

Svovl og salpeter til krudtfremstilling

Af Robert Douglas Smith, konservator, uafhængig forsker

Landbaseret (Serampur, Island, Sicilien)

Øvrige deltagere: Projektleder, centerleder, mag.art. Peter Vemming, Middelaldercentret, pyrotekniker og kunstfyrværker Lars Barfoed

Krudt, eller sortkrudt som det ofte kaldes, er sammen med trykkekunsten og mikrochippen blandt de vigtigste opfindelser i dette århundrede. Krudt var ikke alene et af de mest afgørende elementer på krigsskuepladser rundt omkring i verden, det var også den første menneskelige anvendelse af kemisk energi i modsætning til naturlige kraftkilder. Krudtets anvendelse i krig overskygger i høj grad dets anvendelse inden for civile områder som minedrift og entreprenørarbejde. Det kan ikke nægtes, at krudtet var en afgørende faktor i udviklingen af den vestlige verdens stormagter, og dets globale udbredelse har fanget mange forskeres opmærksomhed. Det er derfor en smule tankevækkende, når man prøver at få en bedre forståelse af denne "djævelske" opfindelse, at det gang på gang viser sig, at der er en næsten komplet mangel på detaljerede studier af de fleste aspekter af produktionen og brugen af krudtet. Resultatet er, at vores forståelse af krudtet og krudtvåbens rolle i forbindelse med opbygningen af vores moderne samfund kan siges at være sørgeligt utilstrækkelig.

Desværre startede den moderne videnskabelige udforskning af krudtets egenskaber først i slutningen af 1800-tallet og ophørte næsten fuldstændig i midten af 1900-tallet



Holdet på vej gennem det indre Island for at tage svovlprøver fra de store forekomster i indlandet. Foto: Middelaldercentret

i forbindelse med udviklingen af de moderne, syntetiske eksplosiver - og der har været meget lidt forskning siden da. Den historiske forskning fortsatte, men stod over for store problemer på grund af manglende kilder og vanskeligheder med at tolke disse. Denne situation er så småt ved at ændre sig i takt med, at der er udført mere arbejde inden for området, men det er en langsom proces. Det bedste nyere studie af krudtets historie (af J.R. Partington) blev publiceret i England i 1960, og sammenfattede alt kendt materiale om krudtets tidlige historie. I de sene 1980'ere fastslog Joseph Needman, en fremstående historiker med speciale i kinesisk videnskab og teknologi, at krudtets oprindelsessted var Kina, og at det derfra var blevet videreført til Europa i det 13. århundrede. Bortset fra at besvare nogle enkelte specifikke spørgsmål er der dog ingen af de publicerede værker om krudt, der er gået ind til kernen af de problemer, som denne umiddelbart simple blanding skaber for os forskningsmæssigt set. Blandingen kan på ingen måde siges at være en simpel størrelse. Egenskaberne af dette komplekse materiale afhænger af et antal gensidigt forbundne variabler - den generelle komposition, den fysiske størrelse af det færdige produkts partikler såvel som renheden af dets komponenter og graden af komprimering. For yderligere at komplicere billedet er ligevægtsforholdene yderst vigtige - krudt, som f.eks. er brugbart i kanoner, kan således ikke bruges i små våben.

På den baggrund står det klart, at en af de få - hvis ikke den eneste - vej, vi kunne gå for at få svar på nogle af spørgsmålene, var at begynde at eksperimentere. Eksperimentelt arbejde kunne hjælpe os til at opnå den grundlæggende indsigt, som er nødvendig for at nå en større forståelse af, hvordan krudt blev udviklet, hvor godt det virkede, og hvordan det har udviklet sig gennem tiderne. Ved at kombinere viden om ydeevne, videnskabelig analyse og eksperimentelt arbejde med tilgængelig information i de originale kilder kan man initiere og stimulere frugtbar ny forskning. Med dette formål for øje blev *Ho-gruppen*, en gruppe af internationale specialister med base på Middelaldercentret i Nykøbing Falster, dannet i 2002 med det formål at fremme vor forståelse af og viden om tidlig krudt ved en kombination af teoretisk forskning og eksperimentelle metoder. Det indledende arbejde godtgjorde, at simple krudtblandinger var ekstremt effektive i små testkanoner, men eksperimenterne var diskutabile, idet de var påvirkede af brugen af moderne materialer, mere specifikt ren kaliumnitrat (salpeter). Ville krudt lavet ud fra middelalderlige opskrifter og med råmaterialer fremstillet ved middelalderlige metoder ændre resultatet? *Ho-gruppen* var fast besluttet på at forsøge at genskabe middelalderligt krudt så historisk korrekt som muligt - helt ned til fremstillingsteknikkerne for de tre bestanddele. Af disse tre var kul lavet på den traditionelle måde lettest at få fat på, mens svovl og salpeter var sværere at anskaffe, og det skabte en mængde problemer.

