

# Om två metallurgiska processer knutna till vikingatidens betalningsväsende

*Anders Söderberg*

**M**etaller och metallhantering har sedan långt tillbaka legat till grund för skandinaviskt samhällsliv som råvara omsatt i handel, som gåvoprodukter med betydelse i maktutövning och alliansbildning, som distribuerade produkter och sist men inte minst skall givetvis framhållas ädelmetallernas symbolvärde som betalningsmedel.

Forskningen kring vikingatida och tidigmedeltida metallhantverk på verkstadsnivå inriktades från 1940-talet till och med 1970-talet i stor utsträckning på enskilda hantverksprocesser kopplade till smide och metallgjutning. Ett stort samlat arbete utfördes, med syfte att förstå hur de enskilda processerna sett ut. De sista två decennierna har en förskjutning kunnat märkas i forskningsinriktningen. Lena Thunmark-Nylén (1983) och Anders Carlsson (1983) har sökt sätta in vikingatida gotländska spännen i större sammanhang, såsom verkstadsorganisation och distribution. Ken Ravn Hedegaard (1992) försöker, delvis utifrån experimentellt inhämtade erfarenheter, att bygga hypotetiska modeller för vendeltida/vikingatida verkstadsorganisation, dess produktionskapacitet och distributionen av produkterna. Mera ingående studier i samma ämne

har gjorts av Johan Callmer (jfr Callmer 1995 & 2003). Johan Anund (1997 & 1998) arbetar med att kartlägga verkstadsorganisation och hantverkarens roll med sikte på högmedeltida städer.

Sådana modeller måste givetvis bli hypotetiska i brist på skriftliga urkunder som berättar om tidens verkstadsorganisation, med undantag för det högmedeltida materialet. Men fördjupade kunskaper i de enskilda hantverksprocessernas faktiska utseenden, dess syften och funktioner, kan till del förankra dessa hypoteser i en reell verklighet. Också sådana kunskaper kan användas som verktyg att förstå sociala sammanhang i samhällen som ej efterlämnat någon skriven historia.

## Metallurgisk keramik

Tidigare forskning har i stor utsträckning koncentrerat sig på metallgjutning. Allteftersom vi arkeologiskt kan identifiera också andra processer som förekommit på verkstadsnivå, får vi tillgång till alternativa öppningar mellan verkstäderna och de samhällen i vilka de ingått.

Senare brittisk och kontinental forskning har kommit att vidga perspektiven utöver gjutning via ett fördjupat intresse för den eldfasta metallurgiska, eller *tekniska*, keramiken. Denna keramik har utgjort en viktig förutsättning för metallurgins utveckling alltifrån förhistorisk tid och fram till våra dagar.

Metallurgisk keramik är mycket mera än de deglar och gjutformar vi vanligtvis tänker på i sammanhanget. Här finns ett vitt spektrum alltifrån hårdväggar och blästermunstycken till lödförpackningar och olika processkärl. Ibland kommer denna keramik att litet slarvigt kategoriseras som ”slag” eller ”bränd lera” vid utgrävningar och i museimagasin, trots att vi här har att göra med produkter av en specialiserad kunskap att skraddarsy keramiska material för särskilda uppgifter. Lermaterialen är medvetet sammansatta för att möta de krav som ställs av varje enskild process och vittnar därmed om goda keramiska kunskaper hos de enskilda hantverkarna. Tillverkning och brukande av keramiska material har utgjort en viktig del av de forntida smedernas verksamhet. Detta gäller såväl för järnsmeder som för ädelmetallsmider (jfr Jakobssen 1991, Bayley 1992a & 1992b, Jakobsson Holback 1999).

Två av de processer som under senare år kunnat identifieras utifrån keramiskt material är hårdlödning i lerbörpackning och silvertestning. Restprodukter från dessa verksamheter finns rikt representerade i det vikingatida och medeltida Sigtuna. Gemensamt för dessa bägge processer är att de båda kan ha direkta kopplingar till betalningsväsende och handel.

### Smältkolor och viktillverkning

1990 undersöktes Kung Olofs mynthus i kv. Urmakaren 1, en verkstad som visade upp en tydligare relation till maktutövning än vad arkeologen vanligtvis kan hoppas på vid en verkstadsundersökning då den visade sig kopplad till Olof Eriksson Skötkonungs myntning från ca år 995 och några årtionden framåt (Malmer m. fl. 1991; Eilbracht 2004). Genom verkstadens närhet till det troliga kungsgårdsläget och genom fynd av två myntstampsavtyck på blybitar från perioden ca 1000–1015, erhåller verkstaden en identitet av en tydlighet som är få undersökta vikingatida verkstäder förunnade.

Kung Olofs myntning var ett försök att föra in en främmande fågel i de vikingatida samhällena – myntat silver slaget på svealändsk mark – där betalningsmedlet av hävd varit silver enligt vikt. I ett monetärt system finns vikt och ädelmetallhalt garanterad i myntet i sig, men i den hacksilver- eller viktekonomi som rådde under vikingatid var det omyntade betalningssilvret ofta beroende av vågar och vikter för invägning.

I detta sammanhang är intressant att det i mynthuset, parallellt med myntningen, upprätthållits en produktion av bronsbelagda järnvikter. Detta framgår av fynd av lerfragment, *smältkolor*, i vilka det tunna kopparlegeringsskalet löts fast kring vikternas järnkärna (Söderberg 1996) (*fig. 1*).

Ett primärt problem vid hårdlödning är syreexponering av metallytorna och därmed en oxidbildning som hindrar lodets fäste. Ett sätt undvika detta problem är att tillsätta ett flussmedel som skyddar metallytorna, ett annat är att skapa en syrefri miljö i en tättslutande lerbörpackning. Den senare metoden förefaller ha varit vanlig un-

der vikingatid, bl a vid sammanlödning av bultlås (Jakobsson Holback 1999).

Metoden att löda i slutna lerskal beskrivs redan av Theophilus vid tidigt 1100-tal (Hawthorne & Smith 1979:186f). I modern forskning benämns metoden av den norske arkeologen Sigmund Jakobssen *ovnslodning* – ugnslödning – efter en nutida lödmetod som utförs i reducerande miljö (Jakobssen 1991:29). Ny Björn Gustafsson har i en uppsats om låslödning använt sig av benämningen *brasning*, en benämning som använts i Dalarna för sammanlödning av skällor i lerskal in i historisk tid (Gustafsson 2003:9). Enligt anförd källa skall tekniken också ha använts vid sammanlödning av bultlås så sent som under 1700-tal (Björklund 1982:342).

