

# Gjutfel och dålig ornamentik

Om bronsgjutarens hantverksskicklighet under skandinavisk bronsålder.



Lunds Universitet  
Institutionen för arkeologi och  
antikens historia  
ARK 341  
2007/2008  
Av Andreas Nilsson  
Handledare Deborah Olausson

## **Abstract**

The purpose of this essay is to investigate whether bronze workers during the Bronze Age were exclusively specialized, or there actually existed amateur craftsmen. Through archaeological experiments and artefact studies I intend to investigate if it has been at all possible for a less experienced bronze caster to produce usable objects. The purpose is also to investigate and put to the test the casting methods used during the Bronze Age in an attempt to find out which steps of the craft are the difficult and crucial ones, and try to determine if it has been possible to manufacture bronze objects on an industrial level.

## Innehållsförteckning

<b>Abstract</b>	
<b>1. Inledning</b> .....	1
1.1 Frågeställning.....	1
1.2 Material och metod .....	2
1.3 Källkritik.....	2
1.4 Avgränsningar.....	2
<b>2. Forskningshistoria</b> .....	3
2.1 Synen på hantverkaren.....	3
2.2 Artefaktstudier.....	4
2.3 Experiment.....	6
<b>3. Bakgrund</b> .....	8
3.1 En snabb introduktion till bronsålderns hantverkare i Skandinavien.....	8
3.3 Gjutningshistorik.....	9
3.4 Bronslegering.....	9
3.5 Bronshantverkarens tekniker.....	10
3.6 Stenform.....	10
3.7 Förlorad vaxteknik.....	10
3.8 Att driva brons.....	11
3.9 Gjutplatser i Sverige.....	11
3.10 Hur man har tillverkat en holkyxa.....	12
3.11 Hur man har tillverkat en dubbelknapp.....	13
3.12 Hur man har tillverkat ornamentik.....	13
<b>4. Experiment ett</b> .....	13
4.1 Frågeställning.....	13
4.2 Material och metod.....	14
4.3 Experimentets genomförande.....	15
4.4 Sammanfattning och avslutande diskussion .....	17
<b>5. Experiment två</b> .....	20
5.1 Frågeställning.....	20
5.2 Material och metod.....	20
5.3 Experimentets genomförande.....	22
5.4 Resultat .....	24
<b>6. Analys av artefakter</b> .....	26
6.1 Holkyxor.....	27
6.2 Sammanfattning holkyxor.....	30
6.3 Dubbelknappar.....	31
6.4 Sammanfattning dubbelknappar.....	33
6.5 Avsatsyxor.....	34
6.6 Sammanfattning avsatsyxor.....	34
6.7 Bälteskupor.....	34
6.8 Sammanfattning bälteskupor.....	35
6.9 Diskussion om artefakterna.....	35
<b>7. Sammanfattande diskussion</b> .....	37
7.1 Experimenten.....	38
7.2 Artefaktstudierna.....	39
<b>8. Slutsatser och resultat</b> .....	40
<b>9. Utblickar</b> .....	41
<b>10. Sammanfattning</b> .....	41
<b>Källor &amp; litteraturförteckning</b> .....	
<b>Bilaga 1: Källor till bilder</b> .....	

# 1. Inledning

Under mina år som arkeologistudent har jag funderat mycket på det förhistoriska hantverket och hantverkaren. Detta har resulterat i att jag har intresserat mig för artefakter, företrädesvis bronsartefakter från bronsåldern. Vår syn på dessa bronsföremål är troligen en helt annan än bronsåldersmänniskornas syn. Vi ser på dessa föremål med förundran och frågar oss: Hur kunde dom göra sådana föremål med den tidens primitiva teknik? I vissa fall är det berättigat att ställa den frågan. Den berömda solvängen på nationalmuseum i Köpenhamn är ett sådant exempel. I det fallet måste även samtiden ha ansett att det var ett fantastiskt hantverk. Andra artefakter såsom till exempel holkyxor eller skärar har med största sannolikhet inte skapat samma förundran i bronsålderssamhället, dessa föremål har varit bruksföremål och använts av många. Inte tittar vi själva på en hammare eller en morakniv med förundran. Jag skall i den här uppsatsen försöka se om man utifrån artefaktstudier och experiment kan se om det har förekommit ett icke specialiserat hantverk, ett gårdshantverk, där man har tillverkat bruksföremål själv. Kan man se skillnad på vad som troligtvis har varit lyxartefakter såsom bälteskupor och vad jag menar är bruksföremål som holkyxor eller avsatsyxor?

Under vårterminen 2007 gick jag en kurs i experimentell arkeologi. Jag fick under den kursen upp ögonen för vilken nytta experiment inom den arkeologiska vetenskapen kan göra för att ge oss bättre förståelse för hur olika hantverkstekniker har fungerat under årens lopp. Under kursen provade jag på att gjuta brons med de metoder som man kan tänka sig att bronsålderns hantverkare har haft tillgång till. Mitt experiment<sup>1</sup> svarade på en del frågor, men fler frågor kom upp. Har det verkligen varit en stängd kunskap att gjuta brons under bronsåldern eller har kunskapen varit öppen för många? Är det svårt att gjuta brons, finns det olika svårighetsgrader? Kan alla lära sig hantverket eller måste man vara specialist för att klara av det? Vari ligger svårigheterna med att gjuta brons? Man har hittat ett ganska stort antal stenformar som har kunnat producera mer än ett föremål per gjutning. Är detta tecken på preindustrialism och i så fall, var man tvungen att vara en mästergjutare för att jobba i dessa ”fabriker”? Jag har i andra sammanhang tittat på artefakter från bronsåldern och tycker mig se att det finns en väldigt stor variation av kvalitén på många föremål. Betyder detta att det inte bara har varit specialister som har framställt föremål utan att man på den egna gården kunnat tillverka de föremål som man har behövt för att bedriva sin verksamhet? Det är detta som den här uppsatsen kommer att handla om. För att svara på mina frågor kommer jag främst att använda mig av experimentell arkeologi och artefaktstudier.

Jag bör också påpeka att alla bilder i uppsatsen är tagna av författaren om inget annat nämns. Se källhänvisningar, bilaga 1.

## 1.1 Frågeställning

1. Kan det ha förekommit gårdshantverk under bronsåldern, det vill säga att det inte enbart var specialister som gjorde föremål i brons utan att man framställde bruksföremål efter behov på den enskilda gården eller i byn? Och i så fall var går gränsen för vad en icke-specialist klarar av?

Vad är det som är svårt med bronsgjutning? Vilka är de kritiska momenten vid tillverkning av bronsföremål och vilka metoder är lätta respektive svåra?

---

<sup>1</sup> kommer att presenteras närmare senare i texten

2. Har man haft möjligheten att framställa föremål på preindustriell nivå? Det vill säga kunde man med den tidens teknik, framställa många föremål av samma typ på kort tid utan större ansträngning?

## 1.2 Material och metod

För att svara på mina frågor har jag genomfört artefaktstudier för att se om man genom artefakterna kan få svar på mina frågor. De artefakter som jag har undersökt är holkyxor som utan tvekan kan klassas som bruksföremål, dessutom kommer ett par avsatsyxor att diskuteras. Jag kommer även att undersöka dubbelknappar. Eftersom dubbelknappar inte kan klassas som bruksföremål kommer jag att använda mig av dem som jämförande grupp. För att visa vad jag anser vara lyxföremål av mycket hög klass kommer jag även att föra en kort diskussion om bälteskupor. Alla undersökta föremål finns på LUHM:s<sup>2</sup> magasin i Lund. Artefakterna kommer att granskas för att finna spår efter gjutning. I uppsatsen kommer jag att analysera artefakter och förhoppningsvis därigenom kunna se om det har varit en specialist som har gjort föremålet eller om det har varit ett föremål som har tillverkats av en mindre duktig gjutare. För att här försöka definiera vad jag anser vara en specialistgjutning respektive en icke specialistgjutning så ska jag ta upp några punkter som jag anser vara viktiga. För att ett föremål i min undersökning ska anses vara gjort av en specialist får föremålet inte uppvisa några gjutfel, efterarbetet skall vara gediget och om det finns ornamentik på föremålet så skall den inte se tafflig ut, det vill säga den skall vara jämn och utan gropar eller andra missbildningar. Jag kommer att beskriva materialet utförligare i avsnitt 6. Analys av artefakterna.

Jag kommer även att utföra två experiment. Dels kommer jag i det första experimentet att testa hur svårt det är att göra mycket enkla gjutningar i stenform och dels testa om man kan göra många gjutningar i en och samma stenform utan att den tappar formen eller blir missbildad på något sätt. I mitt andra experiment kommer jag att använda mig av den svårare metoden "förlorad vaxteknik" för att undersöka om det är möjligt för en nybörjare att använda sig av denna tekniken. Om jag lyckas med detta experiment kommer jag att stegra svårighetsgraden steg för steg för gjutningarna under försökets gång för att försöka hitta den punkt där jag känner att svårighetsgraden blir mig övermäktig. Båda experimenten kommer att presenteras och gås igenom grundligt i kapitlen Experiment 1 & Experiment 2.

## 1.3 Källkritik

Vad gäller experimentfasen så ligger det både en fördel och en nackdel i att jag när jag började inte hade någon som helst erfarenhet av bronsgjutning. Nackdelen är dels att det till en början tar mycket längre tid och dels att jag kanske inte förstår vad som är svårt och inte svårt då allt till en början är svårt. Fördelen är att jag kan gå in i experimentet med öppna ögon och utan förutfattade meningar. Dessutom genomgår jag samma prov som en oerfaren bronsgjutare gjorde under bronsåldern och det är det jag försöker hitta genom min undersökning. Källkritiken vad gäller mina artefaktstudier ligger i min egen oerfarenhet av att göra denna typ av analyser. Det kan lätt bli så att man feltolkar vissa spår på artefakterna trots noggranna förberedelser. Dock tror jag att jag lättare kan tolka vissa spår på artefakterna då jag numera har viss erfarenhet som bronsgjutare. Jag kommer i avsnitt 6. Analys av artefakterna, beskriva källkritiken till artefakterna utförligare.

## 1.4 Avgränsningar

I mina val av artefakter har jag valt att bara undersöka föremål som finns på LUHM:s magasin i Lund och som är upphittade i Skåne och de är från period II till VI. Avgränsningarna i mina

---

<sup>2</sup> Lunds historiska museum

experiment är styrda av mina frågeställningar till de båda experimenten (se avsnitten Experiment ett samt Experiment två).

## 2. Forskningshistoria

### 2.1 Synen på hantverkaren

Det har i otaliga artiklar och andra publikationer framförts att bronsålderns hantverkare skulle ha åtnjutit hög eller till och med mycket hög status i bronsålderssamhället. Oldeberg menade i sin bok *Metallteknik under förhistorisk tid* att bronsgjutaren hade en särställning i samhället och att han var kopplad till antingen hovet eller någon adelsman. Detta grundar han på studier av det egyptiska och mykenska bronsålderssamhället. Vidare menar han att bronsgjutare i Skandinavien var bundna av traditioner och kunnande i flera generationers led nedåt och eftersom bronsgjutarna gjorde sådana praktarbeten så måste även de skandinaviska bronsgjutarna ha haft en hög ställning i samhället.<sup>3</sup>

Elisabeth Herner använder sig av sagan Völund som är nedtecknad i Eddan från 1200-talet för att förklara bronsålderns hantverkares status. Där berättas det om en smed som var väldigt duktig och trollkunnig, om man inte höll sig på god kant med smeden kunde det gå en illa.<sup>4</sup> I ett par CD-uppsatser (Ramstedt och Skoglund) diskuterar författarna kring en ritualisering av själva bronsgjutningen. Författarna anser att bronsåldersmänniskorna måste ha ansett att processen att gjuta brons var magisk och därför kringgådd av en mängd ritualer. Som argument hävdar båda författarna att det var avsaknaden av kunskap kring metallurgi som skapade denna ritualisering kring bronsgjutning.<sup>5</sup>

R F Tylecote utgår ifrån J A Alexanders modell när han försöker beskriva den förhistoriska metallhantverkarens status. Det finns enligt modellen tre nivåer: 1. Högt värderade metallhantverkare, ofta med hövdingstatus med religiösa förpliktelser. 2. Likvärdig med andra hantverkare utan speciell status eller religiöst ansvar. 3. Låg status, kanske trälar. Enligt Tylecote så beror statusen på hur långt ett samhälles utveckling har kommit och vilka behov det samhället har. Till exempel så hade jägar/samlarkulturer inget särskilt behov av specialiserade hantverkare och därför hade hantverkarna i dessa kulturer lägre status medan man under bronsåldern har haft en mycket högre status då behovet och samhällets utveckling kraftigt hade stigit. Tylecote hänvisar till ett par gravfynd för att stärka sin tes, bland annat ett ryskt gravfynd där det fanns många fynd som visar att det var en bronshantverkare som var begravd, bland fynden fanns formar för skafthålsyxor.<sup>6</sup>

Deborah Olausson undersöker flintdolkar från neolithicum och menar att det är under denna period som man har lagt grunden för hantverksspecialisering. Hon tycker sig se främst två typer av specialister. Dels de hantverkare som gör riktiga praktföremål, dessa måste enligt Olausson vara kopplade till en beskyddare, till exempel en hövding eller liknande. Om de inte var omhändertagna av en sådan person skulle den ekonomiska risken vara för stor. Dessa praktföremål kräver mycket tid, inte bara för att framställa dem utan också för att upprätthålla och utveckla sin skicklighet. Denna tid skulle annars gå åt till att skaffa fram mat och andra förnödenheter till familjen.

---

<sup>3</sup> Oldeberg, A *Metallteknik under förhistorisk tid del 1* Lund 1942 Sid.190-193

<sup>4</sup> Herner, E *Profession med tradition* Lund 1987 Sid.186

<sup>5</sup> Ramstedt, M *Hantverkaren in på livet* CD-uppsats Lund 1998 Sid.188 & Skoglund, P *Elden som metafor - bronsgjutning, brandgravskick och skärvsten i bronsets tankevärld*. C-uppsats Uppsala 1996 Sid. 13

<sup>6</sup> Tylecote, R. F *The early history of metallurgy in Europe* 1987 Harlow Sid.12

Den andra typen av specialist är en tidig massproducerare. Han gör inte de riktiga praktföremålen utan tillverkar istället väldigt många standardiserade föremål av samma typ för att säkra sin försörjning. För att denna typ av specialisering ska fungera måste det finnas en stor grupp som är beredda att köpa produkten och det kräver ett väl utvecklat samhälle där dessa föremål har en betydelse.<sup>7</sup>

Det har också bedrivits forskning utifrån ett antropologiskt perspektiv vad gäller specialisering inom bronsåldershantverket. Tomas Johansson besökte 1985 Mali och Burkina Faso i Västafrika för att studera bronsgjutare och deras tekniker på plats (fig 1). Dessa hantverkare använder fortfarande tekniker som måste anses vara från före industrialiseringen och liknar mycket de tekniker som jag har använt i mina experiment. Enligt Johansson ansågs



FIG 1 Bronsgjutare från västra Afrika.

en bronsgjutare i Mali ha högre status än en smed.

Bronsgjutarna var även relativt välbärgade om man jämför med resten av befolkningen.<sup>8</sup> Det är dock enligt mig omöjligt att överföra den status som bronsgjutare har i Afrika på bronsåldershantverkare i Skandinavien. Dessa samhällen liknar inte alls varandra och även om de länder Johansson besökte räknas som tredje världen så är de i hög grad medvetna om och influerade av vår västkultur och om det kapitalistiska system som finns i väst. Detta bevisas av en av bronsgjutarna som Johansson besökte, som just träffat en holländsk konstnär och efter det mötet börjat signera sina verk.

Även M J Rowlands antropologiska studier i Afrika visar att det inte går att överföra bronsgjutarnas nutida syn på bronsåldershantverkare på våra förhistoriska bronsåldershantverkare. Han visar i sina studier att det är stor skillnad på bronsåldershantverkarens status mellan olika områden i Afrika.

I östra Afrika ses gjutaren med förakt medan han i västra Afrika bemöts med vördnad. Det verkar som hierarkin inom hantverket mer liknar de medeltida skråsamfundet, med en rangordning inom gruppen där bara mästaren får göra de finaste föremålen, även om de som står under honom har kunskapen att göra samma föremål.<sup>9</sup>

## 2.2 Artefaktstudier

Artefaktstudier är en viktig metod för att förstå hantverket och kulturen under förhistorien. Att endast grunda teorier och hypoteser om vår förhistoria på artefakter är mycket vanskligt men det är utan tvekan en viktig metod i vår vetenskap. Det är min uppfattning att denna forskningsmetod har minskat den senaste tiden. En stor del av det som kan ha forskats på från sten- och bronsåldern är artefakter av olika slag och därför måste vi använda oss av dem i forskningen. Museernas magasin är proppfulla av föremål som inte har forskats på och som bara väntar på att ge svar på våra frågor.