Svovl fra Island

Forskningen i præcis hvor, man fik fat på svovl, og svovlets form og renhed har været meget begrænset. En del kilder indikerer, at meget af svovlet kom fra Sicilien, men manglen på moderne forskning betyder, at det endnu er meget uklart. Ikke desto mindre ved vi fra visse kilder, at Island var en af de største eksportører af svovl til Europa og specielt til Danmark - formentligt allerede fra det 14. århundrede. Der eksisterer meget lidt viden om svovlets udvinding, forarbejdning eller eksport på dette tidspunkt - alt sammen mål for fremtidige studier og forskning. Nylige udgravninger på den middelalderlige handelsboplads ved Gásir, der ligger i nærheden af Akuryeri i det nordlige Island, har afdækket noget, der muligvis har været et svovltilvirknings- eller opbevaringsområde. I 2005 blev der taget kontakt til de arkæologer, der arbejdede i Gásir, og indsamlet rå svovl fra en beliggenhed ved Námafjall, der ligger lidt øst for Myvatn i Islands nordlige region. Man ved, at svovl også blev indsamlet fra andre lokaliteter i Island med henblik på eksport. Som en del af Galathea-projektet var vi i stand til at tage tilbage til Island og gennemføre en grundig undersøgelse af disse områder og indsamle prøver. Områderne inkluderede Reykjanes, Krisuvík, Geysir, Hveravellir, Kerlingarfjöll, Kverkfjöll, Askja, Námafjall, Krafla og Þeistareykir.

Lignende feltarbejder blev foretaget på Sicilien senere på året, hvor de største udvindingsområder blev besøgt, og der blev udtaget prøver af de forskellige forekomster.

Salpeter fra Indien

I studiet af krudt er salpeter – kaliumnitrat - yderst vigtig. Vor viden om denne bestanddel, og hvordan det blev produceret og handlet med, er desværre temmelig mangelfuld. Det virker sandsynligt, at det nødvendige salpeter blev importeret fra Kina i de tidligere stadier af brugen af krudtet. Vi har dog ingen konkrete beviser på dette. At det må være blevet



Udgravninger ved den middelalderlige handelsplads Gasir tæt på Akuryeri by i det nordlige Island. Foto: Peter Vemming

fragtet via Silkevejen over Asien attesteres af dets tidlige navn, "kinesisk sne", men igen er der ikke fundet nedskrevne kilder. Det er ikke før de sidste årtier af det 14. århundrede, man finder referencer til "salpeter-plantager" i Europa, hvor salpeteret blev produceret i store mængder – her understøttes referencerne yderligere af den stigning i både størrelsen og mængderne af våben, der fandt sted omkring dette tidspunkt. Senere blev salpeter produceret fra såkaldte "bassiner" af rådrende dyreaffald – affald fra stalde, dueslag og lignende. Salpeteret blev udvundet på en relativt simpel måde med vand og udskilt fra en opløsning – en proces som må have betydet, at det færdige produkt indeholdt betydelige mængder af urenheder og uønskede forurenende stoffer. Præcis hvilke, der var tale om, og deres effekt på det endelige produkt er ukendt. For at forsøge at få svar på dette spørgsmål byggede *Ho-gruppen* selv et "salpeter-bassin", men indtil videre har vore forsøg alle været uden særlig succes. Selv med vores moderne viden og forståelse er det ikke let at lære sig færdigheder, der er bygget op af generationer af erfarne salpetereksperter! Vi var nødt til at finde en anden måde at lære, hvordan salpeter blev tilvirket.