Dessa iakttagelser är intressanta då tekniken använts vid lödning alltsedan järnålder. Det vore intressant att se en språkhistorikers analys av det dialektala uttrycket *brasning* som synes ligga mycket nära engelskans *brazing*, hårdlödning eller förkoppling med kopparhaltigt lod.

Av allt att döma är det just med denna teknik som också vikingatidens järnvikter försetts med sina skal av kopparlegering (fig. 2).

Smältkolor av samma typ som påträffats i Sigtuna, har påträffats bland verkstads-lämningar från 800–900-tal vid Birkas stadsvall (Söderberg 1996; Söderberg & Holmquist Olausson 1997:189) och de finns också beskrivna från Hedeby av Hans Drescher (1983:183f). Leran är i de två Mälardalsexemplen troligen lokala grå- eller blåleror, med en möjlig magring av organiskt material. Smältkulorna behöver ej någon större omsorg avseende val av lermate-

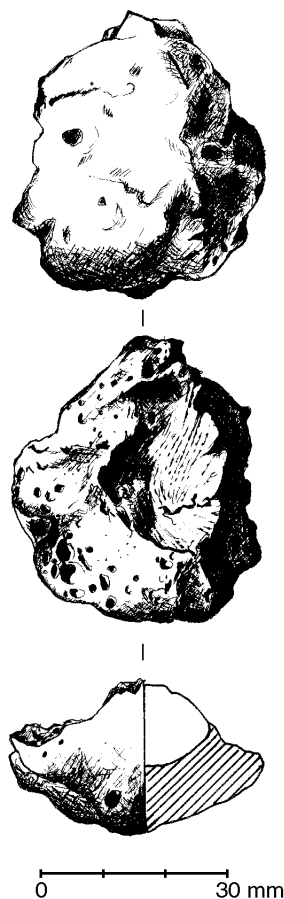


Fig. 1. Smältkula, Kv. Urmakaren 1, Sigtuna. Teckning författaren.

rial, såsom är fallet med deglar, utan i regel har tämligen lågkvalitativa leror använts.

Dessa keramikkolor är inte deglar och inte heller gjutformar, utan bör beskrivas som lödförpackningar; ett rent förpackningsmaterial utan annan uppgift än att hålla lödprocessen syrefri.

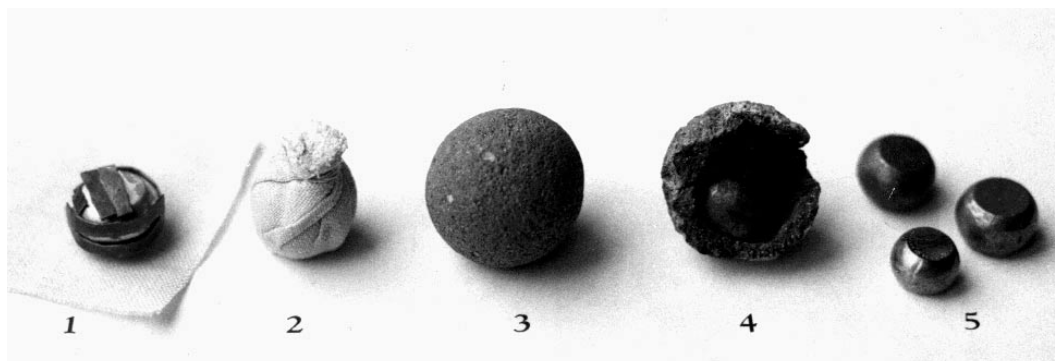


Fig. 2. Rekonstruerad arbetsgång vid lödning av vikter i smältkolor: en järnkärna smids till önskad form. Kärna och lod (1) knyts in i ett sammanhållande stycke linne (2) varefter knytet packas in i magrad lera (3). Den torra lerkulan läggs i härden och hettas upp. Lodet smälter och rinner ut runt kärnan. Därefter tas kulan ur härden och slås sönder efter avsvälning (4). Den färdiga vikten kan tas ut (5). Foto författaren.

#### Viktillverkning under kunglig kontroll?

Hur skall då de stora fynden av smältkolor i Kung Olofs mynthus tolkas? Fynden utgörs av sju och ett halvt kilo fragment som i regel är påträffade i större anhopningar, vilket pekar på en verksamhet där man med jämna mellanrum tillverkat vikter i större mängder.

Ingrid Gustin (1997) har tolkat fynden utifrån det faktum att de återfunnits i ett kungligt mynthus och ser därmed möjligheten att fylla en lucka i våra kunskaper om var kontrollen över de senvikingatida betalningssystemen legat – vem stod egentligen för viktillverkning och upprätthållandet av viktstandarder? Tidigare forskning har antytt ett direkt inflytande av arabiska köpmän (Sperber 1996) och handelsmannanorganisationer oavhängiga kungamakten (Steuer 1978, 1984 & 1987 refererad enl. Gustin). Mot dessa hypoteser talar vikternas pseudo-arabiska viktmarkeringar i de fall vikterna har arabiskinspirerad text, samt det faktum att viktsystemen aldrig var gemensamma

runt Östersjön vid denna tid (Gustin 1997:173). I Sigtuna får vi för första gången en klar fingervisning om under vems kontroll tillverkningen av vikter kan ha legat. Uppenbart är att viktillverkning här skett parallellt med myntningen. Tänkbart är att bakom detta stått en kunglig strävan att kontrollera den viktekonomi som rådde i Mälardalen vid denna tid, samtidigt med strävandena att för första gången söka införa ett monetärt system i Svealand.