<sup>7</sup> Olausson, D "Craftspecialization as an agent of social power" *Flint and man* 1997 Warszawa Sid.269-270

<sup>8</sup> Johansson, T "Bronsgjutare i Mali och Burkina Faso" *Fortida teknik* nr12 1986

<sup>9</sup> Rowlands M J, "The archaeological interpretation of prehistoric metalworking" *World Archaeology* vol.3 nr 2 1971 Sid.216-219

Den som lade grunden för den typen av artefaktstudier som vi bedriver idag var Oscar Montelius (fig 2). Han utvecklade i sitt verk *Minnen från vår forntid* den typologiska metoden och gav forskare ett verktyg för att åldersbestämma artefakter från sten- och bronsåldern. Det är framförallt hans bronsåldersforskning som har blivit bestående. Hans periodindelning av bronsåldern i sex perioder gjorde honom berömd i hela Europa och indelningen används fortfarande idag, dock främst i skandinavisk forskning.<sup>10</sup>



FIG 2 Oscar Montelius.

Eva Weiler har använt sig av artefaktstudier i sin undersökning om en standardisering under bronsåldern. Genom att studera och analysera ett antal smeddepåer från Sverige, främst det berömda Ystadfyndet, konstaterade Weiler att det fanns ett kontrollsystem för bronset och att man på vissa platser bedrev massproduktion av främst skärar och avsatsyxor. Det finns ett ganska stort antal funna stenformar som har kunnat tillverka mer än ett föremål år gången, dessa menar Weiler har kunnat användas ca 50 gånger och kan ha



FIG 3 Kopia i gips på en stenform som gör flera skärar i en och samma gjutning. LHUM 3360

tillverkat ett stort antal föremål (fig 3). Hon anser också utifrån det material hon tittat på att Erik Sperbers och Mats P Malmers<sup>11</sup> teorier om ett standardiserat viktsystem under bronsåldern är felaktig.<sup>12</sup>

En annan artefaktstudie som kan vara av intresse för den här undersökningen är Deborah Olaussons undersökning av flintdolkar och stenyxor från neolitikum. I artikeln behandlas begreppet prestigeteknologi. Med det menas att man har haft ett sådant överskott att man har kunnat tillverka föremål som inte har någon annan funktion än att signalera social status.

Utifrån tillverkningskvaliteten på de undersökta yxorna och dolkarna har Olausson kunnat se att dessa föremål i vissa fall tillverkats av oskickliga hantverkare. Hon har också kunnat se i materialet att det har förekommit gårdstillverkning av vissa av dessa föremål. Det var alltså eftersträvarvärt att för människor att ha till exempel en dolk, trots att den inte var användbar till annat än att visa upp för andra (fig 4).

Det var med andra ord inte bara specialister som tillverkade statusföremål, även om det utan tvekan blev föremål av högre kvalitet när specialisten tillverkade dem.<sup>13</sup>



FIG 4 Olika väl tillverkade flintdolkar.

<sup>10</sup> Montelius, O *Minnen från vår forntid del 1 Stenåldern och bronsåldern* 1917

<sup>11</sup> Se Sperber, E *Balances, Weights and Weighing, in early medieval Sweden* Stockholm 1996 och Malmer, M P "Weight systems in the Scandinavian Bronze Age" *Antiquity* 66

<sup>12</sup> Weiler, E "Metal standard during the bronze age." *Lund archaeological review* 2 Lund 1996

<sup>13</sup> Olausson, D "Talking Axes, Social Daggers" *Form-Function-Context* Lund 2000 Sid 121-133



En annan intressant artefaktstudie som gjorts genomfördes av Martina Ramstedt. Hon försökte genom att titta på ett antal depåfynd komma närmare hantverkaren, hans status i bronsålderssamhället och hur hans arbete gestaltade sig. Hennes resultat är att det är svårt att närma sig dessa frågor enbart genom att analysera bronsartefakter. Hon kunde dock se på vissa föremål som måste anses vara lyxföremål som halsband och glasögonfibulor att de lagats klumpigt. Detta innebär att en mindre skicklig hantverkare har lagat föremålet.<sup>14</sup>

Elisabeth Herner studerade spiralornamentik på skandinaviska föremål från period I-IV när hon skrev sin avhandling 1987. Syftet med avhandlingen var bland annat att försöka se i vilken grad bronsåldersmänniskan var kvalitetsmedveten utifrån skickliga eller oskickliga hantverkare. Dock utgick Herner ifrån att all spiralornamentik var punsad, något som senare har motbevisats av Preben Rønne (se kapitel 2.3, Experiment). Hennes resultat var att det visst fanns en viss kvalitetsmedvetenhet och till exempel gravfynd visar enligt Herner något sämre kvalitet jämfört med offerfynd.<sup>15</sup>

## 2.3 Experiment

Experiment som arkeologisk metod har inte använts särskilt länge i någon större skala och används fortfarande inte speciellt ofta. Jag anser dock att det är ett viktigt komplement till den teoretiska forskningen inom arkeologin. Experiment kan svara på många frågor som vi annars inte skulle få svar på. Genom att prova till exempel ett hantverk får man förståelse inte bara för materialet utan också för svårighetsgraden och tidsåtgången. Det underlättar också artefaktstudierna om man har förståelse för hur artefakterna har tillverkats på andra sätt än rent teoretiska. Det är inte säkert att man förstår hur en process fungerar bara för att man läst all tillgänglig litteratur på området. Ett exempel på detta är när Bäckedals Folkhögskola startade ett projekt kring bronsgjutning för ett antal år sedan. Det visade sig att de tekniker som beskrevs i litteraturen inte fungerade alls, man fick genom experiment utveckla helt nya metoder för att genomföra projektet.<sup>16</sup>

På redan nämnda Bäckedals Folkhögskola sysslar man mycket med experimentell arkeologi och forntida teknik. Bland annat har man provat 6 olika typer av smältugnar för brons. De olika typerna har man hämtat från olika källor, bland annat från nuvarande Afrika men även Theophilus<sup>17</sup> berömda ugn testades. Man utgick ifrån skriftliga källor om hur man skulle gå tillväga och fick en del intressanta resultat. Bland annat kom de fram till att det utifrån de ugnskonstruktioner som de använde gick det åt för mycket kol för att det skulle vara rimligt. I en ugn gick det åt 60 liter kol för en smälta på 0,2 kilo koppar, det var deras slutsats att det är helt orimligt att tänka sig att skulle gå åt så mycket kol för en så liten smälta, därför måste ugnen vara felkonstruerad.<sup>18</sup> Deras främsta resultat enligt mig var dock att:

”Ett hantverk lär man sig inte genom att läsa om det, eller genom teoretiskt tänkande, än mindre genom arkeologiska utgrävningar. Fynden och spåren finns. För att tolka dem måste man ha kunskap genom erfarenhet.”<sup>19</sup>

Det är värt att nämna ytterligare ett experiment från Bäckedals Folkhögskola i det här sammanhanget. Det är Lars Bengtssons försök att framställa koppar från kopparsulfidmalm

---

<sup>14</sup> Bodin, S “Bronshantverkets olika ansikten” Bronsålder – Människan i en tid av förändring Lund 1998 Sid.173-174 samt 199-200

<sup>15</sup> Herner, E *Profession med Tradition* Lund 1987 Se främst sidorna. 136-138 samt 184-185

<sup>16</sup> Johansson, T ”Från Sveg till Mali” *Forntida teknik nr 12* 1986 Sid.2

<sup>17</sup> Se Theophilus *The various art : De diversis artibus* översatt av Dodwell, C.R. Oxford 1986

<sup>18</sup> Larsson, M; Segrén, A-K; Andersson, M & Lindström, T ”Försök med kopparsmältning” *Forntida teknik nr 12* 1986 Sid.50-54

<sup>19</sup> Larsson, M; Segrén, A-K; Andersson, M & Lindström, T Sid.54

(fig 5). Det har inom forskningen ansetts att man inte har smält koppar i Sverige under bronsåldern och den första kända smältan är från ca år 700 från Falu koppargruva.<sup>20</sup> Bengtsson menar att man måste tänka om, det finns fynd som tyder på att man har framställt



FIG 5 Försök med att tillverka koppar ur svensk kopparmalm.

anser att det med fler försök skulle vara möjligt att framställa koppar från kopparsulfidmalm med förhistoriska metoder, han poängterar dock att det inte innebär att man under bronsåldern faktiskt framställde koppar ur malm i Sverige, bara att man har haft den tekniska möjligheten att göra det.<sup>21</sup>

koppar i Sverige under bronsåldern, bland annat rester efter ugnar och samma typ av stenhackor som man på kontinenten förknippar med gruvsdrift. Att kopparmalmen förekommer i Sverige råder det inga tvivel om, frågan är om man har kunnat framställa koppar från sulfidmalm med förhistoriska metoder överhuvudtaget, och det var just det som Bengtsson ville testa. Hans resultat var blandade. Efter 14 smältningsförsök hade han inte lyckats att framställa ren koppar, dock hade han kommit en bit på vägen. Bengtsson själv

Lejre Försökscenter (fig 6) är ett levande försökscenter i Danmark. Sedan 1964 har man utfört experiment för att få större kunskap om forntiden. Forskare från hela Skandinavien åker dit och genomför experiment av olika typer. De har genomfört ett antal experiment med bronsgjutning och även producerat en film om bronsgjutning. Just nu pågår ett projekt som går ut på att lära sig mer om bronsgjutningens olika tekniker. Projektet har pågått sedan år 2005 och avslutas i oktober i år, därför har inget publicerats innan denna uppsats går i tryck.<sup>22</sup>



FIG 6 Lejre försökscenter.

Man har också under år 2002 gjort omfattande försök med gjutning i lerformar, inte med förlorad vaxteknik utan med tvådelade lerformar. Försöket gick främst ut på att undersöka hur många gjutningar man kan genomföra i lerformar. Slutsatserna av försöket var att man i den typen av lerformar kunde gjuta minst sex gjutningar och att formerna skulle förvärmas till minst 500 grader Celsius innan gjutning kunde genomföras.<sup>23</sup>

Man har också genomfört samma typ av försök med täljstensformar. Dessa försök visade att det var svårt att gjuta brons i täljsten då bronset blev bubblig, man antog att det berodde på gaser som utfälldes ut ur stenen.<sup>24</sup> Jag skall dock påpeka att jag under mitt eget försök med

<sup>20</sup> Bengtsson, L "Försök med kopparframställning" *Forntida Teknik nr 12* 1986 Sid.5

<sup>21</sup> Bengtsson, L Sid.15

<sup>22</sup> <http://www.lejre-center.dk/BRONZESTOEBNINGENS-TABTE-KUNST.524.0.html> 07-10-20

<sup>23</sup> <http://www.lejre-center.dk/ET-FORSOEG-I-STOEBEFORMEN.233.0.html> 07-10-20

<sup>24</sup> <http://www.lejre-center.dk/BRONZESTOEBERFUND-VESTER-DOENSE.231.0.html> 07-10-20

bronsgjutning i täljsten inte hade det problemet (se avsnitt 4. Experiment ett). Vad detta beror på vet jag inte, kanske använde jag en annan typ av täljsten eller en annan kopparlegering än vad som användes under Lejres försök.

Preben Rønne motsatte sig det faktum att man i forskarvärlden ansåg att punsning var den teknik man hade använt sig av när man gjorde spiralornamentik. Därför bestämde han sig för att utföra experiment med gjutna spiralornament på ett antal föremål. Dessa jämförde han med fynd från bronsåldern. Rønne menar att man har använt sig av stämplor som man har värmt upp och sen stämplat i vaxmodellen för att få ett likvärdigt resultat över hela föremålet. Det finns flera fördelar med denna metod. Skulle det bli fel är det bara att trycka i lite nytt vax i modellen och göra om det. Med punsning är föremålet förstört om det skulle bli fel. Dessutom tar det mycket längre tid att punsa ett föremål än att gjuta ornamentiken. Dock bör det påpekas att det blir svårare att gjuta föremålet om den har avancerad ornamentik än om den inte har någon ornamentik alls. Hans resultat var väldigt övertygande och det råder enligt mig inga tvivel om att man i de allra flesta fall använt gjutteknik när man framställt spiralornamentik. Det finns dock undantag där det är klart och tydligt att man har använt puns för att tillverka ornamentik.<sup>25</sup>

### 3. Bakgrund

#### 3.1 En snabb introduktion till bronsålderns hantverkare i Skandinavien

Brons och bronshantverk har funnits i södra Europa sedan ca 3200 f.kr. då de första egeiska kulturerna grundades.<sup>26</sup> Kunskapen spred sig sedan med handelsvägar norrut men först kring ca 1500 f.kr. kan vi se att man själv har börjat göra bronsföremål i Skandinavien. Metall har funnits i Skandinavien redan långt tidigare. Kopparflatyxor har hittats i stenålderskontext.<sup>27</sup> De första bronsföremålen som kom till Skandinavien var importerade från andra områden i Europa. Svärd från det område som i dag kallas Ungern var ganska vanliga (fig 7).<sup>28</sup> De första föremål som tillverkades i Skandinavien var yxor, nästan inga andra bronsföremål verkar komma härifrån under den tidigaste bronsåldern. Dessutom verkar hantverkarna i de tidiga perioderna kopiera föremål från södra Europa.<sup>29</sup> Dessa föremål, till exempel flatyxan, var enkla att göra formar till och dessutom väldigt funktionella i formen även om materialet (det vill säga kopparen) är mjukt och därför inte ultimata att använda vid framställning av verktyg.

Efterhand blev bronsstöparna mer och mer avancerade och de började göra egna modeller med ny ornamentik på. I slutet av bronsåldern var de skandinaviska bronshantverkarna bland de bästa i Europa. Det har diskuterats om de första bronsstöparna var invandrade specialister eller om det var skandinaviska hantverkare som vandrade söderut för att lära sig tekniken och sedan återvände till sitt ursprungsland för att sprida kunskapen vidare.<sup>30</sup>

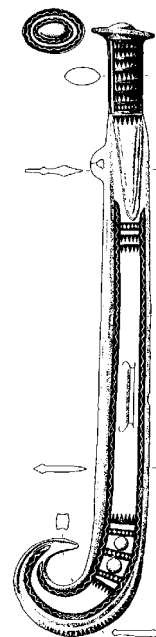


FIG 7 Exempel på importerade föremål.

<sup>25</sup> Rønne, P "Førsøgsarkæologi og bronzalderens ornamentik" *Eksperimentel Arkæologi studier i teknologi og kultur nr1* 1991 Viborg Sid. 38-48

<sup>26</sup> Gillis, C; Olausson, D & Vandkilde, H *Dawn of Europe* Lund 2004 Sid.10

<sup>27</sup> Jensen, J *Danmarks oldetid – Bronzealder 2000-500 f.kr* Viborg 2002 Sid. 35-37

<sup>28</sup> Johansson T *Forntida teknik* Västerås 1993 Sid. 77

<sup>29</sup> Jensen, J Sid. 37

<sup>30</sup> Johansson T se diskussion på sid. 77

Metallerna var helt och hållet importerade. Det finns koppar i Sverige men inte sådan koppar som man kunde använda under bronsåldern, försök att framställa koppar med den typen av malm vi har här har genomförts utan lyckat resultat. Tenn är däremot okänt på våra breddgrader. Man har importerat föremål som efter sin livstid har gjorts om till andra föremål. Man har även importerat så kallade bronstackor (fig 8). Dessa kan se olika ut och det finns mycket få fynd i Sverige.<sup>31</sup> Det som finns är rundtackor i olika modeller, antingen så kallade Ötzenringtackor eller hästskotackor. Det har spekulerats i varför man inte har hittat fler bronstackor i Sverige, kanske var importen av sådana föremål inte särskilt stor eller så har de snabbt gjorts om till andra föremål. Vissa tackor har hittats i offerfynd andra i så kallade smeddepåer, ytterligare några har hittats som lösfynd.<sup>32</sup>



FIG 8 Exempel på tidiga bronstackor, så kallade hästskotackor.

Andelen tenn i brons bör vara mellan 8 och 15 procent. Ju mer tenn man har i bronset desto skörare blir det. Det finns exempel på föremål som har haft ca 25 procent tenn, dessa föremål är inte användbara till något annat än att titta på. Exempel på ett sådant föremål är de berömda bronslurar som man hittat i Skandinavien (fig 9).<sup>33</sup> Man har även legerat kopparen med bly i vissa fall och blytackor från perioden har hittats i Skandinavien.<sup>34</sup> Det visar sig dock genom försök att brons som är legerat med bly inte håller samma kvalitet som brons som är legerat med tenn.<sup>35</sup> Det finns andra tekniker än gjutning när man vill framställa bronsföremål som till exempel att driva bronset (se beskrivning i 3.8).



FIG 9 Bronslur.