Da de europæiske opdagelsesrejsende fandt søvejen til Indien i slutningen af det 15. århundrede, fandt de en kultur og civilisation lige så gammel som deres egen, lige så avanceret - og på visse områder endda mere avanceret. I de sidste årtier af det 16. århundrede handlede skibe på regulær basis med det indiske subkontinent og en stor del af det sydøstlige Asien – for størstedelen med værdifulde varer som krydderier, der gav det bedste økonomiske udbytte. Krydderier var dog ikke den eneste råvare, de fandt - de europæiske handlende opdagede, at salpeter blev fremstillet i Indien, endda i store mængder. Fra begyndelsen af det 17. århundrede organiserede mange af de europæiske nationer - hovedsageligt de portugisiske, hollandske og engelske, men også de danske, franske og svenske - deres handel med Østen og opbyggede handelskompagnier til formålet. Efterfølgende øgedes handlen og eksporten af salpeter til Europa betydeligt. For eksempel øgedes englændernes eksport fra at have et leje på kun 10 ton per år i 1620'erne til gennemsnitligt at ligge på omkring 500 ton salpeter per år i 1660'erne og fremefter. I 1670'erne nærmede handlen sig omkring 1.000 ton per år og toppede med over 2.000 ton i 1742 og 1743. Eksporten fortsatte helt op til slutningen af det 19. århundrede – i 1850'erne var handlen på over 30.000 ton, men omfanget faldt til 18–20.000 ton i begyndelsen af det 20. århundrede.

Fordi salpeterproduktionen fortsatte i de tidlige år af det 20. århundrede, eksisterer der et antal skrevne og publicerede beretninger, som beskriver, hvordan det blev produceret, og som i det hele taget giver end del detaljer om de metoder, der blev anvendt. Disse indikerer, at en proces, der ligner den, der blev brugt i Europa fra slutningen af det 14. århundrede, stadig blev anvendt i Indien helt op til det 20. århundrede. Hvis

Den salpeterholdige jord er fyldt i en jordbeholder med falsk bund. Der hældes vand over, som udvasker salpeteret. Foto: Jette Mygind



vi kunne lokalisere det, der var tilbage af processen og studere det, ville vi få indsigt i produktionen af salpeter fra middelalderlig til tidlig moderne tid i Europa. Formålet med vort Galathea-projekt i Indien var at forsøge at lokalisere mulige levn og gennemføre et studie af dem. Derudover ville gruppen undersøge et fund af middelalderligt krudt, der blev rapporteret i 2002 i Jaisalmer i den vestlige del af Rajasthan. Desværre resulterede vores besøg i Jaisalmer ikke i noget videre med hensyn til bevis, selvom vi opdagede, at det tidligere fund var blevet destrueret – skæbnen for al tidlig krudt!

Selvom vores kilder indikerede, at de største salpeterproducerende områder var i Biharstaten, specielt omkring hovedstaden Patna og i det vestbengalesiske område, er denne del af Indien mindre udviklet end andre og kan være usikker for besøgende fra den vestlige verden. Heldigvis havde et dansk medlem af gruppen pålidelig information om, at salpeter blev produceret i det område, der ligger nordøst for Agra, i Uttar Pradesh. Vores skema blev derfor tilrettelagt således, at vi først kunne udforske dette område, og hvis det viste sig at være en nitte, ville vi være i stand til at fortsætte til Patnaområdet. Ved at tage vore lokale kontakter i området i brug fandt vi et lille firma i byen Jaleser omkring 25 km nord for Firozabad, der producerede salpeter til områdets glasindustri ud fra moderne kemikalier. Dette ledte os videre til en lille "salpeterfabrik", hvor salpeter stadig bliver produceret efter traditionelle metoder. Det, der var særligt interessant ved dette fund, var, at det på næsten alle områder stemte overens med beretningerne fra det 19. århundrede og med fotografier taget i begyndelsen af det 20. århundrede. Desværre viste det sig, at den information, vi i Danmark havde fået om det bedste tidspunkt for salpeterudvinding, var forkert – salpeteret bliver samlet og raffineret i perioden april/maj hvert år, og vi var der i november! Med hjælp fra professor Balasubramaniums fra Teknologisk Institut i Kanpur fik vi, på trods af

dette, mulighed for at se hele processen fra start til slut, og vi fik også lov til at samle prøver fra de materialer, der blev anvendt i hvert stadie.

I det hele bestod forløbet af tre basale processer. Den første var udvindingen af salpeteret og opløselige salte fra den "salpeterjord", der var blevet indsamlet. Jorden blev spredt ud i et tyndt lag i et rektangulært formet hul, og vand blev hældt over. Hullet havde et "falsk" gulv, som vandet kunne løbet igennem for herefter at blive opsamlet i en beholder i den ene ende af hullet. I den næste proces blev væsken, der blev opsamlet fra hullet, kogt ind på en stor jernpande, og når det meste af vandet var fordampet, skulle det køle ned – derved blev salpeteret udskilt fra opløsningen sammen med andre urenheder og krystalliseredes på bunden af panden. I den tredje proces opløstes salpeteret i kogende vand i en stor, lav pande. Opløsningen i panden blev konstant suppleret, og vandet reduceredes, indtil kun en ekstremt mættet opløsning af salpeter var tilbage. Dette blev derefter transporteret over i sedimenteringstanke, hvor salpeteret krystalliseredes i lange stav-agtige krystaller. Processen var i sin essens meget lig den, som blev anvendt i 1700-tallets Europa, og vi håber, at et detaljeret studie sammen med en analyse af de forskellige produkter, der blev fremstillet, vil hjælpe os til selv at kunne lave salpeter tilbage i Europa.