Att i grunden förändra ett betalningssystem är ett stort projekt och frågan är om ens Olof Skötkonungs ambitioner som visserligen var relativt omfattande (Malmer m. fl. 1991:25), verkligen var realistiska i det korta perspektivet. Den kungliga myntningen har också haft en tung symbolisk betydelse i ett sammanhang där en kung av ett för svenskt område nytt, kontinentalt, snitt velat profilera sig i Mälardalen – en krönt och kristen konung. Myntningens symbolvärde har säkert varit nog så viktigt i detta sammanhang. Därutöver kunde kungen troligen inte räkna med att kontrollera gods-

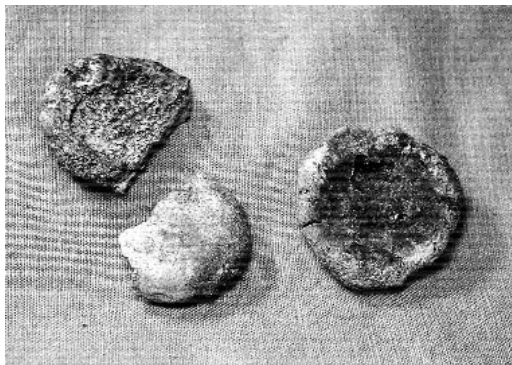


Fig. 3. Skärvlar, Sigtuna. Fragmentet till vänster har en stor nedflussad porig fördjupning i ytan, omfattande större delen av ovansidan. Plattan till höger har en betydligt mindre depression. Foto författaren.



Fig. 4. Skärvel, fragment, Sigtuna. Kärlets bredd är ca 50 mm. Foto författaren.

införsel till staden och uttag av avgifter blott genom att införa ett nytt betalningssystem, han måste också ta kontroll över det gamla systemet då det nya sviktade (Gustin 1997:175).

#### Värmeplattor – skärvlar använda vid silvertestning

I flera skandinaviska arkeologiska material finns en grupp keramiska föremål, som i forskningen ofta gått under namnet värmeplattor – *heating trays*. Dessa kom tidigt att uppmärksammas i Helgömaterialet. Redan i detta sammanhang föreslogs att kärnen kunde ha sitt ursprung i en process för testning av ädelmetallhalten i silver (Lamm 1969: 116).

Värmeplattor uppträder i skandinaviska material från folkvandringstid och framåt in i medeltid. De finns från Helgö (Lamm 1969), i Birka och Sigtuna (Söderberg 2004; Eilbracht 2004), i Hedeby (Drescher 1983:1982f), Ribe (Brinch Madsen 1984), Fyrkat (Roesdahl 1977) och Viborg (Krongaard Kristensen 1990) samt i vikingatida

fynd från York (Bayley 1992a) och från vikingabosättningen i nuvarande Temple Bar i Dublin.

Rubriken värmeplattor täcker in flera varianter av olika utseende, och det är inte alls säkert att de alla representerar en och samma hantverksprocess. Därför skall här koncentreras på en den vanligaste varianten som också finns rikt representerad i Sigtuna (fig. 3 & 4), där den förekommer främst i 1000-talets verkstadslager samt i ett par större koncentrationer; bland annat i Kung Olofs mynthus. Fyndtypen påträffas ibland även i Sigtunas högmedeltida lager och har tidigare generellt kommit att kategoriseras som *lödsålar*.

Kärnen är utformade som låga och runda plattor, huvudsakligen i storleksordningen ca 50–70 mm i diameter, med konkava översidor och konvexa eller plana undersidor. Materialet är ofta mjåla eller grövre leror. Exempel på lermaterial med tillsats av kvartsmagring finns också. Det keramiska materialet är helt eller delvis reduktionsbränt. Ovansidan har en kraftigt för-

glasad yta; gråsvart till grön och i många fall med röda fläckar. Den förglasade ytan kan vara slät och blank men också matt, skrovlig och porig. Ofta finns där små metall droppar insjunkna, samt en fördjupning där ett kraftigt flussande ämne – troligtvis bly i en blyhaltig legeringsmälta – eroderat ned den keramiska ytan. Undersidan visar ett svagt sintrat material, som utsatts för lägre temperatur än ovasidan.

Kärlyten har av Justine Bayley, med utgångspunkt från myntningsrelaterat material från 900-talets York, tolkats som avdrivningskärl (Bayley 1992a:748ff; 799ff), dvs. kärl avsedda för testning av renheten hos silver.

Avdrivning eller kupellation är en mångtusenårig process (jfr Conophagos 1980 samt Pernicka m. fl. 1998) med ursprung i silverutvinning ur silverhaltiga blymalmer, där utreducerad metall i ett sista steg smälts i en ugn eller degel klädd med kalk eller benaska. Då luft blåses över smältan av silver/blylegering (*verkbley*) kommer blyet att oxideras till en smält blyoxid (blyglete) som också tar med andra orenheter ur silvret såsom koppar, varefter blygleten sjunker in i benaske/kalkmaterialet. Silvret ligger kvar renat i opåverkad metallisk form. Man nyttjar här effekten av att bly och koppar oxiderar under förhållanden då silver fortfarande håller sig stabilt i ett metalliskt tillstånd.

I mindre skala kan samma princip nyttjas för testning av renheten hos smärre silverprover. Silver och bly smälts i ett första steg samman i ett keramiskt kärl, en *skärvel* (eng. *scorifier*). I steg två utförs själva kupellationen eller avskiljandet av bly i ett *kapell* (eng. *cupel*) tillverkat av benaska i vilken blyoxidsmältan med ingående föroreningar absorberas (Bayley & Eckstein

1997:109f). Om tillsatt silver vägs före processen och uttaget silver vägs in efteråt, kommer viktskillnaden att berätta om den testade metallens silverkoncentration. Tekniken är i bruk än i dag.

Metoden finns beskriven hos Theophilus (Hawthorne & Smith 1979:96), som en process i ett steg utförd i ett keramiskt kärl utan absorptionsförmåga. I denna beskrivning skummas den smälta blyoxiden av, istället för att sugas upp av ett poröst material.

Bayley och Kerstin Eckstein håller dörren öppen för möjligheten att en fullständig silverrening skulle kunna ske i ett keramiskt kärl som dock har nackdelen i förhållande till kalk och benaska att silikaterna i leran tillsammans med blyet bildar blysilikater, varvid kärlets porositet och absorptionsförmåga går förlorad (Bayley & Eckstein 1997:110).

Fynd av kapell av benaska dröjer i det arkeologiska materialet, vilket givetvis kan berätta om en frånvaro grundad i att äldre kapell ännu ej uppmärksammats av arkeologer. Men lika gärna skulle frånvaron kunna berätta om ett äldre bruk av en enklare process, som sett ut just som den Theophilus beskriver. Olika metoder att skumma av blyglete har också beskrivits från kupellation av större mängder silver kopplad till antik grekisk silverbrytning (Conophagos 1980).