### 3.3 Gjutningshistorik

#### 3.4 Bronslegering

Den första metall människan använde var koppar. Denna metall började användas för ca 7000 år sedan i nuvarande Turkiet och Iran. Man experimenterade med främst smycken men senare när man förstod metallens potential började man också tillverka verktyg och andra föremål. Koppar är en svår metall att använda sig av, den klumpar sig ofta när man smälter den och det bildas gas under smältningen som stängs inne i det gjutna föremålet. Dessutom är koppar mjukt och därför inte lämpligt som eggmaterial för till exempel yxor. Man lärde sig visserligen att om man hamrade på eggen när den var kall, så kallad kallhamring, blev den något hårdare men stenyxor var hårdare och kunde ges skarpare

<sup>31</sup> Johansson T Sid. 69

<sup>32</sup> Grönberg, G *Metaller, smeder och smedfynd från skandinavisk bronsålder – en studie av metalltackor och fragmenterade föremål i depåfynd*. Lund 1995 C-uppsats

<sup>33</sup> Johansson T Sid. 78-81

<sup>34</sup> Michailidou, A "Measuring weight and value in bronze age economies in the Aegean and the near east: A discussion on metal axes of no practical use" 309-312 *Manufacture and measurement : counting, measuring and recording craft items in early Aegean societies* Athen 2001

<sup>35</sup> Johansson T Sid. 78-81

eggar.<sup>36</sup> Den första troliga legeringen i koppar är arsenik. Arseniken är bra för den gör kopparen segare och mindre mottaglig för korrosion. Arsenik finns naturligt i koppar men man har analyserat föremål som har haft en högre grad av arsenik i sig än vad som borde finnas i kopparen naturligt, därför har det spekulerats i om man har tillsatt arsenik och då skapat den första legeringen.<sup>37</sup>

Exakt när brons började användas vet man inte säkert. Klart är att Sumererna använde metallen ca 3000 f.kr. Brons är en legering av koppar och tenn. Koppar fanns att få tag på över stora geografiska områden och var inte ovanligt i trakterna kring mellanöstern. Tennet var dock svårare att få tag på, de närmaste kända plasterna som Sumererna kunnat hämta tenn ifrån var Italien eller centrala Europa. Det har på senare tid diskuterats om det kan ha funnits kända tenngruvor i Turkiet.<sup>38</sup> Det har även funnits andra legeringar med koppar, till exempel med zink (som då kallas mässing), med bly eller med en kombination av flera olika metaller.<sup>39</sup>

### 3.5 Bronshantverkarens tekniker

Bronsålderns bronshtverkare använde sig av olika tekniker för att framställa föremål. Den vanligaste tekniken är att gjuta bronset. Man värmer bronset till smältpunkten mellan 970-1200 grader och håller det smälta bronset i någon typ av form. Man kan även driva bronset till olika former, alltså en typ av bronssmide. Dessutom finns uppvärmningsmetoden där man värmer upp bronset och när det är formbart böjer det till önskad form.

### 3.6 Stenform

Att gjuta i stenform är en metod att framställa bronsföremål. Man gör en form av en sten, företrädesvis täljsten men även sandsten har förekommit. De formar man har använt stenformar till är av enklare natur, till exempel skärar, flatyxor, kantyxor och holkyxor (fig 10). Man har använt sig både av tvådelade stenformar och öppna formar, det vill säga formar där man inte har haft ett ingöt<sup>40</sup> utan har hållt ner bronset rakt i formen.

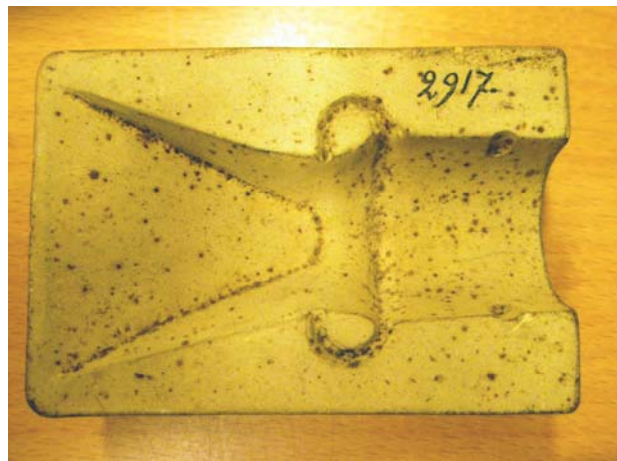


FIG 10 Ena halvan och en täljstensform till en holkyxa. LHUM 2917

### 3.7 Förlorad vaxteknik

En annan teknik som används än idag är förlorad vaxteknik. Den går ut på att man gör en modell av föremålet man vill gjuta i vax. Denna vaxmodell bakas sedan in i en lerform. Efter att formen har fått torka ett par dagar smälter man ut vaxet ur formen och bränner den precis som man bränner vanlig keramik. När formen är bränd kan man gjuta i den. Man kan dock bara använda formen en gång, sen är den förverkad, därför är det viktigt att man lyckas med gjutningen första gången. Man kan med denna teknik göra mycket komplicerade föremål. Leran till formen måste magras med något organiskt material, till exempel sågspån, halm eller hår. Vilket material som är bäst är svårt att säga, då det finns olika uppgifter om detta. Fler försök krävs för att fastställa vad som fungerar bäst.<sup>41</sup>

<sup>36</sup> Johansson T *Forntida teknik* Västerås 1993 Sid. 64-65

<sup>37</sup> Johansson T *Forntida teknik* Västerås 1993 Sid. 66

<sup>38</sup> Johansson T *Forntida teknik* Västerås 1993 Sid. 72-73

<sup>39</sup> Larsson, M; Segrén, A-K; Andersson, M & Lindström, T "Försök med kopparsmältning" *Forntida teknik nr 12* 1986 Sid.31

<sup>40</sup> Det hål i formen där man håller bronset.

<sup>41</sup> Johansson T *Forntida teknik* Västerås 1993 Sid. 80-81 samt 91

### 3.8 Att driva brons

Man kan genom att slå på bronset med en hammare eller något liknande driva det till önskad form. Tekniken påminner om den som järnsmeden använder sig av med den skillnaden att bronset ska vara kallt, tekniken kallas därför ibland för kallhamring. Kallhamring har använts när man ville ha väldigt tunna plåtar eftersom man inte kan gjuta plåtar särskilt tunna. Med kallhamring kan man få så tunna plåtar som 0,3 mm. Man har också använt tekniken för att stärka eggarna på till exempel knivar och yxor. Med kallhamring stärks metallen och därför har eggarna hållit längre. När man driver brons bör det inte finnas mer än 5% tenn i kopparn. Bronset blir då för skört och går sönder när man driver det.<sup>42</sup>

### 3.9 Gjutplatser i Sverige

Att identifiera en gjutplats är inte alltid lätt. Det kan vara så lite som ett degelfragment eller en liten del av en lerform som gör att man har tolkat platsen som en gjutplats. Denna tolkning är inte nödvändigtvis felaktig, problemet uppstår när man skall försöka fastställa i vilken omfattning man har producerat föremål på platsen. Har många spår försvunnit under tidens gång eller var det en plats med en begränsad tillverkning? På andra gjutplatser råder det inget tvivel om att det förekommit en omfattande tillverkning, som till exempel i Skälby, Vårfurkyrka sn där man hittat över 600 degel- och formfragment.<sup>43</sup> Vissa platser verkar ha varit inriktade på en speciell typ av tillverkning som till exempel i Lyse sn där det verkar som att man endast tillverkat nålar och tenar.<sup>44</sup> På andra ställen har man tillverkat ett mycket bredare utbud och gjort mer komplicerade föremål som till exempel Skälby där man har tillverkat svärd, spjutspetsar, halsringar, spänne, tenar och nålar.<sup>45</sup>

Sara Bodin har i sin examensuppsats från Lunds universitet 1998 gjort en klassindelning på olika typer av gjutplatser. Indelningen baseras på att det har varit en omfattande tillverkning som bedrivits och om det har varit svåra eller enkla föremål som har tillverkats. Hon delar in gjutplatser i fyra olika grupper enligt modellen på nästa sida:

---

<sup>42</sup> Johansson T *Fornida teknik* Västerås 1993 Sid. 78

<sup>43</sup> Bodin, S "Bronshantverkets olika ansikten" *Bronsålder – Människan i en tid av förändring* Lund 1998 Sid. 107-108

<sup>44</sup> Bodin, S Sid. 110

<sup>45</sup> Bodin, S Sid. 108

#### Grupp A

- Platser där gjutformsfragment visar att man gjutit stora och avancerade föremål, som svärd, halskragar och bälteskupor eller
- Platser där man påträffat betydande anläggningar som indikerar en stor produktion, som t.ex. ett tiotal ugnar.

#### Grupp B

- Platser där gjutformsfragment visar att man gjutit föremål som är mindre och inte så avancerade som i grupp A, ex. halsringar, skivnålar, skäror och holkyxor. eller
- Platser där inga identifierbara gjutformar hittats, men över 100 degelfragment och/eller gjutformsfragment eller
- Fynd som inte har antalet degel- och gjutformsfragment specificerade i källan, men där man uppger att de är ”en större mängd”, ”ett stort antal” o.s.v.

#### Grupp C

- Platser där identifierbara gjutformar saknas och där färre än 100st degelfragment och/eller gjutformsfragment hittats. eller
- Fynd som inte har antalet degel- och gjutformsfragment specificerade i källan, men där man uppger att de är ”ett mindre antal”, ”några” o.s.v, eller där föremålen står i plural, men utan att man pekat på att de är särskilt många (vilket man förhoppningsvis gjort om antalet överstigit 100).

#### Grupp D

- Fynd av enstaka degel- eller oidentifierbara gjutformsfragment.<sup>46</sup>

Utifrån denna modell har Bodin gjort en spridningskarta över hantverksplatser i Sverige. Den visar i sin tur att de hantverksplatser som tillhör grupp A och B, det vill säga de platser som enligt modellen tillverkat väldigt många och/eller avancerade föremål ligger antingen i Skåne, längs västkusten eller i Mälardalen. Bodins modell bygger visserligen på att alla gjutplatser har handhåfts av experter, något som jag försöker motbevisa, men den har viss relevans. Kanske kan modellen revideras något efter denna uppsats slutförande.

### 3.10 Hur man har tillverkat en holkyxa

En holkyxa kan tillverkas på två olika sätt.<sup>47</sup> Antingen använder man sig av förlorad vaxteknik (se 3.7) som har beskrivits här ovan eller så gjuter man i stenform. I båda metoderna måste man sätta i en kil för att få själva holken. Denna kil görs av lera eller av sten. I kanten av kilen sätter man en eller två träspröt för att de ska agera ingöten. Thomas Johansson menar att man måste fylla utrymmet mellan kilen och formen med vax för att få den rätt<sup>48</sup>, men jag tror inte det är ett måste utan jag tror det fungerar även utan vax. Man måste bara se till att kilen är centrerad.

---

<sup>46</sup> Bodin, S Modell på sid. 113

<sup>47</sup> Johansson T Sid.94-95

<sup>48</sup> Johansson T Sid.95

### 3.11 Hur man har tillverkat en dubbelknapp

Jag har i litteraturen inte hittat något om hur man tillverkar en dubbelknapp. Min erfarenhet som bronsgjutare säger mig dock att dessa föremål måste vara tillverkade med förlorad vaxteknik (Se 3.7). Det går enligt mig inte att göra en stenform till de här modellerna.

### 3.12 Hur man har tillverkat ornamentik

Ornamentik har tillverkats på tre olika sätt. Ett sätt är genom att i formen göra ornamentiken, denna teknik har främst använts i stenformar. Ett annat sätt är att i vaxformen för förlorad vaxteknik stämpla eller rista in ornamentiken, detta är det vanligaste sättet att göra ornamentik på. Det sista sättet är att efter gjutningen har genomförts punsa, alltså med ett spetsigt föremål slå in ornamentiken. Detta är ett väldigt svårt sätt att göra ornamentik på och har inte använts i stor utsträckning.<sup>49</sup>

## 4. Experiment ett

Syftet med experimentet är att testa om det går att genomföra många gjutningar i samma stenform. Experimentet är intressant därför att det om det lyckas, kan det visa att man har haft möjligheter att gjuta på preindustriell nivå. Eva Weiler har i en artikel framfört teorin att man under bronsåldern på vissa platser har gjort så kallade prefabricerade föremål på preindustriell nivå. Detta grundar hon på fynd från vissa smeddepåer och på vissa stenformar som hon har undersökt. En av stenformarna har tre stycken formar för skärar i sig, vilket verkar tyda på att man har gjort många sådana skärar på kort tid.<sup>50</sup> Definitionen på många gjutningar i det här fallet är så många som jag hinner under den begränsade tid som jag hade för att utföra experimentet. Mitt mål var dock att försöka hinna med 40+ gjutningar.

Jag gjorde en form i täljsten för att sedan testa att gjuta brons i den. Själva formens mönster är i det här fallet ointressant men jag tillverkade en torshammare, eftersom den formen är ganska enkel att göra. Det är första gången jag har gjort en form för gjutning i sten eller något annat material och det kändes onödigt att lägga stora mängder tid på att få en komplicerad form för detta experiment. Jag var också att vara tvungen att lära mig smälta brons och hantera deglar och bälgar.

### 4.1 Frågeställning:

De frågor jag ställer till materialet blir således:

1. Är det värt arbetsinsatsen att göra formar i täljsten?
2. Kan man göra många gjutningar i en täljstenform utan att den tappar detaljerna?
3. Hur lång tid tar det att göra en gjutning och hur många gjutningar kan man göra på en dag?

Dessa frågor kan hjälpa mig att svara på huvudfrågorna i den här uppsatsen, kanske framförallt frågan om man har kunnat framställa föremål på en preindustriell nivå, men givetvis även om en oerfaren gjutare kan göra denna typ av gjutningar. Frågan om det är värt arbetsinsatsen att göra formar i täljsten hjälper mig att besvara huvudfrågan om det har förekommit gårdshantverk under bronsåldern.

---

<sup>49</sup> Rønne, P "Førsøgsarkæologi og bronzalderens ornamentik" *Eksperimentel Arkæologi studier i teknologi og kultur nr1* 1991 Viborg 1991 Sid. 48-51 Se även Film: Bronzealderen i støbeskeen

<sup>50</sup> Se Weiler, E "Metal standard during the bronze age." *Lund archaeological review* 2 Lund 1996



## 4.2 Material och metod

Jag fick genom lektor Anders Ödman tag på ett engelskt täljstenselement. I det elementet finns det 10 täljstensplattor. En av dessa plattor delade jag upp i mindre delar för att det skulle bli lättare att hantera. För att dela plattorna använde jag mig av en bågfyl (fig 11), det



FIG 11 Utsågning av formen med bågfyl.

behövdes två bågfilsblad för att såga till de två formhalvorna. Jag testade även att försöka dela plattorna med flinta, detta går men tar längre tid. För att karva ut själva formen i stenen använde jag mig till den första formen av en elektrisk Dremel, en sorts miniborr och slipmaskin. Den formen var en så kallad dubbelform, det vill säga det fanns formar på båda stenarna. Den blev inte bra då delarna inte riktigt passade ihop. Jag bestämde mig därför att göra ytterligare en form. För att göra denna form använde jag mig enbart av stämjärn och kniv, vilket visade sig vara mycket lättare än att använda Dremel. Den sista formen blev en

enkelform, det vill säga den ena sida av formen var platt. Det tog mig ca 1,5 timmar att göra formen (fig 12). Med lite träning kan man lätt halvera den tiden och det skulle inte vara några problem att använda sig av flintverktyg för att göra formen. Formens testades med tenn för att se att den fungerade och även för att få något att jämföra med i slutet av experimentet.

För att gjuta brons behöver man förutom brons även en härd, kol, deglar, någon form av tång och någon form av bälg. Brons smälter vid ca 1150 grader Celsius, men man bör värma upp det till ca 1200 grader för att man ska få ett lättflytande brons och för man ska få lite mer tid på sig att hälla bronset i formen. Det är också viktigt att formen är varm, den bör hålla minst 600 grader för att bronset inte ska stelna för fort när det träffar formen.<sup>51</sup>

Bronset jag använt mig av har redan använts vid ett misslyckat klockgjutningsexperiment 2005. Detta innebär att tennhalten med största sannolikhet inte är optimal då en del av tennet bör ha bränts bort.<sup>52</sup> Bronset innehåller också mycket slagg som kan vara svårt att hantera i gjutningen.



FIG 12 Den färdiga stenformen gjord med kniv och stämjärn.

Deglarna jag använt mig av är gjorda av Anders Ödman, dessa är ganska små med ett litet ingångshål, samtidigt som de är ganska djupa. Det är inga problem att få plats med tillräckligt med brons i dem (fig 18).

<sup>51</sup> Film: Bronzealderen i stöbeskeen

<sup>52</sup> Muntligt Ödman



FIG 13 Böjd lertub som driver luften uppifrån ner i härden.