Serampur

Den danske koloni Serampur, der ligger nord for Kolkata (tidligere: Calcutta) blev etableret i det 18. århundrede som en base for handel mellem Danmark og Østen blandt andet for at kunne få udbytte af salpeterhandlen i det nordøstlige Indien. Men englænderne havde etableret sig i Fort William (hvor Kolkata ligger i dag) og fik på kort tid kontrol over det nordøstlige Indien, hvorfra de blev i stand til at kontrollere størstedelen af handlen. Dette gjorde Serampur både urentabel og ustabil. Derfor blev kolonien solgt til englænderne, og det primære mål for den første Galathea-ekspedition var officielt at overdrage kolonien og tage dem, der ønskede at vende tilbage til Danmark, med.

Vi rejste til Serampur og fik set, hvad der var tilbage af den tidligere danske koloni – særligt det universitet, der blev grundlagt af Frederik VI i 1827, det fjerde danske universitet, der blev etableret, og det første europæiske universitet i Indien. Vi besøgte desuden kirken, der blev bygget i begyndelsen af det 19. århundrede af Olaf Bie, som havde fået klokken støbt i Frederiksværks kanonstøberi. En passende slutning på en succesfuld forskningsrejse, hvis resultater uden tvivl vil give os en vigtig indsigt i salpeterfremstillingen i middelalderens Europa.

Fremtid

I øjeblikket skrives fem års forskningsarbejde med tidlige krudtformer og kanoner sammen i en større publikation.

Denne publikation bliver en slags øjebliksbillede af *Ho-gruppens* arbejde indtil i dag. Men på Middelaldercentret planlægges nye eksperimenter primært fokuseret på fremstillingen af salpeter, ligesom gruppen forsøger at lave flere feltundersøgelser i udlandet bl.a. ved indsamling og lokalisering af svovlforekomster på Java i Indonesien – et område, der gennem tiden har været hovedleverandør af svovl til krudtproduktion i hele Asien.

Referencer

- Buchanan B J 1996 *Gunpowder: The history of an international technology*. Bath University Press)
- Chase K 2003 *Firearms: A Global History to 1700* (Cambridge University Press)
- Guilmartin J F 1989 'Ballistics in the black powder era'. In R D Smith (ed) *British Naval Armaments, Royal Armouries Conference Proceedings 1*. London
- Hall B S 1996 'The coming of gunpowder and the development of firearms in the Renaissance'. In B J Buchanan 1996 *Gunpowder: The history of an international technology*. (Bath University Press)
- Hall B S 1998 *Introduction to J R Partington, A History of Greek Fire and Gunpowder*. (Johns Hopkins Press)
- Hansen P, Vemming & J Svender 2001 *Rekonstruktion og skydeforsøg med Loshultkanonen*. (Middelaldercentret, Nykøbing Falster).
- Kramer G 1996 'Das Feuerwerbuch: its importance in the early history of black powder'. In B J Buchanan 1996 *Gunpowder: The history of an international technology*. (Bath University Press)
- Kramer G 2001 *The Firework Book: Gunpowder in Medieval Germany. Das Feuerwerkbuch, c. 1440*. (Journal of the Arms and Armour Society)
- Needham J 1986 *Science and Civilisation in China Volume V: 7*. (Cambridge University Press)
- Partington J R 1960 *A History of Greek Fire and Gunpowder*. (Heffers, Cambridge)
- Smith R D 2002 'The Medieval Gunpowder Research Group: The Firing Trials' www.middelaldercentret.dk/gunpowder2002.pdf
- Smith R D 2003 'The Medieval Gunpowder Research Group: Report number 2' www.middelaldercentret.dk/gunpowder2003.pdf
- Svender J 2004 'Resultatet af Testskydning med en gammel baglader kanon i Oksbøl skydeterræn', ikke publiceret rapport af Hærens Artilleriskole, Teknikafdelingen, august 2004.