Klart är att metoderna för kemisk metallanalys förfinades betydligt under alkemins inflytande under renässansen (Rehren 1997), men vi vet inte mycket om metodens utveckling under medeltid. Ännu härrör de tidigaste daterade skandinaviska fynden av kapell i benaska från mynthuset i Ärkebiskopsgården i Trondheim, 1530-tal (McLees 1996:133). Materialet har dock med säker-

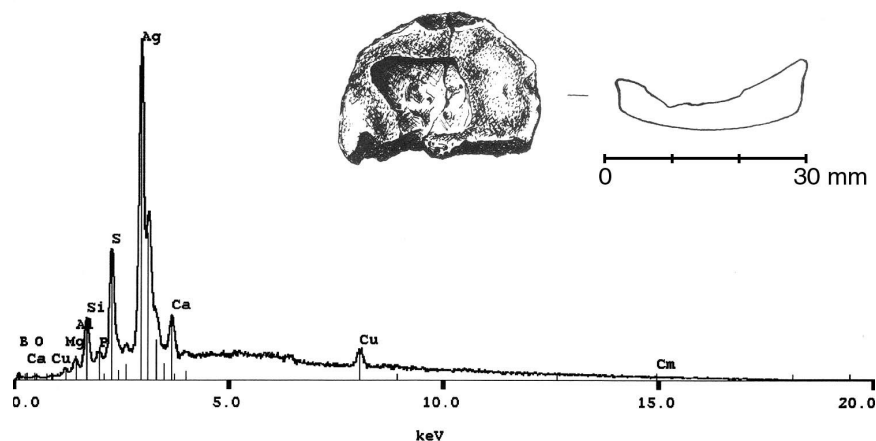


Fig. 5. Skärvel, Birkas stadsvall, och diagram från XRF-analys av metalldroppe vid ytan visande den kraftiga silvertoppen samt ett lätt kopparutslag till höger. Notera ovasidans fördjupning. Teckning och analys författaren.

het använts i Skandinavien i absorberande härdväggar ämnade för silveraffinering i större skala åtminstone sedan vendeltid (jfr Kresten m. fl. 2000:15).

Analys av kupellationskärl visar generellt en halt av bly och koppar i godset. Några skärvelfragment funna i verkstadslämningarna på husterrasserna vid Birkas stadsvall, utgrävda 1987–96 (Holmquist Olausson 1993) (Holmquist Olausson & Fennö Muyingo 1995) är intressanta i sammanhanget (fig. 5). De är små, med dovt grågröna förglasningar och med tydliga fördjupningar i ytan, och troligen tillverkade i en mjäla med mycket litet lera som sammanbindningsmedel. I fördjupningens botten i ett av kärnen finns ett par millimeterstora droppar vit metall, som genom energidispersiv röntgenspektroskopi (EDS) konstaterats innehålla silver och koppar. Den gröna förglasningen innehåller också något bly (Söderberg 2004:119).

Skärvel från mynthuset i kv. Urmakaren, Sigtuna, har blivit analyserade med samma metod (Söderberg 2004:119). Dessa visar små silvermängder (under 1,47 atomprocent), kopparmängder upp till 12,38 och bly upp till 7,00 atomprocent. Denna elementprofil kan anses som en tämligen karakteristisk profil i ett kupellationskärl, med höga bly- och kopparhalter men mycket låga silverhalter.

Birgitta Hultén har utfört spektrometriska analyser av värmeplattor från Fyrkat (900-tal). De analyserade exemplaren är tillverkade i omagrad kalkfri lera samt av kalkfri lerig mjäla. Förekommande röda fläckar i den förglasade ytan innehåller  $\text{Cu}_2\text{O}$  och aluminiumsilikater (Roesdahl 1977:51). Undertill har kärnen varit utsatta för temperaturer av ca 500–600 grader C och ovanifrån av 800–900 grader C (TCT; Thermal Colour Test – se Hultén 1976). Andra analyserade exemplar från Fyrkat vi-

sar innehåll av ej redovisade kvantiteter bly, koppar och silver.

#### Avdrivning.

##### Fyra smärre experiment

För att ge en bild av hur ett keramiskt kärl kan se ut efter en sammansmältning av bly och silver följt av en oxiderande överblåsning av blästerluft, har inför detta arbete utförts en kortare experimentserie. Denna är, förutom temperaturmätningar, helt kvalitativ. Metallerna har inte vägts in och det keramiska materialet har inte analyserats. Undersökningens primära syfte har varit att ge ett vägledande material att okulärt jämföra med Sigtunamaterialet. I allt väsentligt följer experimenten den av Theophilus beskrivna processen.

Fyra skärvar, ca 55–65 mm stora och ca 15 mm höga, tillverkades av mjåla hämtad från Hägeby socken mellan Håbo och Sigtuna; ett område i övrigt dominerat av postglaciala finleror och svallgrus (SGU Jordartskartan Enköping SO: j2). Ingen lera tillsattes mjålan, utan skärvarna sammanhölls av det ringa lerinnehåll som naturligt fanns i materialet (*fig. 6*).

Processen utfördes i en liten lerklädd träkolseldad blästerhård, blåst med en dubbelbäl. Temperaturer mättes med ett termoelement (K-element) ovan och under kärnen. Skärvarna placerades vart och ett strax framför blästerskyddets utblåsningshål och täcktes med träkol varpå härden hetades upp till 1040 grader C. Kolet rakades undan, silver (sterling; Ag 92,5/Cu 7,5) och bly (ospec) placerades i kärlet, varefter det åter täcktes med träkol och härden åter värmdes till 1040 grader C för att smälta samman metallerna. Denna del av processen är reducerande då träkolet slukar allt

tillfört syre, vilket kan förklara att de arkeologiska kupellationskärlen ofta är mer eller mindre reduktionsbrända trots att avdrivning är en oxiderande process.

Därefter rakades kolet åter undan, så att den glänsande smältan av Ag/Pb-legering blottades. Ett par smärre kolbitar fick ligga kvar mellan blästerskydd och smälta, varpå blästerluft blåstes över kärlet och skeendet kunde observeras.