Jag använde mig av ett par vanliga bälgar till att börja med men på grund av tidsbrist och brist på folk som kunde hjälpa mig att bälgade använde jag mig även av en dammsugare för att få upp temperaturen i härden. Härden gjorde jag genom att gräva ett djupt hål i en jordhög. I hålet hade jag en trappavsats där en lite mindre härd kunde placeras för att hålla formen varm. Det är viktigt att formen är i närheten av smälthärden så att man slipper göra stora förflyttningar med det smälta bronset. Dels av säkerhetsskäl och dels för att bronset inte ska hinna stelna innan det når formen. När man smälter brons till skillnad från när man smider vill man att luften ska tillföras uppifrån så att luften blåser ner på härden. Detta för att man ska kunna få en så hög temperatur

som möjligt ganska djupt ner i härden istället som vid smide där man får en bred temperaturspridning. För att få denna effekt använde jag mig av en böjd lertub som ledde luften rakt ner på härden (fig 13).<sup>53</sup> Det kol jag har använt mig av är vanligt grillkol som man kan köpa i vilken butik som helst. Andra verktyg jag har använt mig av är en långsmal smidestång för att kunna ta tag i en varm degel, en tvinnskruv för att hålla ihop formdelarna samt ett par läderhandskar som jag hela tiden höll våta för att inte bränna sönder mina händer.

### 4.3 Experimentets genomförande

Experimentet genomfördes över sju dagar. Det första jag gjorde var att bygga min härd. Den byggdes på de sätt som jag beskrev ovan i avsnittet om material och metod. När jag hade fått igång härden började jag med att smälta tenn för att testa formen och göra min första torshammare som jag använde som mått. Detta gick alldeles utmärkt, formen fungerade



FIG 14 Det brons som jag hade att tillgå för mitt experiment.

perfekt med tenn. Därefter var det bara att börja smälta brons och göra så många gjutningar som möjligt. Det brons som jag hade att tillgå (fig 14) hade redan använts i en misslyckad gjutning. Det innebar att jag fick tillsätta lite tenn till bronset under smältning eftersom en del tenn redan hade bränts bort. Första dagen använde jag riktiga bälgar för att få upp temperaturen i härden till bronsets smältpunkt som ligger runt 1150 grader. Det var inte svårt alls att komma upp i den temperaturen med de hjälpmedel jag hade. Bronset smälte första gången efter ca 15 minuter.

Då jag hällde bronset i formen upptäckte jag att formen var för grund, det vill säga bronset kunde inte komma ner till botten eftersom luften i formen inte kunde komma ut. Det fanns två lösningar på det problemet. Jag kunde antingen göra luftkanaler som luften kunde komma ut

<sup>53</sup> Film: Bronzealderen i stöbeskeem

ur eller också kunde jag göra formen djupare. Jag valde det senare då det kändes som om det var mindre chans att något skulle kunna gå fel med den metoden. Efter att formen hade gjorts djupare med ungefär fyra millimeter gjorde jag en ny tenngjutning och började om med bronssmältning från början. Det tog även denna gång ca 15 minuter att smälta bronset och jag fick en gjutning i formen som var mindre lyckad, dock en gjutning. Därefter gjorde jag ytterligare fem misslyckade gjutningar (fig 15) och två lyckade gjutningar. För att jag skall räkna med en misslyckad gjutning krävs att minst halva formen skall ha varit fylld med brons. Jag upptäckte också att det går mycket snabbare att smälta bronset när härden och degeln hade varit igång en tid, storleken på bronsbitarna spelade också roll. Efter ett tag smälte jag bronset på ca sex till sju minuter. Ett problem som uppstod var att jag inte hade möjlighet att få undan slagget som bildades vid smältning. Slagg är dels föroreningar i bronset och dels yttre föroreningar till exempel kol som har trillat ner i degeln från härden under smältning. Kol hamnar ofta i degeln eftersom det är lättare att smälta brons om degeln är helt täckt med kol. Detta löste jag till en början genom att värma degeln efter smältning utan brons för att sedan plocka ut slagget som efter uppvärmning blir som en seg klump, med en stålpinne.



FIG 15 Exempel på misslyckade gjutningar.

Under min andra gjutdag började jag använda mig av en gammal dammsugare som bälg istället för de handdrivna blåsbälgar som jag hade använt mig av dagen innan. Anledningen var att jag var ensam vid gjutningen och det är inte optimalt av flera skäl. Om man själv



FIG 16 Dammsugaren Sven, min trogna smedhalva.

bälgar måste man sluta att tillföra luft till härden tidigare än om man har en person som sköter bälgarna, detta innebär att både härden och det smälta bronset svalnar tidigare och man måste då vara väldigt snabb vid gjutningen. Det är dessutom mycket svårt att ha någon kontroll på smältprocessen samt att tillföra tenn till bronset om man hela tiden sitter bakom bälgarna och bälgar. Tack vare min nya smedhalva Sven (fig 16) kunde jag denna dag göra nio misslyckade och tre lyckade gjutningar. Jag nästan fördubblade min effektivitet.

Under resterande tre gjutdagarna gjorde jag 25 gjutningar, varav 13 var lyckade. Jag gjorde också sex stycken tenngjutningar i samma form som jag kontrollerade mot min första tenngjutning som jag gjorde första dagen. Det var ingen synlig skillnad på den första och den sista tenngjutningen.

#### 4.4 Sammanfattning och avslutande diskussion

I detta experiment har jag försökt testa om man kan göra flera bronsgjutningar i en täljstensform. Jag har även provat hur lång tid och vilken arbetsinsats som krävs för att tillverka en form av täljsten. Dessutom ville jag se hur lång tid en gjutning tar och hur många man kan tänkas hinna med på en dag. För att genomföra mitt experiment var jag tvungen att lära mig smälta och gjuta brons. Jag tillverkade formen av täljsten från ett gammalt element. Jag hade ingen tidigare erfarenhet av bronsgjutning innan jag påbörjade experimentet annat än att jag har läst litteratur om ämnet. Jag har även pratat med personer som tidigare har någon erfarenhet av bronsgjutning, bland annat Anders Ödman, lektor på Lunds Universitet och P-U Jonson som jobbar på fornbyn Vikingatider i Löddeköpinge.

Att tillverka formen var relativt lätt och tog inte lång tid alls. Jag använde mig av kniv och stämjärn för att karva ut mönstret i formen, som i det här fallet var en torshammare. Jag tillverkade min form på ca 1,5 timmar, med lite mer träning skulle jag med största sannolikhet kunna ha gjort den på halva tiden. Det skulle inte heller vara några problem att gröpa ur formen med hjälp av flintverktyg. Det skulle kunna ha fördelar att använda flinta faktiskt. Dels skulle man lätt kunna byta ut ovassa delar mot nyslagna vassa delar i verktygen och dels skulle man kunna tillverka flintverktyg helt efter önskemål och vad formen kräver. Kniven och stämjärnet fungerade bra men var lite klumpiga i vissa fall, dessutom blev de snabbt slöa.

När formen var färdig byggde jag min härd (fig 17). Jag har i mina försök kommit fram till att det är viktigt vilken form härden har. Det är väldigt viktigt att härden där man smälter bronset



FIG 17 Den härd jag byggde.

är tillräckligt djup för att man dels kunna få en djup glödbädd under degeln och dels ska kunna täcka degeln helt utan att det skapar svårigheter i gjutprocessen. Att få upp temperaturen i härden till 1050-1200 grader var inga problem med vanliga blåsbälgar, det var inte heller några problem när jag använde en dammsugare som bälg. Det är att föredra att vara flera stycken när man smälter och gjuter brons, dels vill man kunna bälga in i det sista innan man tar bort degeln från härden

och dels behöver man ha en person som har kontroll på smältningsprocessen. I direkt närhet av smälthärden bör det finnas en formvärmingshärd. Formen måste hållas varm, runt ca 600 grader, för att bronset inte ska stelna för fort när man häller det i formen.

Degeln är viktig i sammanhanget, form och storlek bör avgöras av hur härden ser ut och vad man skall gjuta. De deglar jag använde var svåra att använda eftersom man inte kunde kontrollera slagget när man hällde ut bronset i formen. De var för smala och för långa för att

det skulle vara möjligt (fig 18). Den optimala degeln för mitt försök skulle ha större öppning och inte vara så djup. Ett annat problem med deglar är de inte håller för så väldigt många gjutningar. De deglar jag använde klarade mellan 10-15 gjutningar, detta kan bero på att jag inte kunde kontrollera temperaturen i härden och inte har tillräcklig erfarenhet för att avgöra hur varmt det har varit i härden. Det kan ha varit mycket mer än 1200 grader och det skulle kunna förklara varför deglarna inte höll. Jag provade också att göra egna deglar i



FIG 18 Den typ av degel som jag har använt mig av.

olika former. För att göra dem använde jag lera som grävts upp i Vikingatider i Löddeköpinge. Leran magrades med ca 45-50% sand för att den skulle tåla värmen. Därefter formades leran med händerna till olika sorters deglar (fig 19). Efter att ha stått under en plastpåse i ca en vecka brändes de i en öppen härd. Ingen av deglarna fungerade mer än en gång. Jag misstänker att leran inte höll tillräckligt hög kvalitet för att klara av den höga temperatur som de utsattes för. Bronset jag använde mig av var förmodligen inte optimalt, det hade använts tidigare i andra försök och tennet hade troligtvis bränt ut till stor del. Det var mycket slagg i det, vilket gjorde det svårt att hälla ut bronset ur degeln trots att bronset var flytande. Slagget lade sig som ett lock eller snarare som en propp i degeln (fig 20). Jag tillsatte nytt tenn i smältningsprocessen och det gjorde bronset mer lätthanterligt, det är dock svårt att veta hur mycket eller kanske snarare lite tenn man ska tillsätta. I vissa fall blev det lite för mycket tenn och i andra fall lite för lite, detta ser man tydligt på de färdiga produkterna. För att bränna ut slagget ur bronset gjorde jag bronstackor av det. Bronset blev efter det mycket renare och lättare att hantera. För att göra tackorna behövde jag bara smälta bronset och hälla ut det i en stenränna, slagget stannade då i degeln och kunde efter uppvärmning till stor del tas ut med hjälp av en stålpinne.



FIG 19 Hemmagjorda deglar.

För att sammanfatta experimentet så anser jag att det var lyckat. 45 gånger var formen fylld till mer än hälften med flytande brons. Sammanlagt lyckades jag göra 12 lyckade och 33 misslyckade gjutningar. Den största anledningen till att inte fler gjutningar lyckades berodde



FIG 20 En slagpropp.

på slagget i bronset. För att kontrollera mitt experiment gjorde jag gjutningar i tenn i samma form som bronset för att se om det blev någon skillnad. Jag kunde inte se någon skillnad från den första gjutningen till den sista. Intressant är att alla detaljer i torshammaren är desamma på både den första och sista gjutningen i tenn men gjutskägget blev mycket mindre efterhand och på den sista var det nästan borta helt och hållet (fig 21).



FIG 21 Den första gjutningen i tenn till vänster och den sista till höger.

Det är utan tvekan värt att göra en stenform även om den bara skulle gå att gjuta i tio gånger. Att göra en form för mig tar ca 1,5 timmar, för en erfaren formmakare skulle det ta betydligt kortare tid. Att göra en form i lera och utforma en form i vax för förlorad vaxteknik tar också lång tid. Fördelen med den tekniken är att man kan göra mer komplexa föremål, nackdelen är utan tvekan att man bara kan göra ett föremål i varje form och att man behöver mycket mer kunskap. Därefter måste man göra en ny vaxmodell och en ny form. Stenformar bör ha använts till föremål av typen skärar, yxor och knivar. När föremålet är förbrukat gör man lätt ett nytt av det gamla materialet, det vill säga den gamla yxan eller skäran på mindre än en timme om man har kvar formen. Detta är något som alla människor klarar av att lära sig på mycket kort tid. Jag har inte provat att göra en form i lera, men det är tveksamt om det går



FIG 22 Tre misslyckade och två lyckade gjutningar gjorda på mindre än en timme.

snabbare eller är bättre. En lerform måste torka i upp till tre dagar innan man kan använda den och det är tveksamt om man kan göra mer än tre till fyra gjutningar i den.

Experimentet visar också att man hade möjlighet att göra gjutningar på en preindustriell nivå. Med ett erfaret lag bronsgjutare och med två eller tre härdar igång samtidigt skulle man kunna göra väldigt många föremål på mycket kort tid. Det svåra är inte att göra gjutningen utan att göra formen. Enklare formar som

jag tillverkat under mitt experiment kan man klara av utan någon erfarenhet. Ju mer detaljer som infogas i formen desto mer kunskap och erfarenhet krävs. Det kan ha varit på det sättet att för enklare föremål har experter eller hantverkarna gjort och sålt formarna medan vanliga människor själva har gjort gjutningarna. Det borde också vara lättare att gjuta föremål i större formar, det är lättare att få ner bronset i formen och luften ut ur densamma med en stor form. Självt lyckades jag vid ett tillfälle att göra 5 gjutningar på en timme, varav två blev lyckade (fig 22). Detta visar att bronsgjutning i stenform inte är ett svårt hantverk. Att gjuta i förlorad vaxteknik bör vara något helt annat som förmodligen kräver en helt annan kunskap och

erfarenhet. Man kan jämföra med flintsmederna under stenåldern. Det är inte svårt att göra en enklare typ av yxa eller ett föremål att skära med, det kan man lära sig på en eller två timmar och när man har kunskapen kan man lätt göra nya föremål på mycket kort tid. Men att göra en flintdolk är mycket svårt och kräver år av träning.<sup>54</sup>

## 5. Experiment två

Experimentet genomfördes under tre dagar under vikingamarknaden Fröja ting på fornbyn Vikingatider i Löddeköpinge. Till min hjälp hade jag två arkeologistudenter, Paul Pettersson och Daniel Andersson. Utan dem hade jag varit tvungen att avbryta experimenten hela tiden för att förmedla kunskap om brons och bronsgjutning till allmänheten, men tack vare deras hjälp kunde jag ägna mig åt experimentet medan de skötte förmedlingen till allmänheten. Syftet med experimentet var att försöka hitta den punkt när det inte längre är möjligt för en oerfaren eller lågt utbildad gjutare att genomföra lyckade gjutningar. Jag kan i detta fall anses vara en oerfaren gjutare då jag bara har genomfört gjutningar i stenform tidigare. Att gjuta i förlorad vaxteknik var något helt nytt för mig. Syftet var även att få en större förståelse för hantverket och att identifiera nyckelmoment i gjutprocessen. Vi passade även på att testa olika magringar i gjutformarna. Vi använde oss uteslutande av förlorad vaxteknik i lerformar.<sup>55</sup> Under experimentet använde vi oss av samma brons under alla gjutningar. Dock vet jag inte den exakta procentsatsen tenn i bronset. Vi använde bälgar för att få upp temperatur i härden och deglar av stengodslera, samma typ av deglar som användes vid det första experimentet. Härden som användes var ett hål i marken och även här (precis som i Experiment ett) fick härden luft uppfifrån för att värma djupare ner i härden så att hela degeln blir värmd.

### 5.1 Frågeställning

De frågor jag ställer till materialet blir således:

1. Kan man gjuta med förlorad vaxteknik utan att ha specialkunskap om gjutning?
2. Var går gränsen för vad en ickespecialist kan göra med förlorad vaxteknik?
3. Vilket är de kritiska momenten när man gjuter med förlorad vaxteknik?

### 5.2 Material och metod

För att göra vaxmodellerna använde jag bivax, ett vax som är lätt att bearbeta när det har blivit uppvärmt. För att värma upp vaxet kan man använda olika metoder. Dels kan man använda handvärme och helt enkelt värma vaxet i händerna samtidigt som man knådar det. Denna metod är tidskrävande och tar båda dina händer i anspråk. En mycket bättre metod är att lägga vaxet i ljummet vatten, denna metod tar också ganska lång tid då vattnet inte kan vara för varmt eftersom vaxet då smälter helt. Fördelen med denna metod är dock att man kan göra annat under tiden som vaxet mjukas upp. När vaxet är formbart kan man göra den form man är intresserad av (fig 23).



FIG 23 Olika vaxmodeller till mina försök. Två torshammare, en stämpel för att stämpla i vax med och en liten kupa.

<sup>54</sup> Jensen, J *Danmark Oldtid - Stenaldern 13.000-2000 f.kr* Köpenhamn 2001 Sid. 517

<sup>55</sup> Se kapitel Bronsgjutarens tekniker.

För att åstadkomma detaljer av olika slag kan man med fördel värma en bit vass flinta för att i vaxet smälta ut mönster eller skära tunna linjer. Jag gjorde flera olika modeller, dessa modeller var enligt min mening i en stegrande svårighetsgrad.

