

Slik gikk forskerne frem for å lage kupellene

Dette er fremgangsmåten for å lage kupeller av beinaske, som forskerne Otto Lohne og Pål Ulseth selv beskriver det.

Vi har flere detaljerte beskrivelser fra 1500-tallet av fremgangsmåter for produksjon av beinaskekupeller, for eksempel Biringuccio (1540 (1966)), Agricola (1556 (1950)) og Ercker (1574 (1951)).

Det er litt sprikende informasjon å få fra de tre bokverkene. Dette kan tyde på at det var variasjoner i prosessen fra sted til sted. Detaljeringen av framstillingsprosessen varierer også noe mellom bøkene.

Selv om dette er verk utkommet etter at virksomheten i myntverkstedet i Erkebispegården opphørte (1537), må vi gå ut fra at det innen fagkretsene/ laugene fantes oppskrifter tilgjengelig fra tiden før 1500-tallet. I det følgende har vi lagt til grunn beskrivelser fra Lazarus Ercker's bok «Treatise on Ores and Assaying», sidene 26–33, fordi han gir de mest nøyaktige beskrivelsene av detaljene ved arbeidsoperasjonene. Boka kom først ut i 1574.

En ny utgave i 1580 er oversatt av Anneliese Grünhaldt Sisco og Cyril Stanley Smith, sistnevnte var en stor autoritet innen metallurgi.

Valg av bein

Både Agricola og Ercker framhever kalveskaller som det beste utgangspunktet for å lage gode beinaskekupeller. I kupeller funnet i Erkebispegården var brukt bein fra dyr. Vi valgte derfor å gå til et slakteri i Trondheim og fikk tak i 2 kalvehoder. Disse ble kokt og rensset for kjøtt og sener ved skuring, se fig. 1.

Etter rensing av hodene ble de ulike beinene skilt fra hverandre: Pannebeina ble holdt for seg selv. Kjever med tenner gikk i en annen pose. Fig.2 viser bilder av de rensede beinrestene.



Figur 1. Innledende koking av to kalvehoder på kjøkkenet til Pål.



Figur 2. Rengjorte bein av kalveskaller. Rutene er 5 x 5 mm.

Kalsinering av skalle

En av skallene ble lagt inn i en vedovn fyrt med bjørkeved med god trekk. Etter ei stund ble beinrestene tatt ut, og ristet og lett børstet for askestøv og lagret i plastposer. Se figur 3.



Figur 3. Brente bein fra en kalveskalle.

Knusing til mel

Brente bein fra pannen av en skalle ble brukket i stykker og knust i en morter. Beinmelet ble siktet i en tesil med åpninger på cirka 1x1 mm.

Siktingen ble gjort tre ganger. De groveste partiklene ble hver gang tatt ut og knust videre. Dette resulterte i 173 gram beinaskemel som opptok et volum på cirka 200 ml i et begerglass.

Vasking av beinaskemel

Beinasken ble tilsatt lunkent vann med god omrøring. Vann + beinaskemelet utgjør 600 ml. Den groveste bestanddelen synker ganske raskt til bunns. Finfraksjoner av asken settler ganske langsomt. I grumset vann måles ph til 9-10.

Etter 30 minutter er det et tydelig skille mellom det som sank raskt til bunns og det som settlet. Fortsatt er vannet grumset. På overflaten er det et tynt skumlag. Skumlaget fjernes og cirka 370 ml grumset vann helles nå av og settes bort i et separat begerglass.

Gjenværende masse får påfylt nytt lunket vann opp til 600 ml under god omrøring. Så settes også dette begerglasset bort.

2.5 Tørking av beinasken

Neste dag, etter 16 timer ved romtemperatur, har vannet klarnet i begge glassene. Se figur 4.



Figur 4. Begerglassene etter 16 timer ved romtemperatur. Vannet er klart i begge glassene.

Vannet helles av begge begerglassene. Den finkornete, settlete massen helles ut i ei separat glasskål. Beinasken fra det andre glasset tas ut med stålskje og legges som hauger i to skåler – tre hauger i hver skål. Se figur 5. Deretter settes skålene inn i et tørkeskap på 50 °C.