Under den oxiderande blåsningen skedde en tydlig bildning av blyoxid på metallens yta. Små rödglödande runda fläckar av oxid uppstod, som flöt mot smältans kanter där de förenades med keramikkarlets ovasida vilken gradvis förvandlades till ett flytande glasmaterial. Glasbildningen var dramatisk och korresponderade väl med en tydlig krympning av metallsmältan i det fjärde, mest framgångsrika, försöket. Skeendet kunde där studeras i ca tio minuter, tills smältans storlek var ca 1/4 av den ursprungliga (*fig. 7*). På grund av problem med temperaturhållningen kunde inte processen avslutas, eftersom temperaturen i härden gradvis sjönk istället för att såsom avsett hållas hög. Då silverkoncentrationen i legeringssmältan ökar kommer också legeringens smältpunkt att stiga, vilket ställer krav på en höjd hårdtemperatur under processens gång.

Temperaturen över kärnen uppmättes till 800–1040 grader C i försök ett och två, samt under oxidationsstadiet i försök fyra till 700–800 grader C. Temperaturen vid undersidan uppmättes i försök två till 660 grader C. Efter försökens avslutande hälldes kvarvarande metall ur kärnen medan denna fortfarande var flytande; med undantag för i försök ett, där metallen fick ligga kvar och stelna i skärveln (*fig. 8*).





Fig. 6. Experimentkärn före användning. Till höger ett benaskekapell som tillverkades av brända ben som krossats i mortel, för att erhålla ett referensmaterial. Foto författaren.



Fig. 7. Kärn 4 efter utfört experiment. Bly/silver-smältan var vid experimentets början nästan lika stor som i fig. 8, men då stora delar av det ingående blyet oxiderat återstod vid försökets avslutande en smälta av den storlek som antyds av den lilla fördjupningen i kärlets yta. Depressionen har en skrovlig och porig gulgrön förglasning i botten, färgerna i kärlets yta pendlar mellan rött, gulgrönt och blågrönt. Foto författaren.



Fig. 8. Kärn 1 efter utfört experiment. Bly/silver-smältan har fått stelna i kärlet på ett tidigt stadium i processen, för att demonstrera smältans läge i den djupt nederoderade depressionen. Foto författaren.

Som synes ligger de temperaturer som uppmättes vid experimenten något hundratals grader över Hulténs TCT-analyser av kärl från Fyrkat (Roesdahl 1977:51), men temperaturskillnaderna mellan över- och undersida är i stort desamma.

Försöken gav fyra kärl med utseenden som ansluter till fynden från Birkas stadsvall och från Sigtuna. De ansluter också väl till utseendet hos skärvar funna i en alkemists verkstad från 1500-tal i Oberstockstall, Österrike (Martinon-Torres, pågående projekt). Experimentkärlens undersidor och kanterna är reduktionsbrända men fläckvis oxidationsbrända, ovensidorna är täckta av en blågrön över oliv- till gulgrön förglasning. I samtliga fall finns röda partier i ytan. I kärlets ovensidor finns fördjupningar där den avhållda metallen legat och där finns också flertalet smärre metalldroppar och träkolsfragment insjunkna.

EDS-analyser av ytan i experimentkärl nr 4 visade 15,38% Pb, 1,31% Cu och 0,17% Ag. Alla siffror anger atomprocent (Söderberg 2004:119).

I kärl nr 4 är fördjupningens botten påfallande kratrig eller porig på att en gasutveckling pågått under metallsmältan under processen. Liknande porighet är en egenskap som kännetecknar många vikingatida skärvar, om än inte alla (*jfr fig. 3, kärlet t v*). Processen ger flera specifika karakteristika, men alla står inte nödvändigtvis att finna i ett och samma kärl. Kärlet kan således utseendemässigt skilja sig åt även om processen varit densamma.

Många skärvar i de arkeologiska materialen har ingen eller en mycket svag depressionskant i den förglasade ytan. Det senare är aktuellt i de kärl som redovisas från Viborg (Krongaard Kristensen 1990:334).

Om silvret hålls av skärveln då det fortfarande är i flytande tillstånd, kommer också den uppkomna förglasningen att vara flytande vid tillvaratagandet av silvret. De mjuka kanterna hos Viborgsexemplarens fördjupningar, antyder ett skeende där den flytande blyoxidförglasningen sjunkit tillbaka något mot kärlets mitt innan den stelnat, efter det att det renade silvret hällts av. Fördjupningarnas kanter blir då mindre distinkta än vad som huvudsakligen är fallet i Sigtunaskärvarna. Vid experimenten noteras att blyoxidsmältor är påfallande lättflytande.

I många fall finner man också skärvar där silvret brutits loss ur plattan efter att det svalnat och stelnat. I dessa fall erhålls kärldokument med ett helt andra utseende än hos plattorna från Viborg, ibland med en brottyta eller ett hål vid plattans mitt.

#### Kärl för silvertestning?

I allt väsentligt visar värmeplattorna från Sigtuna karakteristika som är typiska för kupellationsprocessen. Grad av förglasning, fördjupningarna i ytan, förglasningarnas färger samt ibland en förekomst av metalldroppar är generellt desamma som i experimentkärlen. Då bly och koppar påvisats vid analys av kärlet från kv. Urmakaren, kan vi sluta oss till att de använts vid silvertestning och således bör de benämnas skärvar.

Den ringa storleken hos dessa skärvar pekar på användning vid analys av smärre silverprover snarare än på raffinering av större volymer brukssilver. Raffinering i större skala har i regel bedrivits i hårdgropar klädda av ett benaskematerial. Vi har exempel på sådant material i vendeltida

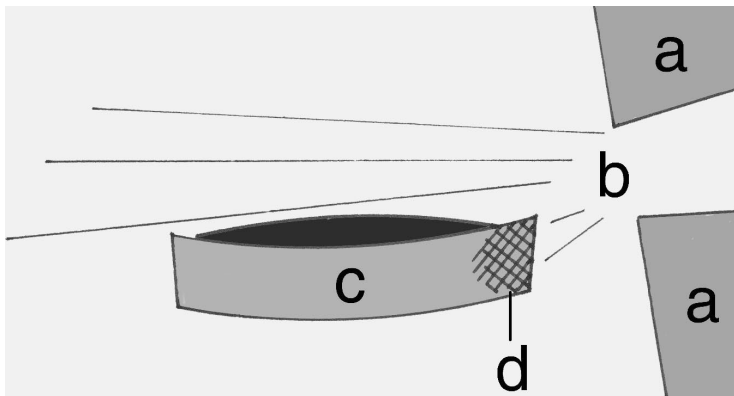


Fig. 9. Skiss av ett avdrivningskärls förmodade placering i härden, utförd med ledning av Theophilus beskrivning och av förglasningarnas distribution på Sigtunakärnen. a) blästermunstycke. b) luftström. c) avdrivningsplatta. d) i förekommande fall förglasning på den kärlkant som varit vänd mot blästern. Teckning författaren.