Leran till formarna var vanlig lera av den typ man använder när man gör keramikkarl. Dock magrades den på olika sätt, dels med 40 procent granit, dels med 20 procent granit och med 20 procent sågspån och dels med 40 procent sågspån. Syftet med att magra med sågspån är att det bränner bort när man bränner formen och det skall i teorin skapa luftfickor dit luften kan vandra när man häller i bronset i formen. Graniten är till för att öka formens värmeförmåga. Vi märkte ingen skillnad mellan de olika magringarna när vi gjöt. Det skall dock påpekas att det skall vara väldigt bra med hår som magring.<sup>56</sup> Håret gör långa tunna luftkanaler i formen och det bör fungera bättre än sågspån. Jag lyckades dock inte få tag på hår tills försöken skulle göras. När leran är blandad och klar trycker man fast leran runt vaxmodellen.

Om modellen har ornamentik bör man först smeta in modellen med väldigt utspädd lera, nästan rinnande för att leran skall tränga in i mönstren. Det är viktigt att man är väldigt försiktig när man trycker fast leran annars kan vaxmodellen brytas eller missformas (fig 24). Det är också viktigt att man försöker räkna ut var gjuttappen bör sitta i modellen för att få den bästa gjutningen. När modellen är färdigformad bör den få torka i cirka tre dagar för att undvika sprickbildning under bränning. Jag brände formarna i ett brännkärl enligt



FIG 24 En till hälften färdig lerform med förlorad vaxteknik.

öppnahärdprincipen. Efter samtal med P-U Jonson som gjorde experiment med bronsgjutning på 1970-talet kom vi fram till att det var viktigt att formarna kom upp i 600 grader under en stund för att garantera att det inte fanns någon vätska kvar i dem under gjutning. Om det skulle finnas rester efter vax eller spår av vatten i formen när man gjuter så kommer bronset att spottas ut igen, det blir ungefär samma effekt som om man sätter en våt kastrull på en varm platta på spisen.

<sup>56</sup> Muntligt P-U Jonson, Nina Pettersson.





FIG 25 Ett brännkärl enligt egen design.

För att värma formarna innan gjutning använde vi oss av ett brännkärl (fig 25), som vi tillverkat själv efter fynd. Dessa kärl har tolkats som värmekärl, det vill säga kärl som man har haft kol i för att värma upp hus med. Experiment som jag var med om att genomföra på Vikingatider i Löddeköpinge i maj 2007 visar dock att man i dessa kärl kan få upp mycket höga temperaturer. Vi mätte i en typ av kärl så höga temperaturer som upp till ca 1000 grader och med vidare experiment skulle

man med all säkerhet kunna komma upp i smälttemperaturer för brons. Fler experiment skall utföras inom kort för att fastställa olika troliga användningsområden för dessa kärl.

Det brännkärl som jag tillverkade var utan botten och hade bara två rader lufthål i botten. Lufthålen är till för att skapa självdrag i kärlet och på så sätt få upp höga temperaturer utan att man själv behöver bärga eller tillföra luft på annat sätt. I detta kärl vill jag inte ha väldigt höga temperaturer, ca 600 grader kändes lagom för att kunna bränna formarna och för att värma formarna innan gjutning. Vi byggde även en liten låda med sand i som vi kunde ställa de varma formarna i när vi skulle gjuta. De formar vi hade gjort var ofta runda i botten och kunde därför inte stå på en plan yta. Därför kändes det säkert att kunna stoppa ner formarna i sand så att de stod stadigt när vi gjöt.

### 5.3 Experimentets genomförande

Experimentet genomfördes som tidigare nämnts under tre dagar på en vikinga- och medeltidsmarknad på Vikingatider i Löddeköpinge. Det var mycket besökare kring gjutplatsen hela tiden, men som tur var hade jag två kamrater som hjälpte till, dels med förmedlandet till allmänheten och dels med bärgandet. Det var väldigt roligt att kunna visa besökarna hur gjutprocessen kan ha gått till under bronsåldern och de visade ett stort intresse och ställde många frågor.

Första dagen gick åt till att smälta ut vaxet ur formarna samt bränna de 17 formarna. Detta gjordes både i härden och i brännkärlet som nämnts här ovan. Det tog ca tre timmar att bränna alla formarna. Det var dock lite svårt att veta exakt när de var färdigbrända så det är möjligt att jag brände dem längre än vad jag hade behövt.

Bronset som jag hade att tillgå tillhandahölls av Vikingatider och var i tackform. Istället för att såga upp tackorna i lämpliga bitar bestämde jag mig för att testa den forntida tekniken för att dela upp större bitar brons till mindre. Man lägger tackan på härden och värmer den tills



den börjar glöda. När den väl glöder lägger man den på ett hårt underlag, förslagsvis en sten och slår med något hårt på tackan. Jag använde mig av en smedhammare, men det skulle fungera lika bra med en sten. Det var mycket lättare att dela tackorna än jag trodde att det skulle vara. Det tog ca fem minuter att göra och det var en minimal arbetsinsats. Man kunde faktiskt bestämma nästan exakt hur stora bitar man ville ha från tackan genom att slå på olika ställen på den (fig 26).

FIG 26 Delat brons efter uppvärmning.

Att smälta bronset var inga problem. Jag gjorde på samma sätt som vid det första experimentet. Jag täckte degeln med kol och bälgade tills bronset hade smält. Det tog mellan fem och femton minuter per smälta, lite beroende på hur mycket brons man hade i degeln och hur varm härden var när man började. Jag fick lite problem med de sista smältningarna under sista dagen. Bronset ville inte riktigt bli smält, utan blev klumpigt och väldigt trögt istället. Detta beror på att det kommer för mycket syre till bronset under smältning. Man måste se till att syret reduceras under smältning för att undvika slagg.<sup>57</sup>

Sandlådan vi byggde som ställ till de varma formarna fungerade mycket bra. Formarna stod väldigt stadigt i ett brandsäkert underlag. Dock fick jag samma problem med kol i deglarna som under Experiment ett. Under två gjutningar kom det kolbitar ner i formen och gjutningarna blev helt misslyckade. Jag försökte lösa detta med att bara ha väldigt stora bitar kol ovanpå degeln för att undvika att mindre bitar trillade ner i den.

Jag provade olika avancerade formar med skiftande resultat, allt från enklare torshammare till fyrbenta trädskulpturer och en tutulus, jag gjorde åtta gjutningar. Det var klart tydligt att vissa formar behövde luftkanaler för att dom skulle fungera som det var tänkt. Ringspannet är ett sådant exempel. Den formen blev bara fylld i den övre halvan av ringen, bronset kunde inte trycka undan luften i den nedre halvan eftersom det inte fanns några luftkanaler. Andra former som till exempel vaxstämpeln blev lyckade. Det är helt tydligt att det även i fallet med förlorad vaxteknik är formarna och inte gjutningarna som är det svåra.

<sup>57</sup> Jag har tillsammans med Paul Pettersson och Anders Lindahl genomfört experiment på keramiska forskningslaboratoriet i Lund för att bevisa detta. I en keramikugn försökte vi smälta en 8gr bronsbit. Detta misslyckades helt, det blev bara slagg kvar av bronset och ingen metall. När vi satte degeln med brons i en större degel som vi fyllt med träpellets lyckades dock smältningen för att pelletsarna brände bort syret runt bronset i stor utsträckning och det blev en reducerad bränning.

## 5.4 Resultat

I detta experiment har jag testat förlorad vaxteknik i bronsgjutningsprocessen. Jag har undersökt om det är svårt att göra vaxformar och hur svårt det är att gjuta dem. Syftet har även varit att försöka identifiera en gräns där det blir för svårt för en amatör att göra formarna/gjutningarna samt att leta efter nyckelmoment i hela processen. Som bonus fick jag förståelse för hur man kan dela upp större bitar brons till mindre och jag tillverkade och testade ett brännkärl med självdrag i keramik.

Jag misslyckades med sju gjutningar och lyckades bara med en. Det skall dock poängteras att två av gjutningarna blev misslyckade på grund av att det kom kol ner i formen. Båda dessa två hade förmodligen blivit lyckade om det inte var för föroreningarna och det grundar jag på att botten i formarna hade blivit till fullo fyllda med brons.

Hur man bygger en fungerande härd och själva smälttekniken lärde jag mig i mitt första experiment. I det avsnittet finns även en lång genomgång av desamma så jag tänker inte orda mer om det här. Själva gjuttekniken är densamma

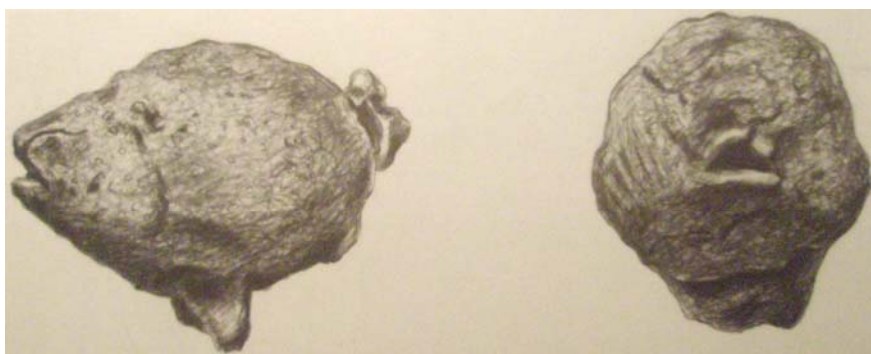


FIG 27 En sluten degel formad som en fisk.

oavsett vilken typ av form man använder sig av. Dock kan jag konstatera att det inte är svårt att dela upp en stor bit brons i mindre om man bara har tillgång till en härd, ett hårt underlag och något hårt att slå med. Det går att dela upp den större biten i nästan exakt de storlekar man vill genom att slå på rätt ställe på bronsbiten.

Deglarna jag använde under detta experiment var av samma typ som de deglar jag använde i det första experimentet. De var gjorda av stengodslera och alltså inte tidstypiska för bronsåldern. Jag valde dock att använda mig av dem dels för att jag vet hur materialet fungerade och dels för att spara tid. Jag fick samma problem med kol i deglarna som jag hade under det första experimentet. Detta problem skulle kunna lösas genom att ha nästan helt slutna deglar. Man lägger ner bronset i degeln innan man bränner den. Det blir då en engångsdegel, men problemet med kol i bronset försvinner (fig 27). Man har hittat en intressant degel av denna typ i form av en fisk från en bronsålderskontext.<sup>58</sup> Denna typ av degel har även hittats på Helgö<sup>59</sup> i en järnålderskontext, man kan dock inte utesluta att man har kommit på tekniken redan tidigare. Även bronsåldersgjutare har med största sannolikhet haft samma problem med kol i deglarna. Under ett experiment i Lejre i Danmark hade man väldigt stora och öppna deglar så att man precis innan man hällde ner bronset i formen kunde putta undan föroreningarna ur degeln.<sup>60</sup>

Tekniken att göra en förlorad vaxform är inte svår i teorin. Man behöver vax, lera och magring. Man behöver en härd eller liknande så att man kan bränna formen i minst 600 grader så att all vätska och vax kommer ut ur formen innan gjutning. Det som gör det svårt är själva hantverket att göra formen i vaxet. För många av de föremål som har gjorts i förlorad vaxteknik som till exempel tutuli krävs ett konstnärskap snarare än ett hantverk. Att jobba i

<sup>58</sup> Carlie, L *Brogård – Ett brons- och järnålderskomplex i södra Halland. Dess kronologi och struktur*. Lund 1992 Sid.40

<sup>59</sup> Se omslaget på *Excavations at Helgö IX – Finds, Features and Function* Stockholm 1984

<sup>60</sup> Film: Bronzealderen i stöbeskeen

vax är inte så svårt i och för sig, det är inte materialet som är problemet utan formerna på de föremål som tillverkas. Det är också svårt att veta var det bör sitta luftgångar och hur många som krävs för att formen skall bli lyckad. De formar jag tillverkade magrade jag med granit och sågspån, detta skapade inte några luftkanaler. Om jag hade magrat med hårstrå skulle jag kanske få bättre resultat än vad jag fick, men det är ett annat experiment.

Slutsatsen med detta experiment är att det är fullt möjligt för en oerfaren gjutare och formskapare att använda sig av förlorad vaxteknik så länge inte formerna blir för komplicerade. Det är dock svårare än att gjuta i stenform och mitt experiment visar att det är svårt för en oerfaren gjutare att gjuta i förlorad vaxteknik då jag bara lyckades med en gjutning. Problemet med lerformarna är att man bara får en chans till en lyckad gjutning. Misslyckas man måste man göra en ny form och det tar tid. Det tar minst en timme att göra former av den enklaste typen, sedan måste formen torka i två till tre dagar innan man kan bränna den för att undvika sprickbildning i formen.

Utifrån min erfarenhet av bronsgjutning drar jag slutsatsen att det krävs specialistkunskaper för att göra mer komplicerade formar. Former som stora bältesplattor eller spännbucklor (fig 28) kräver enligt min åsikt mycket god kunskap om hur bronset beter sig i formen, annars kommer gjutningen att bli



FIG 28 Bälteskupa. LUHM 2886

misslyckad, det märkte jag på mina egna och mindre komplicerade gjutningar. Ornamentik på artefakterna har i stor utsträckning gjorts redan på vaxformen och inte efteråt som man i trott i många fall.<sup>61</sup> Detta kräver att man har gott handlag med materialet, i detta fall både med vaxet och med leran. Leran närmast vaxet måste vara flytande närmast vaxformen för att bli tjockare längre ut. Om man bara hade klinat lera på vaxmodellen hade ornamentiken inte kommit med på den färdiga artefakten. Det är högst tveksamt om man på amatörnivå har använt sig av denna teknik. Detta på grund av tidsåtgången och svårighetsgraden. Det är så mycket smidigare att använda sig av stenform och enklare artefakter kan göras i stenform. Med en stenform kan man göra många gjutningar på kort tid som jag visade i experiment ett. Dessutom kan man med enkelhet gjuta om misslyckade gjutningar. Man behöver inte heller lära sig olika lerblandningar till formar.

<sup>61</sup> Rönne, P Sid. 48

## 6. Analys av artefakter

I detta avsnitt kommer jag att undersöka ett antal artefakter och redovisa min tolkning av dem. Syftet med analysen är att försöka fastställa om det är en skicklig hantverkare som har gjort föremålen, eller en amatör. Det går inte att utgå ifrån vad bronsåldersmänniskan tyckte och



Fig 29 Gjutfel på en holkyxa. LHUM 14083

tänkte om bra eller dåligt tillverkade föremål. Jag måste utgå ifrån vad jag tror att bronsåldersmänniskan har haft för syn på väl eller dåligt tillverkade föremål, utifrån min egen erfarenhet och smak. Jag ska även försöka se på föremålen vilken teknik som användes när de tillverkades. Mina tolkningar är främst baserade på mina egna erfarenheter som bronsgjutare. De föremål som kommer att behandlas i detta avsnitt är holkyxor och dubbelknappar. Jag valde dessa föremål efter att ha tittat på ett stort antal olika typer av artefakter och det visade sig att bevarandegraden var bäst på holkyxor och dubbelknappar av de föremål som det finns många av. Man hade kunnat tänka sig att använda till exempel bronsskärar, knivar och tutili också, men bevarandegraden på dessa föremål är betydligt sämre och därför är dessa föremål mycket svårare att analysera.

Analysen är okulär och bygger på vad jag ser på föremålen, inga andra metoder har använts. Även om det i vissa fall skulle vara lämpligt med slitspårsanalys, har detta tyvärr inte gått att finansiera. Även en metallanalys skulle ha varit nyttig för den här undersökningen men inte heller detta har gått att finansiera. Jag kommer främst att leta efter gjutfel, spår av form och spår av användning, men jag kommer även att försöka fastställa om man har gjort ett ordentligt efterarbete på föremålet. Källkritiskt kan det vara svårt att fastställa om det är ett gjutfel i artefakten eller om det istället är korrosion. Jag avgör om det är ett gjutfel eller inte utifrån om gjuthålet har rundade väggar eller inte (fig 29). Om det handlar om korrosion blir väggarna hackiga och ofta bubbliga, men om det handlar om ett gjutfel blir väggarna rundade (fig 30). Ett problem med denna metod är att det kan ha uppstått korrosion i ett hål som har bildats av ett gjutfel, man får då utifrån tjockleken på godset avgöra om det handlar om gjutfel eller korrosion. Om det är ett hål mitt i ett i övrigt orört gods bör det handla om gjutfel och inte korrosion.



FIG 30 Korrosion på en tutilis. LHUM 23117

De flesta föremål jag har tittat på kommer ifrån period III – VI, dock finns det vissa föremål som skulle kunna tolkas till period II. Ett problem med analysen är att många av föremålen är lösfynd eller på annat sätt helt utan kontext, detta gäller dock främst holkyxor. Kontexten skulle kunna vara viktig för undersökningen om man hade kunnat fastställa att två likadana holkyxor kommer från samma område. Detta blir dock mycket svårt att göra utifrån de premisser som jag har. Jag kommer därför bara att ta hänsyn till kontext när jag utifrån grävrapporter eller register är helt säker på var och i vilken kontext de är funna. Jag kommer att göra en kort beskrivning av vissa föremål för att sedan avsluta avsnittet med en sammanfattning.