Etter 24 timer i tørkeskapet tas skålene ut og massene knuses på nytt i morter og siktes i tesilen. Den fineste massen, settlet fra grumset vann, reserveres til «facing». Massen fra de 6 grovere haugene brukes til selve kupellene.



Figur 5. Tre glasskåler med beinasken til tørking i varmeskap. Grov (midtbilde) og fin beinasken («facing») etter knusing og sikting av tørket materiale.

Laging av kupeller

To toppete teskjeer av beinasken vætes lett med sterkt øl fra Nøgne Ø, under omrøring i et lite begerglass. Dette ølet er gjæret på flaske og ikke filtrert.

Deretter fylles massen i underverktøyet, «nonnen», og pakkes hardt. Overskudd av masse strykes bort med en ispinne før oververktøyet, «munken», slås hardt for å få en god kompaktering. Verktøyet er vist i fig 6.

Både nonnen og munken er konet. Deretter drysses tørr, finkornet beinaske, «facing», på overflaten og jevnes utover med en finger. Munken settes igjen ned i nonnen og facingen festes med noen kraftige slag til resten av kupellen.

Dersom beinasken er av riktig fuktighet, festes facingen fint til kupellen og vi oppnår ei glatt overflate som løsner lett fra munken.

Deretter snus nonnen opp-ned og kupellen trykkes forsiktig ut av formen, fig. 7. Deretter settes kupellene til tørking i romtemperatur.



Figur 6. Verktøy brukt til å lage kupeller samt fylling og kompaktering.

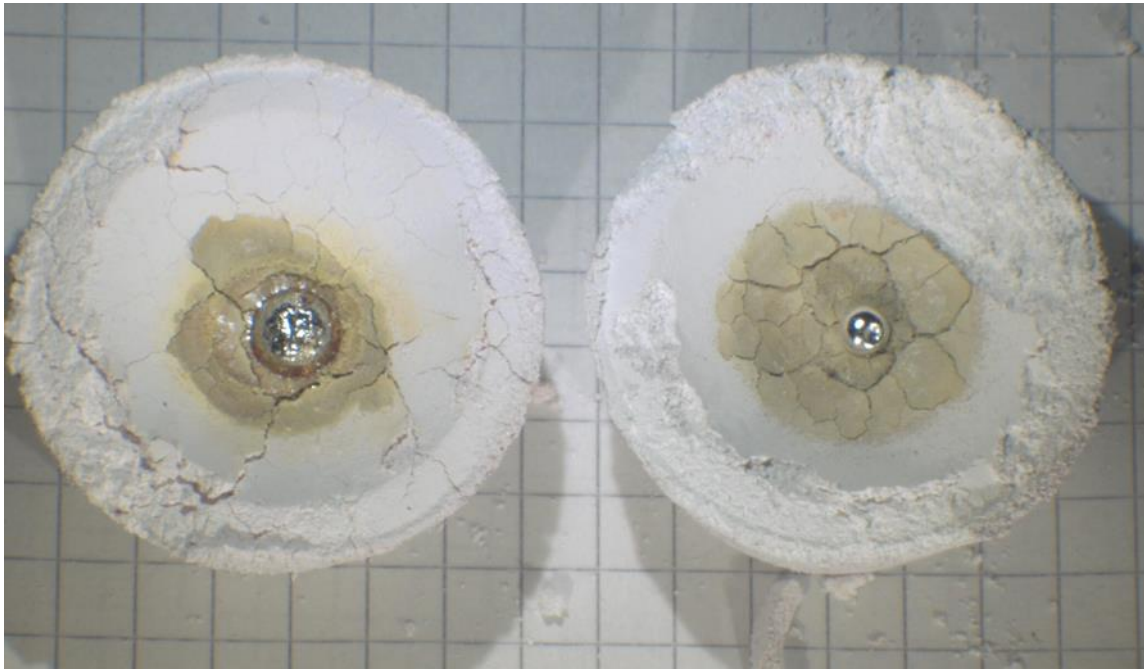
Vætingen av beinasken har vært det vanskeligste punktet i framstillingsprosessen. Det er lett å gjøre massen for våt. Dette understrekes også i Ercker's beskrivelse. Hvis massen er så våt at det kommer væske opp langs kanten av munken under kompaktering, da er massen for våt og munken slipper ikke fra den kompakterte massen uten at den drar med seg beinaske fra overflaten.