verkstadsmaterial från Dagstorp i Skåne (Kresten m. fl. 2000) samt från 1200-talets Sigtuna (Kresten & Larsson 1996). Kupellationshårdvägg av denna typ finns också representerad i 1100-talets Sigtuna och i 1000-talets Fröjel, Gotland (Gustavsson & Söderberg, pågående arbete).

Huruvida den testmetod som bedrivits i skärvlarna från Sigtuna skett uteslutande i keramiska kärl såsom Theophilus beskriver eller om den utgjort det första steget i en tvåstegsprocess som slutförts i ett kapell av benaska, är en fråga som må lämnas därhän tills dess sådana eventuellt kan påvisas i skandinaviska arkeologiska material med tidigare datering än högmedeltid.

#### Silvertestning och vikingatida handel. En diskussion

Vem har då haft intresse av att testa silver och varför har detta bruk varit så relativt vanligt som det tycks ha varit i Sigtunas stadsmiljö under 1000-talet? I ett tolknings-sammanhang är kopplingen mellan kupellationsverksamhet och betalningsmedel mycket viktig. En viktig pådrivare för utvecklandet av metoder för silveraffinering var romarrikets myntväsende (Rehren

1997:11). Vi finner såväl i senare tider att avdrivning och myntning intimt hör samman; i 1530 talets mynthus i Ärkebiskopsgården i Trondheim samt i 1630-talsmyntet på Helgeandsholmen i Stockholm (Wadsten 1979); liksom vi kan se större skärvelfynd både i Kung Olofs mynthus i Sigtuna och i myntningsanknutna fynd från 900-talets York (Bayley 1992a:748ff; 799ff). I myntningens idé ingår att myntet garanterar en uniform vikt och silverkvalitet och således har myntningen haft ett behov av kontroll av metallråvarans silverhalt.

Men de enstaka exemplar vi finner spridda i verkstads materialet från 1000-talets stadstomter, avskilda från mynthuskontexten – vad står dessa för? Berättar de om flera mynthus engagerade i Olof Skötkonungs myntning, eller har även verksamma silversmeder önskat hålla en god råvarustandard i sin verksamhet?

Det är möjligt att det senare ibland varit fallet, och säkert har silvertestning ingått i ädelmetallsmedens kompetens – men väl utförda smycken kan bära ett statusvärde genom den skicklighet som investerats i fråga om praktfullt utförande, alldeles oavsett om silverhalten råkar vara nittio eller nittio-

fem procent. Möjligen står svaren på våra frågor istället att finna i betalningssystemet, men inte nödvändigtvis alltid i samband med myntning vilket antyds av fyndet av skärvlarna från Birka där ingen myntning finns känd.

Vikingatidens betalningssystem var ett silverviktsystem. Handelsmän och stormän har varit beroende av vågar och vikter vid användning av silvret som betalningsmedel. Lika beroende har de varit av att kunna försäkra sig om betalningssilvrets kvalitet (Berg 1980). Det är lätt att tänka sig att konsten att utföra kemisk silveranalys kommit till användning i detta sammanhang, särskilt vid större och viktigare transaktioner. Fynden av vikingatida skärvlar kan då antas stå för en hitintills felande länk i vikingatidens betalningssystem.

Vi kan ana av Olofs Skötkonungs viktloidsproduktion, som ju skedde parallellt med pågående myntning, att handeln mot betalningssilver fortgått även under de tider kungen myntat. Kung Olofs statsapparat har inte varit stark nog att utestänga bruket av de gamla betalningsmedlen. Således bör det trots myntningen fortfarande ha funnits ett behov bland enskilda personer att få kvalitetskontroller av betalningssilver utförda.

Vem ägde då kompetensen att kontrollera silver, handelsmannen eller smeden? Förmodligen smeden eller kanske t o m en speciell proberare. Skärvlarna från terrasserna vid Birkas stadsvall påträffades i en ren verkstadsmiljö. Detsamma gäller de utgrävda tomterna i det centrala Sigtuna där flertalet enstaka kärffragment påträffats – längs Stora gatan har funnits många metallverkstäder. Om kunskapen varit legio bland ädelmetallsmider är svårare att säga, men klart är att silveranalys har krävt goda spe-

cialkunskaper varför det är tänkbart att färdigheten varit av exklusiv karaktär. Om vi antar att skärvlarna från Sigtuna haft en funktion i såväl den tidigare vikttekonomin som i den senare monetära ekonomin, skulle vi kunna få svar på flera frågor rörande handelns förhållanden i det tidigmedeltida Sigtuna. Hur starkt grepp fick kung Olofs myntning över handeln? Finns en nedgång i förekomsten av enstaka avdrivningskärl spridda på stadstomterna under de decennier myntningen skedde och finner vi dem under denna tid primärt representerade i mynthuset? När försvinner förekomsten av enstaka kärl för gott – från vilken tid hänvisas bruket av ädelmetallanalys framför allt till mynthuset? Svaret på den sista frågan skulle kunna berätta för oss vid vilken tidpunkt i Sigtunas historia silverviktsekonomin slutgiltigt får ge vika för en monetär ekonomi.

Därtill skulle fynd av skärvlar kunna hjälpa oss att lokalisera det mynthuset som lämnat efter sig två provpräglingar på bly av penningar från 1200-talet, påträffade vid utgrävningar i kv. Professorn 2 och i kv. Professorn 4 1995–1996 (Jonsson 1996; Tesch 1996). Detsamma bör gälla för ett liknande provavtryck från 1180-tal, funnet i kv. Trädgårdsmästaren 1988 (Lagerqvist 1990).