På LUHMs magasin i Lund finns det 383 holkyxor, detta vet jag därför att jag gjorde en komplett databas över alla bronser från bronsåldern som finns på LUHMs magasin utifrån de registerböcker som finns på magasinet. Anledningen till att jag gjorde det var att den databas som idag finns inte är komplett, detta gör att många föremål i princip inte är tillgängliga för forskningen eftersom det skulle vara mycket tidskrävande att leta upp dem genom att gå igenom registerböckerna, något som jag har fått erfara. Bevarandegraden på holkyxor är oftast väldigt bra vilket gör dem lämpliga för analyser av den här typen. Jag har slumpmässigt valt ut 36 för analys, alltså 9,3 % av det totala antalet holkyxor på LUHM. Anledningen till att urvalet har varit slumpmässigt är att det för tillfället för min undersökning genomfördes en stor omflyttning på magasinet och det gick inte att söka utifrån en databas utan jag fick manuellt leta igenom ett stort antal lådor för att hitta de artefakter jag var ute efter.

Det finns inte lika många dubbelknappar som det finns holkyxor, men det finns ändå ett ganska stort antal, nämligen 116 stycken. Bevarandegraden på dubbelknappar är något sämre än för holkyxor, men de är fortfarande väldigt välbevarade i de flesta fall. Jag har slumpmässigt valt ut 18 dubbelknappar för analys enligt samma metod som användes för holkyxor. Det gör att jag har analyserat 15% av det totala antalet dubbelknappar som finns på LUHMs magasin i Lund.

Jag har under mina sökningar i LUHMs magasin även tittat på en stor mängd avsatsyxor. Jag kommer att visa två här. Detta för att visa vilken extrem kontrast det kan vara mellan två olika föremål av samma typ. Även ett par bälteskupor kommer att diskuteras, detta för att visa upp vad jag anser är ett lyxföremål av mycket hög standard. Till min hjälp att datera artefakterna använder jag mig av *Bildkompendium - Bronsåldern*.<sup>62</sup>

## 6.1 Holkyxor

Här kommer jag att presentera tio holkyxor som jag anser vara representativa för hela urvalet. Jag anser inte att alla holkyxor jag har analyserat behöver presenteras då flera är väldigt lika varandra utan jag väljer att ta med ett representativt urval.

Holkyxa LUHM-14083 (fig 31) är funnen i Södra Sandby i Skåne, inga andra uppgifter finns om den. Den är troligen från period VI. Det är en intressant yxa då den har ett grovt gjutfel och efterarbetet är väldigt dåligt gjort, örat är till exempel inte öppet. Dessutom verkar det som om formhalvorna inte har passat ihop ordentligt vilket tyder på att man har använt sig av stenform när man tillverkat föremålet. Yxan är ganska ärgad så det är svårt att se om den är använd men det ser ut som om det finns hack i eggen.



FIG 31 Holkyxa med grovt gjutfel. LHUM 14083

<sup>62</sup> Håkansson, I; Thörn, R & Linde, P *Bildkompendium-Bronsåldern* Lund 1999



FIG 32 Holkyxa med skarp egg och med spår efter stenform. LHUM 14082

Holkyxa LUHM-14082 (fig 32) är också funnen i Södra Sandby men det är också allt vi vet om den utom att den troligen är från period VI. Den är välgjord och fortfarande skarp i eggen. Man ser dock spår efter stenformen. Dessa spår är av samma typ som jag fick i min egen stenform under experiment 1 och tyder på att formskaparen inte har sett till att ytan i formen var jämn utan lämnat ett par hack i stenen.

Holkyxa LUHM-18479 (fig 33) kommer från Sövde och dateras troligen till period IV. Den har samma karaktär som LUHM-14082 med tydliga spår efter formen, både vid örat och mitt på yxkroppen.



FIG 33 Holkyxa med tydliga spår efter formen främst vid örat men även på kroppen. LHUM 18479



FIG 34 Holkyxa med dålig ornamentik och dåligt efterarbete. LHUM 12359

Holkyxa LUHM-12359 (fig 34) är hittad i Skivarp och är troligen från period III. Den har kraftigt gjutskägga på flera ställen vilket tyder på dåligt efterarbete. Man har inte heller lyckats gjuta en rak egg. Det kan också vara så att eggen är sned för att man har kallhamrat den och inte lyckats få den rak eller på att man har slipat om eggen. Ornamentiken på denna holkyxa är sned och taffligt gjord. Dessutom verkar det som om passformen på formen är dålig. Det finns klara spår efter användning på yxans egg.

Holkyxa LUHM-18886 (fig 35) är ett lösfynd och det finns inga rapporter om var den är hittad. Den bör dateras till period VI och har klara spår efter användning, hack i eggen till exempel. Det verkar vara en bra gjutning, men det är svårt att säga med säkerhet. En lustig anmärkning är att örat på yxan är borta och det ser ut som om det har tagits bort med flit. Antingen har örat misslyckats i gjutningen och man har valt att slipa bort de rester som var av örat eller så har örat gått sönder under användning och man har valt att slipa bort örat och fortsätta använda yxan.



FIG 35 Holkyxa med bortfilat öra. LHUM 18886



FIG 36 Använd holkyxa med två gjutfel. Dock bara ett synligt på bilden. LHUM 27085

Holkyxa LUHM-27085 (fig 36) är upphittad i Löddeköpinge bör med största sannolikhet dateras till period II-III. Den är mycket enkelt utformad och fyrkantig. Den verkar vara väl använd och eggen ser ut att ha blivit omslipad. Där finns dock två gjutfel på yxan, ett hål på vardera sidan av holkyxans gavlar.

Holkyxa LUHM-14310 (fig 37) är hittad i Östra Grevie och är från period VI. Den är välgjord med bra efterarbete och den har spår efter användning. Den är väldigt enkel i formen och har ingen ornamentik.



FIG 37 Bra tillverkad holkyxa. LHUM 14310



FIG 38 Holkyxa som är väl efterarbetad och med jämn och fin ornamentik. LHUM 8933

Holkyxa LUHM-8933 (fig 38) är hittad i trakten kring Ystad och är troligtvis från period VI. Den är liten och mycket välgjord. Ornamentiken är jämn både i mönstret och i höjd vilket är ovanligt har jag märkt i mina studier av holkyxor. Dessutom är yxan väldigt bra efterarbetad. Sömmarna syns nästan inte alls och örät har bearbetats till en jämn fin form.

Holkyxa LUHM 28240:2 (fig 39) är funnen i ett depåfynd från Ivö. I depån fanns ytterligare en holkyxa och en del bronsfragment. Yxorna bör dateras till period VI. När denna yxa gjöts misslyckades örät. Den har hamnat i en depå, kanske för att gjutas om vid ett senare tillfälle. Yxan har inga synliga spår av användning men är enkelt utsmyckad.



FIG 39 Holkyxa med misslyckat gjutet öra. LHUM 28240:2





FIG 40 Holkyxa med två hål som ser ut att vara medvetet gjorda efter gjutning. LHUM 25483

Holkyxa LUHM 25483 (fig 40) är funnen i Södra Åkarp och är mycket enkelt gjord. Den har ingen ornamentik alls, inte heller har den något öra. Däremot har den två hål i överdelen av yxkroppen, ett på var sida om holken. Dessa hål ser ut att vara medvetet gjorda efter gjutning, dock syns spår av korrosion i dem, det är därför troligt att de har varit helt runda från början och att det är korrosionen som har gjort att de har öppnat sig.

Holkyxa LUHM 20138 (fig 41) är funnen i Löderup och är en intressant artefakt. Det verkar som man har försökt dela yxan. Den verkar vara uppvärmd och bankad på för att försöka dela den i mindre bitar. Man har också lyckats ta bort en större bit av holken.

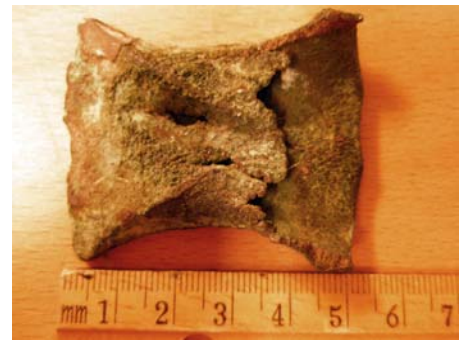


FIG 41 Holkyxa som ser ut att värmts upp för att kunna delas. Man har också fått av avsedd bit. LHUM 20138

## 6.2 Sammanfattning holkyxor

I det urval som jag har presenterat ovan kan man se att dessa föremål inte har tillverkats med noggrannhet och i många fall har man inte brytt sig om huruvida gjutningarna har varit helt lyckade eller inte. Man har inte heller brytt sig om att göra ett ordentligt efterarbete i många fall, utan man har gjort yxan funktionell och sedan använt den. I vissa fall ser man också att formen inte är ordentligt slipad, utan man ser spår efter hack i formen. Bedömningen grundar jag på mina egna gjutförsök där jag inte lyckades få min täljstensform helt slät och fick exakt samma typ av spår på mina gjutningar (fig 42). Örat som bör ha varit till för att fästa yxan i trähandtaget är ofta borta eller felgjutna, i många fall kan man se att man medvetet har slipat bort örat (fig 43). Kanske har det varit så att örat helt enkelt har gått sönder, men man har ansett att yxan har varit funktionell ändå. De flesta av dessa holkyxor bör ha varit gjorda i stenform. De är alla enkelt gjorda och om de har ornamentik är den kantig och inte rund. Det är ganska enkelt att göra saker kantiga i en stenform men vill man till exempel göra rund ornamentik bör man använda sig av förlorad vaxteknik. Man har också funnit ganska många stenformar till holkyxor varav sex stycken finns på LUHM (fig 10).



FIG 42 Tenngjutning med spår efter stenformen.



FIG 43 Holkyxa med bortfilat öra. LHUM 18886



FIG 46 Svampformad dubbelknapp. LHUM 28006

### 6.3 Dubbelknappar

Även när det gäller dubbelknapparna har jag valt ut tio stycken som jag anser är representativa för hela min undersökningsgrupp. Dessa tio kommer att presenteras nedan.

Dubbelknapp LUHM 28006 (fig 46) är ett gravfynd från Östra Vemmerlöv, den bör dateras till period V. Den är i ganska bra skick även om den är något korrugerad. Dubbelknappen har ett stort svampformat huvud och en smal kropp. Både huvudet och basen är väldigt tunna.

Dubbelknapp LUHM 28006:7 (fig 47) är funnen i samma grav som föregående, den bör också dateras till period V. Den är dock av en helt annan typ än den förra. Dubbelknappen har ett platt, stort runt huvud och en smal kropp. Basen är mycket mindre än på den förra. Dessutom har den ornamentik av cirkelkaraktär.



FIG 47 Dubbelknapp med cirkelornamentik. LHUM 28006:7



FIG 48 Dubbelknapp med spröt. LHUM 22926

Dubbelknapp LUHM 22926 (fig 48) är också ett gravfynd från Östra Vemmerlöv, dock inte från samma grav som de två tidigare, den bör dateras till period II. Dubbelknappen är välbehållen även om det finns spår av korrosion på den. Den är tutulusliknade med cirkelornamentik. Sprötet har ett litet huvud på sig.

Dubbelknapp LUHM 12650 (fig 49) är ett gravfynd från Fjälkinge, den bör dateras till period V. Den har en stor svampformad hatt, tjock kropp och en mindre bas. Hattens gods är mycket tunt och ändå är dubbelknappen mycket välbevarad om än något missformad. Den är helt utan ornamentik.



FIG 49 Svampformad dubbelknapp med tjock kropp. LHUM 12650



FIG 50 Dubbelknapp med enkel form, men med cirkelornamentik. LHUM 28746:2

Dubbelknapp LUHM 28746:2 (fig 50) är ett gravfynd från Fjälkestad, denna dubbelknapp är förmodligen från period IV. Dubbelknappen är enkelt utformad i jämförelse med de andra dubbelknapparna ovan. Den har i princip ett lika stort huvud som bas och en ganska tjock kropp. Huvudet har cirkelornamentik.

Dubbelknapp LUHM 22875 (fig 51) är enligt registret ett gravfynd och det presenteras tillsammans med tre armringar, ett bronsbleck och en ring, dubbelknappen bör dateras till period IV. Dock framgår det inte var graven har funnits innan den grävdes ut. Det är möjligt att en eventuell grävrapport skulle kunna ge det svaret. Detta fynd är dock infört i början av 1900-talet och med största sannolikhet utgrävt i slutet på 1800-talet så det är inte säkert att det finns någon rapport. Jag ansåg det inte vara viktigt för min undersökning så därför beslöt jag mig för att inte lägga ner tid på att leta efter en rapport som kanske inte finns. Dubbelknappen har ett platt, tunt huvud med cirkelornamentik. Kroppen är tjock och basen är förmodligen platt, den är dock lite missformad.



FIG 51 Dubbelknapp med stor hatt och kort kropp. LHUM 22875



FIG 52 Dubbelknapp med väldigt stor hatt och kort kropp. LHUM 22881

Dubbelknapp LUHM 22881 (fig 52) är också ett gravfynd, den är förmodligen från period V. Det är dock här samma sak som med LUHM 22875; det finns ingen plats för fyndet registrerat. Dubbelknappen har ett mycket stort huvud i jämförelse med andra dubbelknappar jag har tittat på. Huvudet har även cirkelornamentik. Även basen är större än på andra dubbelknappar. Dubbelknappen är mycket kort, bara ca 8 mm lång.

Dubbelknapp LUHM 20559:F (fig 53) är funnen i en grav vid monumentet i Lund, den är förmodligen från period V. Den har en mycket stor svampformad hatt, 2 cm, medan hela dubbelknappens längd är bara 1,7 cm lång. Hatten är alltså större än vad dubbelknappen är lång. Den har en mycket fin ornamentik på hatten, cirkelornamentik med väldigt många och smala cirklar och med snörornamentik på vissa av cirklarna.



FIG 53 Dubbelknapp med komplicerad ornamentik. LHUM 20559:F



FIG 54 Dubbelknapp med spröt och komplicerad ornamentik. LHUM 20559:G

Dubbelknapp LUHM 20559:G (fig 54) är funnen i samma grav som ovanstående fynd. Denna dubbelknapp är dock av en helt annan typ och bör dateras till period III. Den är tutilusformad med cirkelornamentik på spjutet och en ganska stor knapp på toppen av spjutet. Ornamentiken på hatten är väldigt speciell. Det är fyra olika figurer som också verkar vara färgade vita på något sätt.

Dubbelknapp LUHM 23013:1 (fig 55) är ett gravfynd från Skivarp, den bör dateras till period IV-V. Den har en enkel form med platt huvud och platt fyrkantig bas. Dock har den en mycket fin cirkelornamentik som är djupare än andra jag har sett.



FIG 55 Enkel dubbelknapp med cirkelornamentik och fyrkantig fot. LHUM 23013:1

#### 6.4 Sammanfattning dubbelknappar

I princip alla dubbelknappar som finns på LUHM är funna i gravar. De är mycket olika i formerna även om det givetvis finns de som liknar varandra och till och med de som verkar vara dubletter, har jag inte kunnat belägga att de skulle vara gjutna i samma form. Det finns de som har en enkel form och med det menar jag att det skulle vara ganska enkelt att gjuta dem med förlorad vaxteknik med lite erfarenhet (fig 56). Dock är även de som har enkel form mycket välgjorda och har inga som helst spår av efterarbete eller gjutfel. Det finns även exempel på de som har vad jag kallar för enkel form men som har en komplicerad ornamentik.

Denna ornamentik kan i de flesta fall fastställas vara gjuten och därför ökar svårighetsgraden väsentligt. Vissa dubbelknappar är dock de direkta motsatserna, de har en mycket svår form men helt utan ornamentik. Med en mycket svår form menar jag inte nödvändigtvis att det är vaxformen som är det svåra att göra utan det kan vara gjutningen. Jag menar att till exempel de dubbelknappar som har ett stort, tunt och svampformat huvud är väldigt svåra att gjuta (fig 57).



FIG 57 Exempel på komplicerad form. LHUM 22863

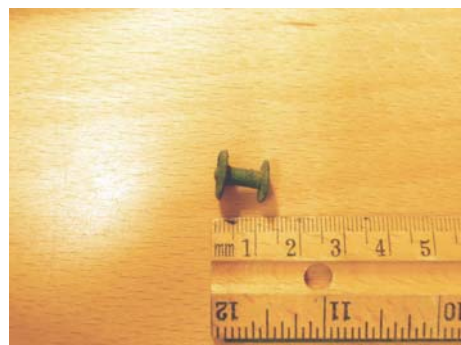


FIG 56 Ett exempel på enkel form att tillverka. LHUM 28746

## 6.5 Avsatsyxor

Avsatsyxan LUHM 27538 (fig 44) är funnen i St Olof och bör dateras till period II. Denna yxa är mycket välanvänd med tydliga spår på eggen. Den är enkelt gjord och det finns tydliga spår efter formen i framförallt orneringen. Orneringen är mycket ojämn och dåligt gjord. Däremot verkar man gjort ett gediget efterarbete.