Figur 7. To beinaskekupeller med glatt facing på overflaten. Rutene på papiret er 5x5 mm.

Tørking av kupeller og kupellering av sølv- og gull-legeringer

Vi forsøkte først med å sette kupellene rett inn i varmeskap på 50 °C i et døgn. Ved etterfølgende kupellering viste det seg at «facingen» sprakk opp, fig. 8 – mest etter at kupellen var tatt ut av ovnen.

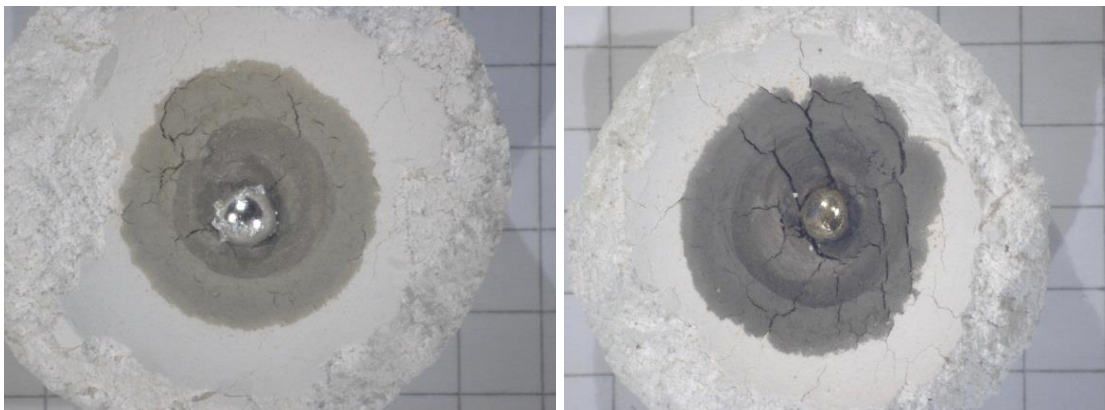


a)

b)

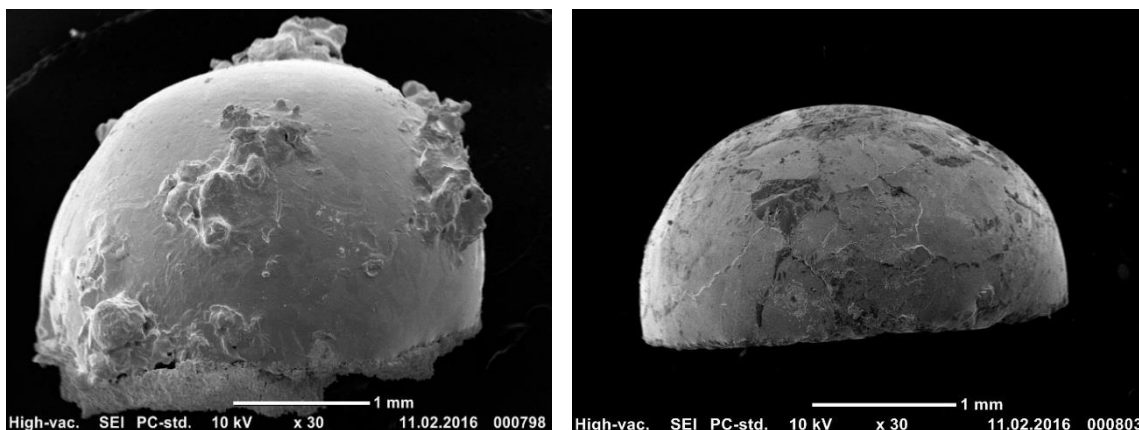
Figur 8. Kupellering av rent sølv i kupell tørket i varmeskap. «Facingen» sprekker opp. a) ikke ferdig kupellering. b) Etter ferdig kupellering – ca 5 min. på ca 900 °C.