#### Slutord

De arkeologiska fyndmaterialen från 1000-talets Sigtuna har givit fynd av två tämligen nyidentifierade kategorier av metallurgisk keramik; smältkolor från viktillverkning och skärvlar använda vid silvertestning. De stammar från två olika processer men bör utgöra två vitala delar i samma sammanhang – det vikingatida handelsväsendet och dess betalningsmedel.

Här redovisad tanke om avdrivningsteknikens plats i premonetär hacksilverekonomi är ännu av hypotetisk karaktär. Forskning på området är ännu sparsam, men klart är att spår av kupellationsverksamhet förekommer i Skandinavien åtminstone sedan vendeltid och denna förekomst måste givetvis stå för något. Då teknikens historia är intimt sammanvävd med myntningens, förefaller ej främmande att koppla den också till den yngre järnålderns betalningssystem. Fyndkontexten vid Birkas stadsvall blir i detta sammanhang synnerligen intressant som referens, då en större produktion av viktlod pågick på platsen. Stadsvallens smedjor, belägna på en höjd ovan staden med utsikt över handelsplatsen, var ej blott verkstäder för smide och smycken utan har under en period under 800–900-tal också

varit en produktionsplats för betalningsmedel.

Identifieringen av smältkylor och skärvarlar visar oss att i de stora material av slagger och förglasad lera som påträffats vid utgrävningar i Sigtuna, finns troligen mycket kvar att upptäcka och att identifiera i fråga om metallurgisk keramik. Upptäckter som kan vidga vår syn på vikingatida och tidigmedeltida smeders kompetensbredd, och som också kan lämna viktig information om vidare sociala sammanhang. Detta i synnerhet i en stad som Sigtuna, som representerar en brytpunkt mellan gammalt och nytt i fråga om samhällsorganisation.

*Tack till The Umha Aois Project, Irland, som berett förutsättningar för experimentens genomförande.*

**Summary.** Finds from 11th-century Sigtuna have supplied archaeological research with a range of different metallurgical or crafted ceramics of which some have been rather recently identified. One example is melting bowls, i. e. clay vessels used in the process of brazing iron weights. These were found in vast numbers at the mint of King Olof Eriksson Skötkonung (late 10th to early 11th centuries). In order to supervise trade, the king probably had to verify the old means of payment by weighing silver, as well as his own coinage. Another category of ceramic objects found in the mint as well as in several other parts of the town is heating trays. This paper interprets these as assaying vessels, of vital importance for testing silver connected

with payment and coining. A review is made of a few finds of assaying vessels from Northern Europe, and of analyses showing their characteristic surface composition of lead and copper.

A small experimental series for assaying was made, in order to attain comparative material for use in the interpretation of the Sigtuna trays. It is suggested that heating trays used outside the mint could possibly tell the same story as the presence of waste from the manufacture of weights inside it. The old means of payment and the monetary system, introduced by the king, existed side by side. In the silver standard economy, the technologies for testing the purity of silver were probably as important as the equipment for weighing it.

## Referenser

- Anund, J. 1997. The bronze industry of medieval Scandinavia – the evidence and the social position of the artisan. *Material Culture in Medieval Europe – Papers of the "Medieval Europe Brugge 1997" Conference*. Vol 7. Red. G. De Boe & F. Verhaeghe. Zellik.
- Anund, J. 1998. Mångsysslare, småstäder och klassresor. Nordens bronslantverk som exempel på möjligheter inom socioarkeologin. *Meta* 4/1998.
- Bayley, J. 1992a. Anglo-Scandinavian Non-Ferrous Metalworking from 16–22 Coppergate. *The Archaeology of York*, 17/7. Red. P. V. Addyman. London.
- Bayley, J. 1992b. "Metalworking Ceramics". *Medieval Ceramics* 16. Sheffield.
- Bayley, J. 1997. Developments in metalworking during the medieval period. *Material Culture in Medieval Europe – Papers of the "Medieval Europe Brugge 1997" Conference*. Vol 7. Red. G. De Boe & F. Verhaeghe. Zellik.
- Bayley, J. & Eckstein, K. 1997. Silver Refining – Production, Recycling, Assaying. *Archaeological Sciences 1995. Proceedings of a conference on the application of scientific techniques to the study of archaeology, Liverpool July 1995*. Red. A. Sinclair m fl. Oxford.
- Berg, K. 1980. Enkelte betraktninger i tilknytning til fenomenet sekundær behandling. NNF-Nytt. *Norsk Numismatisk Tidskrift* 2/1980. Oslo.
- Björklund, H. 1982. *Lima och Transtrand: ur två socknars historia* 1. Malung.
- Brinch Madsen, H. 1984. Metal Casting. *Ribe Excavations 1970–76*. Vol 2. Red. M. Bencard. Esbjerg.
- Callmer, J. 1995. Hantverksproduktion, samhällsförändringar och bebyggelse. *Produksjon og samfunn. Beretning fra 2. nordiske jernaldersymposium på Granavolden 7.–10. mai 1992*. Oslo.
- Callmer, J. 2003. Wayland. An Essay on Craft Production in the Early and High Middle Ages in Scandinavia. *Centrality – Regionality. The social structure of Southern Sweden during the Iron Age*. Uppåkrastudier 7. Lund.
- Carlsson, A. 1983. *Djurhuvudformiga spännen och gotländsk vikingatid*. Stockholm.
- Conophagos, C. 1980. *Lelaurium antique et la technique Grecque de la production de l'argent*. Aten.
- Drescher, H. 1983. Metallhandwerk des 8.–11. Jh. in Haithabu auf grund der Werkstattabfälle. *Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. Teil II, Archäologische und philologische Beiträge*. Red. H. Jahnkuhn. Göttingen.
- Eilbracht, H. 2004. Feinschmeide und Münzmeister – Ein Forschungsprojekt zum Wikingereitlichen Metallhandwerk in Nordeuropa. *Schmeidehandwerk in Mittelalter und Neuzeit*. Red. W. Melzer. Soest.
- Gustafsson, Ny B. 2003. *Bultlås från Birkas garnison – analys och rekonstruktionsförslag*. CD-uppsats i laborativ arkeologi 2002/2003. Stockholms universitet.
- Gustin, I. 1997. Islam, Merchant or King – Who was behind the making of the Viking Age weights? *Visions of the past. Trends and Traditions in Swedish Medieval Archaeology*. Red. H. Andersson m fl. Lund.