FIG 44 Välanvänd avsatsyxa med väldigt dålig ornamentik och med väldigt tydliga spår efter stenform. LHUM 27538



FIG 45 Avsatsyxa med väldigt komplicerad ornamentik. LHUM 3381

Avsatsyxan LUHM 3381 (fig 45) är funnen i Östra Vemmerlov och bör dateras till period II. Denna yxa är tyvärr i ganska dåligt skick. Dock kan man se att den har varit rikt ornerad, formen på avsatsyxan är lite speciell och den är med största sannolikhet tillverkad med förlorad vaxteknik då orneringen verkar vara gjuten och inte ditsatt i efterhand.

## 6.6 Sammanfattning avsatsyxor

Jag ville med dessa två artefakter visa kontrasten mellan två föremål av samma typ från samma period. Jag tror inte att den första avsatsyxan är gjord av en specialist. Den är taffligt utformad, ornamentiken ser mycket slarvig ut och där finns mycket tydliga spår på yxan efter en dåligt gjord form. Den andra yxan är däremot ett praktföremål, utan tvekan tillverkat av en specialist. Att gjuta denna typ av yxor med så fin ornamentik är enligt mina erfarenheter svårt. Tyvärr är yxan hårt ärgad på många ställen så det går inte att se om den har varit använd eller inte. Men jag tror inte att man kan klassa detta föremål som ett bruksföremål. Yxan har säkert använts som statusföremål, som ceremoniyxa eller liknande, inte till att hugga ved.

## 6.7 Bälteskuper

Bälteskupa LUHM 25601:1 (fig 58, 60) är funnen i en depå tillsammans med en tutilus och en fibula i Brännestad. Den bör dateras till period V-VI. Detta föremål är rikt ornerat, dessutom har det en komplicerad form. Man har lagt ner mycket tid på detta föremål, knappen; på baksidan som när man har burit bälteskupan inte bör ha syns, är ornerad.



FIG 58 Bälteskupa med väldigt fin ornamentik och komplicerad topp. LHUM 25601:1

Bälteskupa LUHM 2887 (fig 59) är ett gravfynd från Stora Köpinge, den bör dateras till period VI. Även detta föremål är rikt ornerat och har en komplicerad form. Den är dock inte riktigt av samma typ som ovanstående föremål. Men att man har lagt ner mycket tid på föremålet råder det inget tvivel om. På denna bälteskupa är dock inte knappen på baksidan utsmyckad på något sätt.



FIG 59 Bälteskupa med väldigt fin ornamentik och komplicerad topp. LHUM 2887

### 6.8 Sammanfattning bälteskuper

Jag vill med dessa föremål visa på vad jag anser vara lyxföremål av mycket hög klass. Att gjuta ett föremål av den här typen är mycket svårt. Faktum är att jag inte riktigt kan räkna ut hur man har gjort för att gjuta dem. Ornamentiken är riklig och i många fall kan man fastställa att den har tillkommit i samband med gjutningen, i andra fall är det lite mer svårbedömt. Att man har bemödat sig att sätta ornamentik på knappens baksida på en av bälteskuporna (fig 60) tycker jag talar sitt tydliga språk. Dessa föremål var statusföremål som var få förunnat att äga och det har krävts mycket stor kunskap och erfarenhet för att tillverka dem.



FIG 60 Ornamentik på knappen. LHUM 25601:1

### 6.9 Diskussion om artefakterna

Den här delen av undersökningen visar att det är stor skillnad på hur noggrann man har varit vid tillverkningen av olika artefakter.

Holkyxorna är i många fall slarvigt gjorda och har inte efterarbetats med den omsorg som man kanske kan förvänta sig av en specialiserad hantverkare. Många av holkyxorna har dessutom skador som har eller kan ha uppkommit vid gjutning. Vissa öron fattas, det finns hål i holken eftersom bronset inte riktigt har fyllt formen vid gjutningen. Man har valt att använda föremålet i alla fall, holkyxan har varit fullt funktionell även om den har haft ett litet hål i kroppen. När det gäller öronen på holkyxorna har de tolkats som en konstruktion för att med en lädertråd binda fast yxan i skaftet. I många fall har man fortsatt använda yxan trots att örat har gått sönder eller blivit misslyckat i gjutningen. I ett fall (LUHM-18886) ser man tydligt att örat har slipats bort efter gjutning. Detta tolkar jag som att örat blivit misslyckat i gjutningen och för att försköna yxan eller kanske troligare för att man ska undvika att riva sig på de utstickande örondelarna har man valt att slipa ner dem. LUHM-12359 har en väldigt sned egg. Jag tolkar det som att man har slipat om eggen, antingen efter en skada, till exempel att man råkat hugga i sten, eller efter vanlig förslitning. Denna yxa har en tafflig ornamentering och kan enligt mig inte ha tillverkats av en specialist.

LUHM 20138 är en intressant artefakt på många sätt. Tyvärr vet vi inte i vilken kontext den är funnen. Den verkar ha blivit uppvärmd för att kunna dela upp den i mindre delar, detta förmodligen för att den nya gjutningen som skulle göras inte krävde en större bit än den som saknas. Kan det vara ett gårdshantverk vi kan se spår efter här? Det kommer vi inte att få reda på utan att känna till kontexten i vilken den är funnen.

På många av yxorna ser man tydliga spår efter stenformen den är gjuten i. I vissa fall är det hack av samma typ som jag fick vid mitt eget experiment med gjutning i stenform. Jag lyckades inte få formens botten helt slät med de medel som jag hade att tillgå och



FIG 32 Holkyxa med skarp egg och med spår efter stenform. LHUM 14082

det så stor kvalitetsskillnad bland dessa yxor? Jag tror att vi ser spår efter gårdshantverk på vissa av dessa föremål, dock har givetvis inte alla tillverkats av oerfarna gjutare, vissa av yxorna har tillverkats av specialister.

Avsatsyxorna visar att det finns olika kvalitetsnivåer bland på samma typ av föremål. Den första avsatsyxan är utan tvekan inte tillverkad av en specialist. Jag har mycket svårt att tänka mig att en specialist skulle godkänna den slutprodukten. Ornamentiken är olika stor och olika djup på de båda sidorna, dessutom ser vi tydliga spår efter en dåligt tillverkad form. Det finns inga gjutfel på yxan och den har efterarbetats väl. Frågan är om den har tillverkats i stenform. Inga sådana formar har hittats, vilket inte innebär att de inte har funnits. Jag tror utefter spåren i ornamentiken att den har tillverkats i stenform. Den andra avsatsyxan jag presenterar är dess raka motsat. Den är välgjord med en annorlunda form och den är rikt utsmyckad med spiralornamentik. Tyvärr är den i ganska dåligt skick och det är därför omöjligt att avgöra om den har använts eller inte. Jag har dock svårt att se att man har fällt träd med denna yxa. Jag tror att det har varit ett statusföremål. Det har krävts hög hantverksskicklighet för att tillverka åtminstone formen, men även gjutningen är ganska svår med tanke på ornamentiken. Denna yxa är enligt min erfarenhet med största sannolikhet tillverkad med förlorad vaxteknik. Detta grundar jag främst på att ornamentiken som fortfarande syns verkar vara tillverkad i gjutningen och inte i ett efterarbete och det är omöjligt att göra en stenform med den typen av ornamentik.



FIG 34 Holkyxa med dålig ornamentik och med dåligt efterarbete. LHUM 12359

Dubbelknapparna är mycket lättare att analysera utifrån de frågor som jag ställt till materialet. Alla dubbelknapparna har hittats i gravar och är tydliga lyxföremål även om de förmodligen inte hade samma status som till exempel en bälteskupa. Ingen av dubbelknapparna visar spår av efterarbete. Det eventuella efterarbetet har genomförts så skickligt att man inte kan se några spår efter det. Det finns inte heller på någon av dubbelknapparna några som helst spår av misslyckade gjutningar. Här har man brytt sig om hur föremålen har sett ut och om någon

gjutning misslyckats har man gjutit om föremålet. Dessa föremål tror jag har tillverkats av specialister. Dessa specialister var inte bara duktiga gjutare utan även duktiga ornerare. Det behöver visserligen inte röra sig om samma person, men klart är att man i de flesta fall har gjutit ornamentiken och inte gjort den i efterhand. I andra fall är det svårt att avgöra om ornamentiken har gjutits eller har gjorts i efterhand.

Svårighetsgraden på gjutningarna varierar från dubbelknapp till dubbelknapp. Vissa dubbelknappar kan nog anses vara ganska lätta att gjuta, men har en komplicerad ornamentik som i hög grad försvårar gjutningen (till exempel LUHM 22926), medan andra (till exempel LUHM 28006) enligt mig är väldigt svåra att gjuta trots sin avsaknad av ornamentik. Frågan är vilket av föremålen som projicerade högst status hos bäraren. Det med fin ornamentik eller det som var svårt att tillverka? Det kan också visa att gjutaren och formskaparen/orneraren var två olika typer av specialister. I fallen med helt oornierade dubbelknappar kan det ha varit gjutaren själv som har gjort formen medan det i andra fall kan ha varit en formspecialist som har tillverkat formen medan gjutaren bara gjöt föremålet. I andra fall kan de båda hantverken ha gjorts av en och samma person. Det är utifrån detta material mycket svårt att svara på.

Bälteskuporna har jag med för att visa ett par artefakter som utan något som helst tvivel är tillverkade av specialister. Dessa föremål är mycket komplicerade att tillverka och jag har inte lyckats räkna ut hur de är gjorda. De bör dock vara tillverkade i förlorad vaxteknik. Formen är mycket komplicerad med tanke på det tunna godset. Åtminstone en del av ornamentiken är tillkommen i gjutögonblicket medan annat skulle kunna vara ditsatt i efterhand, det är dock svårt att säga.

## 7. Sammanfattande diskussion

Syftet med den här uppsatsen har varit att genom artefaktstudier och experimentell arkeologi försöka avgöra om det har förekommit gårdshantverk av samma typ som man ser senare i historien. Jag har också försökt fastställa om man under bronsåldern har kunnat framställa föremål på en preindustriell nivå så som föreslås av bland annat Eva Weiler.<sup>63</sup> Jag har också försökt hitta nyckelmoment i bronsgjutningsprocessen för att kunna avgöra vad som är svårt med hantverket och vad som skulle kunna göras av en mindre erfaren gjutare. De frågor som jag ställde till materialet var:

1. Kan det ha förekommit gårdshantverk under bronsåldern, det vill säga att det inte enbart var specialister som gjorde föremål i brons utan att man framställde bruksföremål efter behov på den enskilda gården eller i byn? Och i så fall var går gränsen för vad en ickespecialist klarar av?

Vad är det som är svårt med bronsgjutning? Vilka moment i tillverkningen av bronsföremål är de kritiska och vilka metoder är lätta respektive svåra?

2. Har man haft möjligheten att framställa föremål på preindustriell nivå? Det vill säga kunde man med den tidens teknik, framställa många föremål av samma typ på kort tid utan större ansträngning?

---

<sup>63</sup> Se Weiler, E "Metal standard during the bronze age." *Lund archaeological review* 2 Lund 1996



## 7.1 Experimenten

Jag genomförde två experiment, det första med gjutning i stenform och det andra med gjutning med förlorad vaxteknik. För det första experimentet ställde jag följande frågor:

1. Är det värt arbetsinsatsen att göra formar i täljsten?
2. Kan man göra många gjutningar i en täljstenform utan att den tappar detaljerna?
3. Hur lång tid tar det att göra en gjutning och hur många gjutningar kan man göra på en dag?

Jag hade ingen annan erfarenhet av bronsgjutning än den jag hade fått från litteraturen när jag påbörjade experimentet. Jag var med andra ord en mycket oerfaren gjutare. Mina resultat var entydiga. Trots min oerfarenhet som bronsgjutare lyckades minst var tredje gjutning och jag gjorde i genomsnitt tio gjutningar per dag. Om jag hade haft något mer erfarenhet och en medhjälpare skulle jag med lätthet kunna dubbla antalet gjutningar per dag. Det tar ca 15 minuter per gjutning och formen är redo att använda för nya gjutningar bara ett par minuter efter att man hållt brons i den. Om man hade haft två härdar igång med två man vid varje härd skulle man i teorin kunna 64 gjutningar i formen på ett åttatimmars pass. Själv gjorde jag sammanlagt ca 50 gjutningar i formen och det var ingen synlig skillnad på den första och den sista gjutningen vilket får mig att dra slutsatsen att man kan göra ett avsevärt antal gjutningar i en form av täljsten. Bara det antal jag gjorde är helt klart värt arbetsinsatsen att göra formen då det bara tog mig några timmar att göra den. Det visar också att Weilers antagande att en stenform bara håller för ca 50 gjutningar är helt felaktig. Jag tror att man kan göra minst det dubbla. Mer komplicerade formar tar givetvis längre tid att göra men det skulle ändå vara värt arbetsinsatsen att göra formen med tanke på hur många gjutningar man kan göra i den.

Syftet med mitt andra experiment var att testa förlorad vaxteknik för att om möjligt kunna fastställa om det är möjligt för en oerfaren gjutare att använda sig av denna teknik. Mina frågor var följande:

1. Kan man gjuta med förlorad vaxteknik utan att ha specialkunskap om gjutning?
2. Var går gränsen för vad en ickespecialist kan göra med förlorad vaxteknik?
3. Vilket är de kritiska momenten när man gjuter med förlorad vaxteknik?

När detta experiment genomfördes hade jag av naturliga skäl något mer erfarenhet av bronsgjutning än vid det första experimentet. Även om jag hade någon erfarenhet så var det en helt ny teknik jag skulle lära mig att hantera. Själva gjutningen, det vill säga att smälta och hålla det smälta bronset i formen, var densamma som vid experiment ett. Det var att tillverka fungerande formar som var det stora problemet för mig.

Man kan gjuta i förlorad vaxteknik utan någon större erfarenhet. Frågan är dock om man har kunnat göra formar utan någon eller ringa erfarenhet. De enda gjutningar som fungerade för mig var av den typen att de skulle kunna göras i stenform. Varför göra något mycket svårare än man behöver? Att göra en form i förlorad vaxteknik kräver att man känner till hur dessa formar fungerar och hur leran i formarna reagerar. Man måste känna till olika magringsmetoder och man måste veta hur bronset rör sig i formen när man gjuter. Har man god kunskap om allt detta kan man inte kallas en oerfaren hantverkare. Att gjuta med förlorad vaxteknik är ganska oförlåtande. Misslyckas gjutningen måste man börja om från början. Man måste tillverka en ny form, låta den torka i minst tre dagar och sen bränna den i en eld. Men

om man har haft en specialist att göra formen, så skulle en oerfaren gjutare kunna utföra själva gjutningen utan större problem. De kritiska momenten när man använder denna teknik är utan tvekan när man tillverkar formen. Den måste bli perfekt annars kommer gjutningen att bli misslyckad. Det är viktigt när man gör mer komplicerade föremål att ha koll på var luften som finns i formen försvinner ut när man gjuter. Därför måste man göra luftkanaler och dessa luftkanaler måste vara placerade på rätt ställe. I mindre komplicerade formar kan det räcka med att man magrar med organiskt material såsom djurhår eller gräs. Det organiska materialet försvinner när man bränner formen och mikroluftkanaler bildas i formen. Om man gör så pass okomplicerade föremål att man inte behöver luftkanaler så är det min åsikt att man lika gärna kan använda stenform eller öppen form för att tillverka dem.

Ett bonusresultat som är värt att nämna var att jag upptäckte att det genom uppvärmning är mycket lätt att dela upp en bit brons i mindre delar. Man kan i princip bestämma hur stor bit man vill ha och med minimal ansträngning värma upp en större bit för att få ut den mindre som man är ute efter.

## 7.2 Artefaktstudierna

Mina artefaktstudier gick främst ut på att försöka identifiera föremål som inte var gjorda av en specialist. Detta gjorde jag främst genom att leta efter gjutfel och dåligt efterarbete. Jag försökte också se om föremålet hade varit använt eller inte och i vilken typ av form den var tillverkad. De föremål jag främst tittade på var holkyxor och dubbelknappar, men även ett par avsatsyxor och bälteskupon analyserades som jämförande material till mitt huvudmaterial.

