871 Whitworth trouwt opnieuw.
1874 Whitworth krijgt patent op Whitworth Steel (Fluid-compessed steel).
1874 Whitworth Ltd. met in totaal 750 werknemers.
1880 Whitworth Ltd. verhuisd naar Openshaw met meer dan 1000 werknemers.
1887 Dood van Joseph Whitworth.

Informatiebronnen

Veel informatie in dit artikel is afkomstig van het Internet. Het Internet is als informatiebron omstreden. Ik heb mij zoveel mogelijk beperkt tot die informatie welke door verschillende bronnen bevestigd wordt.

- J. Whitworth F.R.S, "A paper on Plane Metallic Surfaces or True Planes", Glasgow, Engeland 1840.
- J. Whitworth F.R.S, "Guns and Steel", Londen, Engeland 1873.
- J. Emerson Tennent, "The story of the guns", Londen, Engeland 1864.
- <http://www.fathom.com/feature/122254/index.html> "Joseph Whitworth and the Great Exhibition".
- http://www.digischool.nl/ckv2/romantiek/crystal/grote_tentoonstelling.htm "De grote tentoonstelling van het industriële werk van alle naties".
- <http://www.victorianstation.com/palace.html> "The Great Exhibition at the Crystal Palace".
- [http://nl.wikipedia.org/wiki/Staal_\(metaal\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Staal_(metaal)) "Staal (metaal)".
- <http://nl.wikipedia.org/wiki/Bessemerprocedé> "Bessemerprocedé".
- <http://encyclopedia.stateuniversity.com/pages/20551/Sir-Joseph-Whitworth.html> "Sir Joseph Whitworth – Early life and career, Inventions, Death, Books".
- <http://carlyleletters.dukejournals.org/cgi/content/full/21/1/lt-18460823-JWC-TC-01> "JWC to Thomas Carlyle; 23 August 1846; DOI: 10.1215/lt-18460823-JWC-TC-01;CL 21:21-26".
- <http://carlyleletters.dukejournals.org/cgi/content/full/30/1/lt-18551119-TC-JAC-01#FN4> "TC TO JOHN A. CARLYLE ; 19 November 1855; DOI: 10.1215/lt-18551119-TC-JAC-01; CL 30: 118-120".
- <http://carlyleletters.dukejournals.org/cgi/content/full/22/1/lt-18470909-TC-JWC-01> "TC TO JANE WELSH CARLYLE ; 9 September 1847; DOI: 10.1215/lt-18470909-TC-JWC-01; CL 22: 56-58".
- <http://www.lrml.org/historical/whitworth/188706mb.htm> "The Mechanical Genius and Works of the late Sir Joseph Whitworth".
- http://www.makingthefirstworld.org.uk/icons_of_invention/technology/1820-1880/IC.012/ "Sample of early Bessemer steel, 1860".
- http://www.makingthefirstworld.org.uk/icons_of_invention/technology/1820-1880/IC.027/ "Whitworth's planing machine, 1842"

- http://en.wikipedia.org/wiki/Bessemer_process "British Standard Whitworth", "Bessmer process".
- http://www.brascamp.com/hpl_geschiedenis.htm "Geschiedenis gietijzer".
- <http://www.andrewspages.dial.pipex.com/matlock/mag/reflections/whitworth.htm> "Joseph Whitworth: Lives Hung by a Thread".
- <http://riv.co.nz/rnza/hist/gun/rifled2.htm> "The Gun - Rfiled Ordnance: Whitworth".
- <http://www.horsesoldier.com/catalog/c0000.html> "Muzzle loading smoothbore 6 pounder Whitworth cannon" en "VERY RARE CARTRIDGE CASE FOR THE 12 PDR 2.75 WHITWORTH BREECHLOADING CANNON".
- <http://www.civilwarartillery.com/projectiles/rifled/default.htm> "Rifled Artilley Projectiles, Whitworth".
- www.loc.gov/exhibits/british/images/vc153.jpg afbeelding staalbereiding in de 19^e eeuw.

De voorgaande delen van het artikel over "Sir Joseph Whitworth" kunnen op het Internet bekeken worden via de website <http://OldMilitaryRifles.EU> onder de tab "Publications".