I neste runde sto kupellene til tørk ved romtemperatur i 1 uke før kupellering av ei 925 sølvlegering (a) og (b) ei 585 gull-legering, fig. 9. Ved uttak fra ovnen var «facingen» uten sprekker. De sprekkenes vi ser i fig. 9 oppsto under/etter avkjølingen.



a)

b)



c)

d)

Figur 9. a) Kupell med sølvperle etter kupellering av 925 sølv og b) kupell med gull og sølvholdig perle etter kupellering av 585 gull. I c) er sølvperlen sett fra side i SEM (noe «facing» sitter fast på undersiden). Legg merke til at det på overflaten av sølvperlen i a) og c) er smådråper av sølv- sølvet har «spytet». Dette skjer fordi sølvsmelten inneholder mere oksygen enn fast sølv kan ha. Ved størkningen må dette overskuddet bort – derfor «spytting». I d) er gull-perlen sett fra siden i SEM.

Etter kupelleringen er ferdig er områder som ikke er gjennomtrukket av blyoksid svært sprø og kan lett brytes av (jammfør funn av brukte digler fra Erkebispegården):

Resultat av kupelleringen – i figur 9 (10.02.2016)

a) Sølv: Det ble veid inn 0.15 gram av legeringen 925. Dette sølvet ble lagt mellom to plater av rent bly, 1.40 gram (Blyet ble brettet og klemt sammen om 2 sølvpartikler). Etter kupelleringen veide «perla» 0.14 gram. Det vil si at gehalten er ca. 933 ‰. På undersiden av perla satt det fast litt «facing». Dette kan forklare avviket fra 925.

b) Gull: Det ble innveid 5 gullpartikler – sum 0.18 gram - av legeringen 585. Gullpartiklene ble lagt i åpningen i ei brettet blyplate på 1.59 gram og klemt fast. Etter kupelleringen veide «perla» 0.14 gram. Det vil si at gehalten av sølv + gull er ca. 778 ‰. Også her sitter litt facing fast på undersida av «perla». I henhold til spesifikasjon (Gullsmed Helge Karlgård) skal sølv + gull utgjøre ca. 753 ‰. Uten rester av facing stemmer også dette godt med forventet verdi.

Våre målinger stemmer godt overens med verdiene vi skulle forvente for de to legeringene som er testet. Vi er derfor i mål med vårt kupellprosjekt. Skal vi få sikrere tall må også vektene oppgis med 3 gjeldende siffer (Ikke bare 2 som her).

Oppsummering / konklusjon

Hele prosesskjeden ved framstilling av beinaskekupeller til bruk ved prøving av sølv- og gulllegeringer er gjennomført etter framgangsmåter beskrevet i Ercker's bok «Treatise on

Ores and Assaying«. Denne rapporten viser steg for steg at vi har oppnådd å kunne framstille beinaskekupeller med god kvalitet til bruk ved kupellering. Dette har vi oppnådd ved å følge Ercker's framstilling og ved innsikt vunnet ved egne erfaringer. Denne prosessen er ikke vanskeligere enn at en slik faglig innsikt, mener vi, var hva en erfaren myntmester besatt.

Det er videre ingen grunn til å tvile på at tilgang på nødvendige ingredienser som f.eks. dyrebein, sterkt øl og rent bly, og tekniske innretninger som for eksempel morter, former til å kompaktere kupeller i, og ovner som når tilstrekkelig høy temperatur, har vært tilstede i Erkebispegården på 1500-tallet. Det er derfor overveiende sannsynlig at myntmesteren har hatt tilgang til det han trengte for å egenprodusere gode kupeller og selv har vært i stand til å gjennomføre kupellering med pålitelige resultater.

Kontakter:

Pål Ulseth: <https://www.ntnu.no/ansatte/pal.o.ulseth>

Otto Lohne; <https://www.ntnu.no/ansatte/lohne>

Les mer her: <http://gemini.no/2016/04/ol-og-kalvehode-ga-edelt-metall/>