Jag fick redan på ett tidigt stadium i min undersökning klart för mig att det var stor skillnad på kvalitén mellan olika artefakter av samma typ. Framförallt gällde detta holkyxorna och avsatsyxorna. Jag fann väldigt slarvigt tillverkade yxor men också mycket välgjorda och välornerade yxor. På framförallt holkyxorna kunde man ofta se gjutfel, stora hål i holken och att öronen saknades, var dåligt gjutna eller var nedslipade. Det var också tydligt att efterarbetet inte ansågs viktigt på denna typ av föremål. Man finner tydliga skarvar på framförallt många av holkyxorna. På de holkyxor som har ornamentik är den ofta ojämn och dåligt gjord. På många av de dåligt gjorda föremålen kan man se tydliga spår av användning. Detta kan enligt mig bara tolkas på ett sett. Man har inte brytt sig om hur ett bruksföremål har sätt ut så länge det har varit funktionellt. En specialist hade inte släppt iväg ett föremål med väldigt dålig ornamentik eller med gjutfel. Därför drar jag slutsatsen att gårdshantverk har förekommit under bronsåldern åtminstone under period II-VI. Jag menar dock inte att alla holkyxor till exempel har blivit tillverkade av gårdshantverkare men en stor del av de holkyxor jag har tittat kan ha gjort det.

Ett av de tydligaste exemplen på gårdshantverk kontra specialisthantverk är de två avsatsyxor som undersöktes. Den första är mycket taffligt gjord med en ornamentik som är ojämn och olika djup. Den har använts flitigt och man har uppenbarligen inte brytt sig om utseendet, bara funktionaliteten. Den andra avsatsyxan är smäcker och den har väldigt avancerad ornamentik. Tyvärr är den så sliten att man inte kan se några spår efter användning, men det är tydligt att den har tillverkats av en specialist.

På dubbelknapparna ser jag något annat, nämligen spår av en specialiserad hantverkskår. På dessa föremål ser man aldrig några fel av något slag, ornamentiken är välgjord och många av dem är väldigt svåra att tillverka. De dubbelknappar jag har tittat på är med ett undantag hittade i gravar vilket tyder på att man har ansett att dessa dubbelknappar har varit värda att ta med i livet efter detta. Inte alla dubbelknappar är ornerade, på en del av de svampformade dubbelknappar som förekommer under framförallt period V finns det ingen ornamentik. De är däremot enligt mig mycket svåra att tillverka på grund av det tunna godset och den

komplikerade formen. Förmodligen har man varit medveten om den höga svårighetsgraden i tillverkningen och därför har föremålet inte behövt ha ornamentik för att projicera hög status.

De bälteskupor jag tittat på visar en mycket hög hantverksskicklighet. De som har gjort dessa föremål var specialiserade på en mycket hög nivå. Att tillverka ett sådant föremål måste vara väldigt invecklat. Ornamentiken på bälteskuporna är väldigt välgjord och de är väldigt väl efterbearbetade. De här föremålen borde ha gett en väldigt hög status och förmodligen var de hantverkare som kunde göra dessa föremål högt aktade.

## 8. Slutsatser och resultat

Att lära sig gjuta i brons och göra enklare föremål är inte särskilt svårt, det är jag levande bevis för. Om man har kunskap om hur man tändar och underhåller en eld, hur man med flinta täljer i sten, och hur man gör en degel av lera kan man lära sig detta. Just dessa kunskaper tror jag att alla människor hade under bronsåldern. Jag tror att bönder, förutsatt att de hade tillgång



FIG 3 Kopia i gips på en stenform som gör flera skärar i en och samma gjutning. LHUM 3360

till brons, kunde göra egna föremål av enklare typ som till exempel holkyxor, avsatsyxor och skärar. När föremålet gick sönder så gjöt man bara om det i samma form. En täljstenform håller i minst 50 gjutningar som jag visade i mitt första experiment. Nyckeln till att få bra gjutningar är att göra en bra form. Om formen är bra så lyckas gjutningarna i större utsträckning. För att göra bra formar även i sten så krävs att man har viss kunskap om hur bronset rör sig i formen och hur luften försöker komma ut ur formen. De enklare formerna kan man göra utan att vara specialist, återigen är jag själv ett levande exempel på detta.

Men för att göra mer komplicerade formar bör man ha mer kunskap än vad jag har. Däremot föreställer jag mig att det inte är svårare att gjuta i en välgjord stenform, därför kan man tänka sig att det fanns specialiserade formmakare som sålde sina formar till mindre erfarna bronsgjutare. Om man på en gård eller i en by hade en form för till exempel en avsatsyxa skulle den förmodligen räcka i en eller ett par generationer.

Vad gäller förlorad vaxteknik så tror jag inte att man på gårdsnivå skulle göra den typen av gjutningar. Främst för att det man tillverkar med förlorad vaxteknik primärt är föremål som inte kan klassas som bruksföremål. Jag tror att gårdshantverk har varit styrt av behov och ingen behöver en bälteskupa. Visserligen har man framställt bruksföremål som holkyxor med förlorad vaxteknik, det vet vi eftersom formdelar har hittats vid utgrävningar. Men det är troligare att dessa holkyxor har tillverkats vid större gjutplatser. Att gjuta i förlorad vaxteknik är om man går igenom hela processen mycket svårare än att gjuta i stenform. Det finns många fler saker som kan gå fel och processen är mycket längre. Bara formen tar minst tre dagar att göra och om något skulle gå fel så måste hela processen göras om, man kan bara göra en gjutning om man använder sig av förlorad vaxteknik. Därför tror jag det är högst troligt att man på gårdsnivå inte använde sig av denna teknik. De som använde sig av förlorad vaxteknik hade möjlighet att lägga ner mycket tid på gjutformarna och hade mycket kunskap, det vill säga en heltidsarbetande specialist.

Det har under bronsåldern varit tekniskt möjligt att framställa föremål på en industriell nivå. Mina experiment visar att en form gjord av täljsten håller för otaliga gjutningar, minst 50 stycken men förmodligen minst 100. Fynd från större gjutplatser visar att man har varit väldigt aktiva och förmodligen har man på dessa platser tillverkat en mängd föremål. Det finns också stenformar som visar att man har haft intentionen att tillverka en mängd föremål på kort tid. Dessa formar är nästan uteslutande för skärar men finns också för yxor. Med erfarenhet från mina experiment drar jag slutsatsen att man med en form som gör fyra skärar så som ses i fig 3, och tillräckligt med material kan tillverka 128 skärar på en tiotimmars



FIG 61 Halskrage och tutilus.

dag om man är två man som jobbar. Dessa gjutplatser har förmodligen (så som Olausson visar i sin modell för neolitiska flintdolkshanverkare) varit en plats där man har tillverkat många föremål av en eller ett fåtal typer utifrån en standard, man har velat tillverka bra föremål snabbt, inte praktföremål så som bälteskupor eller halskragar (fig 61). Som Bodin visar finns det flera olika typer av gjutplatser, från små till väldigt

stora. Det verkar dock inte vara helt utrett huruvida det har handlat om masstillverkning av ett fåtal föremålstyper på de större och om de mindre har varit använda av specialister eller inte. Och frågan är om man alls kan hitta en gjutplats som bara har använts till gjutning ett 20-tal gånger under ett stort antal år.

## 9. Utblickar

Jag skulle i framtiden vilja fortsätta på detta tema och undersöka hur länge en holkyxa håller om man använder den i vanligt dagligt arbete. Man skulle också undersöka huruvida man kan upptäcka en gjutplats som bara har använts ett fåtal gånger under ett antal år. Detta skulle vara intressant att veta för att kunna identifiera amatör-gjutplatser. Ett större projekt som borde göras är en teknisk typologi. Om man skulle kunna göra en teknisk typologi, det vill säga kunna identifiera ett föremål utifrån vilken teknik den är tillverkad i och vilken grad av skicklighet hantverkaren hade så skulle man kunna få en större förståelse för bronsålderns samhälle. Artefakterna är en stor källa till kunskap om bronsåldern och därför är det viktigt att vi förstår dem och läser dem på rätt sätt.

## 10. Sammanfattning

Har bronsantverk under bronsålder varit tillgängligt uteslutande för specialister eller har det förekommit bronsantverk på lägre nivå, som till exempel gårdshantverk? Jag har i denna uppsats undersökt detta. Genom experiment och artefaktanalyser har jag försökt hitta spår efter amatörhantverk kontra specialisthantverk. Jag genomförde två experiment. I det första gjöt jag brons i stenform, detta visade sig vara mycket lättare än jag trodde. Jag hade när experimentet började inga praktiska kunskaper alls om bronsgjutning, men jag lyckades med mer än hälften av mina gjutningar och jag lyckades dessutom göra väldigt många på kort tid. I det andra experimentet använde jag mig förlorad vaxteknik. Detta visade sig vara mycket svårare, men med lite mer erfarenhet och kunskap om materialet så skulle jag lyckas med enklare gjutningar i denna teknik.

I artefaktanalyserna tittade jag främst på holkyxor och dubbelknappar. På holkyxorna kan man i många fall se gjutfel. Detta har man inte brytt sig om utan använt föremålet i alla fall. Man kan också på många holkyxor se spår av stenform och dåligt gjord ornamentik. I ett fåtal fall kan man se att formhalvorna inte legat helt rätt och den färdiga holkyxan har blivit sned.

På dubbelknapparna kan man inte se några fel överhuvudtaget. Dubbelknapparna var visserligen av varierande skicklighetsgrad. Vissa hade mycket fin ornamentik och avancerad form, medan andra hade enklare eller var helt saknade ornamentik och något mindre avancerad form. Alla dubbelknappar bör dock ha tillverkats i förlorad vaxteknik.

Slutsatserna av mina undersökningar blir att det helt klart har varit möjligt för en mindre skicklig bronsgjutare, alltså en ickespecialist att göra bronsföremål av enklare typ, såsom holkyxor. Jag tror att det har förekommit gårdshantverk för att tillverka bruksföremål. Man har haft en stenform och när yxan har gått sönder har man helt sonika gjutit om den. Det är däremot inte sannolikt att man har använt sig av förlorad vaxteknik, enklare föremål kan man som amatör klara av, men de föremålen kan man i stället göra i stenform. Att tillverka saker i stenform är mycket lättare; skulle gjutningen misslyckas kunde man bara smälta om bronset och gjuta om föremålet. I en förlorad vaxform däremot kan man bara göra en gjutning och skulle den misslyckas så får man göra om formen och det tar lång tid då leran i formen måste torka innan man kan bränna den.

Jag tror att man under bronsåldern på gårdsnivå har tillverkat bruksföremål som till exempel skärar och yxor. Detta har jag kunnat se i artefaktmaterialet och jag har visat genom mina experiment att man som helt oerfaren bronsgjutare kan göra enklare föremål. Man bör under bronsåldern dessutom ha haft en tradition av hantverk på gårdarna och i byarna så deras skicklighetsgrad har säkerligen varit något högre än min när jag började gjuta brons.

## Källor & litteraturförteckning

- Bengtsson, L "Försök med kopparframställning" *Forntida Teknik nr 12* 1986
- Bodin, S "Bronshantverkets olika ansikten" *Bronsålder – Människan i en tid av förändring* Lund 1998
- Carlie, L *Brogård – Ett brons- och järnålderskomplex i södra Halland. Dess kronologi och struktur.* Lund 1992
- Excavations at Helgö IX – Finds, Features and Function* Stockholm 1984
- Gillis, C; Olausson, D & Vandkilde, H *Dawn of Europe* Lund 2004
- Grönberg, G *Metaller, smeder och smedfynd från skandinavisk bronsålder – en studie av metalltackor och fragmenterade föremål i depåfynd.* Lund 1995
- Herner, E *Profession med tradition* Lund 1987
- Håkansson, I; Thörn, R & Linde, P *Bildkompendium-Bronsålder* Lund 1999
- Jensen, J *Danmark Oldtid - Stenaldern 13.000-2000 f.kr* Köpenhamn 2001
- Jensen, J *Danmarks oldetid – Bronzealder 2000-500 f.kr* Viborg 2002
- Johansson, T "Bronsgjutare i Mali och Brukina Faso" *Forntida teknik nr12* 1986
- Johansson, T "Från Sveg till Mali" *Forntida teknik nr 12* 1986
- Larsson,M; Segrén, A-K; Andersson, M & Lindström, T "Försök med kopparsmältning" *Forntida teknik nr 12* 1986
- Malmer, M P "Weight systems in the Scandinavian Bronze Age" *Antiquity* 66
- Michailidou, A "Measuring weight and value in bronze age economies in the Aegean and the near east: A discussion on metal axes of no practical use" *Manufacture and measurement : counting, measuring and recording craft items in early Aegean societies* Athen 2001
- Montelius, O *Minnen från vår forntid del 1 Stenåldern och bronsåldern* 1917
- Olausson, D "Craftspecialization as an agent of social power" *Flint and man* Warszawa 1997
- Olausson, D "Talking Axes, Social Daggers" *Form-Function-Context* Lund 2000
- Oldeberg, A *Metallteknik under förhistorisk tid del 1* Lund 1942
- Ramstedt, M *Hantverkaren in på livet* CD-uppsats Lund 1998
- Rowlands M J, "The archaeological interpretation of prehistoric metalworking" *World Archaeology vol.3 nr 2* 1971

Rønne, P "Førsøgsarkæologi og bronzalderens ornamentik" *Eksperimentel Arkæologi studier i teknologi og kultur nr1 1991* Viborg 1991

Skoglund, P *Elden som metafor - bronsgjutning, brandgravskick och skärvsten i bronsets tankevärld*. C-uppsats Uppsala 1996

Sperber, E *Balances, Weights and Weighing, in early medieval Sweden* Stockholm 1996

Theophilus *The various arts: De diversis artibus* översatt av Dodwell, C.R. Oxford 1986

Tylecote, R. F *The early history of metallurgy in Europe* 1987 Harlow

Weiler, E "Metal standard during the bronze age." *Lund archaeological review 2* Lund 1996

### **Internetkällor**

<http://www.lejre-center.dk/BRONZESTOEBNINGENS-TABTE-KUNST.524.0.html> 2007-10-20

<http://www.lejre-center.dk/ET-FORSOEG-I-STOEBEFORMEN.233.0.html> 2007-10-20

<http://www.lejre-center.dk/BRONZESTOEBERFUND-VESTER-DOENSE.231.0.html> 2007-10-20

<http://www.infoartefact.se/semifastabilder/sandana/holkyxa.jpg> 2007-06-06

<http://www.lejre-center.dk/BRONZE.61.0.html> 2007-06-06

<http://freepages.history.rootsweb.com/~catshaman/01dalbergs/Image1791.gif> 2007-06-07

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ca/Solvogn.jpg/300px-Solvogn.jpg> 2007-06-07

[http://www.exeter.gov.uk/timetrail/object\\_images/1\\_15.jpg](http://www.exeter.gov.uk/timetrail/object_images/1_15.jpg) 2007-06-07

<http://www.asatrosamfundet.se/tingsplatssidor/bilder/bronslur.gif> 2007-06-07

<http://www.lejre-center.dk/HVAD-ER-LEJRE.259.0.html> 2007-10-21

<http://www.catshaman.com/s21edda2/02edda2.htm> 2007-10-24

### **Muntliga källor**

Anders Ödman: Om hur tenn bränner bort ur bronset när man smälter det.

P-U Jonson: Om hur man bränner lerformar.

Nina Pettersson: Om gjutning med förlorad vaxteknik och olika magringstyper i lerformarna.

### **Film**

Bronzealderen i stöbeskeen en delfilm i en film från Lejre som heter *Försök i Lejre* 2004

## Bilaga 1: Källa bilder

De bilder som inte nämns här är tagna av författaren.

Fig 1: Källa: Johansson, T "Bronsgjutare i Mali och Brukina Faso" *Forntida teknik nr12* 1986 Sid.23

Fig 2: källa:

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/Oscar\\_Montelius\\_by\\_Emerik\\_Stenberg%2C\\_Ord%26Bild1913.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/Oscar_Montelius_by_Emerik_Stenberg%2C_Ord%26Bild1913.jpg)

Fig 4: Källa: Olausson, D "Talking Axes, Social Daggers" *Form-Function-Context* Lund 2000 Sid. 128

Fig 5: Källa: Bengtsson, L "Försök med kopparframställning" *Forntida Teknik nr 12* 1986 Sid.16

Fig 6: Källa: <http://www.lejre-center.dk/HVAD-ER-LEJRE.259.0.html> 2007-10-21

Fig 7: Källa: <http://freepages.history.rootsweb.com/~catshaman/01dalbergs/Image1791.gif>

Fig 8: Källa: [http://www.exeter.gov.uk/timetrail/object\\_images/1\\_15.jpg](http://www.exeter.gov.uk/timetrail/object_images/1_15.jpg)

Fig 9: Källa: <http://www.asatrosamfundet.se/tingsplatssidor/bilder/bronslur.gif>

Fig 27: Källa: Carlie, L *Brogård – Ett brons- och järnålderskomplex i södra Halland. Dess kronologi och struktur*. Lund 1992 Sid.40

Fig 61: Källa: <http://www.catshaman.com/s21edda2/02edda2.htm>