- Hawthorne, J. G. & Smith, C. S. 1979. *Theophilus; On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*. New York.
- Hedegaard, K. R. 1992. Bronzestøberhåndværket i yngre germanertid og tidlig vikingetid i Skandinavien – teknologi og organisation. *Lag* 1992. Højbjerg.
- Holmquist Olausson, L. 1993. *Aspects on Birka. Investigations and surveys 1976–1989*. Stockholm.
- Holmquist Olausson, L. & Fennö Muyingo, H. 1995. *Rapport från en arkeologisk undersökning vid Birkas stadsvall 1995. Björkö, Adelsö sn. Raä 118 Uppland*. AFL, Sthlms Universitet. Stencilrad utgåva.
- Hulthén, B. 1976. On Thermal Colour Test. *Norwegian Archaeological Review* 9:1. Oslo.
- Jakobssen, S. 1991. *Hersker og smed. Smedarbeider i Tønsberg i perioden ca 1150–1350*. Arkeologiske rapporter fra Tønsberg nr 8. Tønsberg.
- Jakobsson Holback, T. 1999. Svårtolkade spår efter en metallurgisk process – ett danskt exempel och dess paralleller i omvärlden. *By, marsk og geest* 11. Red. J. Kieffer-Olsen m. fl. Ribe.
- Jonsson, K. 1996. Nya bidrag till Sigtunas mynthistoria under medeltiden. *Vikingars guld ur Mälarens djup – tio artiklar med anledning av en utställning*. Red. S. Tesch & R. Edberg. Sigtuna.
- Kresten, P. & Larsson, L. 1996. *Kemisk analys av fynd 1910b från kv. Trädgårdsmästaren*. Analysrapport 16-1996. Raä UV GAL. Uppsala.
- Kresten, P., Hjärthner-Holdar, E. & Stilborg, O. 2000. *Vendeltida metallurgi i Dagstorp, Skåne*. Analysrapport 5-2000. Raä UV GAL. Uppsala.
- Krongaard Kristensen, H. 1990. Spor efter guldsmede fra vikingetiden i Viborg. *Kuml* 1988–89. Red. P. Kjærsum. Viborg
- Lagerqvist, L. O. 1990. Sensation – mynttillverkning i Sigtuna på 1180-talet. *Makt och människor i kungens Sigtuna. Sigtunautgrävningen 1988–90*. Red. S. Tesch. Sigtuna.
- Lamm, K. 1969. Svensk konstindustri för 1500 år sedan. *Helgö, den gåtfulla ön*. Red. W. Holmqvist & K. E. Granath. Uddevalla.
- McLees, C. 1996. Itinerant craftsmen, permanent smithies and the archbishop's mint: the character and context of metalworking in medieval Trondheim. *Historical Metallurgy – Journal of the Historical Metallurgy Society*. Vol 30 No 2 (1996). London.
- Malmer, B., Ros, J. & Tesch, S. 1991. *Kung Olofs mynthus i kvarteret Urmakaren, Sigtuna*. Sigtuna.
- Martinon-Torres, M. 2005. Personlig kommunikation, med hänvisning till antiquity.ac.uk /ProjGall/martinon/
- Pernicka, E., Rehren, T. & Schmitt-Strecker, S. 1998. Late Uruk silver production by cupellation at Habuba Kabira, Syria. *Metallurgica Antiqua. In honour of Hans-Gert Bachmann and Robert Maddin*. Der Anschnitt 8. Red. T. Rehren m. fl. Deutsches Bergbau-Museum, Bochum. Essen.

- Rehren, T. 1997. Metal Analysis in the Middle Ages. *Material Culture in Medieval Europe – Papers of the "Medieval Europe Brugge 1997" Conference*. Vol 7. Red. G. De Boe & F. Verhaeghe. Zellik.
- Roesdahl, E. 1977. *Fyrkat – En Jysk Vikingeborg, II Oldsagerne og Gravpladsen*. København.
- SGU – Sveriges geologiska undersökning. 1975. Jordartskartan Enköping SO.
- Sperber, E. 1996. *Balances, Weights and Weighing in Ancient and Early Medieval Sweden*. Stockholm.
- Steuer, H. 1978. Geldgeschäfte und Hoheitsrechte im Vergleich zwischen Ostseeländern und islamischer Welt. *Zeitschrift für Archäologie* 12. Bonn.
- Steuer, H. 1984. Feinwaagen und Gewichte als Quellen zur Handelsgeschichte des Ostseeraumes. *Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen an Siedlungen im Deutschen Küstengebiet. Vol 2, Handelsplätze des frühen und hohen Mittelalters*. Red. H. Jankuhn m. fl. Bonn.
- Steuer, H. 1987. Gewichtsgeldwirtschaft in frugeschichtlichen Europa. *Untersuchungen zu Handel und Verkehr der vor- und frugeschichtlichen Zeit in Mittel- und Nordeuropa. Part 4, Der Handel der Karolinger- und Wikingerzeit*. Red K. Düwel m fl. Göttingen.
- Söderberg, A. 1996. *Schmelzkugeln – Identifikation av en hantverksprocess. Fyndmaterial från Birka och Sigtuna*. CD-uppsatser i laborativ arkeologi 1995/1996. Del 2. Stockholms universitet.
- Söderberg, A. & Holmquist Olausson, L. 1997. On Bronzing Iron Objects – Archaeological Evidence of Weight-manufacture in Viking Age Scandinavia? *Iskos* 11. Proceedings of the VII Nordic Conference on the Application of Scientific Methods in Archaeology – Savonlinna, Finland, 7 – 11 September 1996. Red. T. Edgren. Vammala.
- Söderberg, A. 2004. Metallurgic ceramics as a key to Viking Age workshop organisation. *Jonas 14 – Journal of nordic archeological science*. Stockholm.
- Tesch, S. 1996. Piraterna år 1187 knäckte inte Sigtuna. *Vikingars guld ur Mälarens djup – tio artiklar med anledning av en utställning*. Red. S. Tesch & R. Edberg. Sigtuna.
- Thunmark-Nylén, L. 1983. *Vikingatida dosspännen – teknisk stratigrafi och verkstadsgruppering*. Uppsala.
- Wadsten, T. 1979. Om proberkonsten på Helgeandsholmen under 1600-talet. *Fornvännen* 3/1979.