

Prerada i proizvodnja metala u naselju Mačkovac-Crišnjevi (Nova Gradiška)

Metallverarbeitung und -produktion in der Siedlung Mačkovac-Crišnjevi (Nova Gradiška)

Izvorni znanstveni rad
Prapovijesna arheologija

*Original scientific paper
Prehistoric archaeology*

UDK/UDC 903.42 (497.5 Mačkovac) „6377“
Primljeno/Received: 26. 04. 2006.
Prihvaćeno/Accepted: 11. 09. 2006.

Dr. sc. SNJEŽANA KARAVANIĆ
Institut za arheologiju
Ulica grada Vukovara 68
HR - 10000 Zagreb
snjezana.karavanic@iarh.hr

Mojoj Ivani

U radu se donose rezultati istraživanja prehistorijskog naselja Mačkovac-Crišnjevi, vezani uz proizvodnju metalnih predmeta u tom naselju. Kao dokazi za to navode se sljedeći nalazi: ostava brončanih predmeta sa sirovinom bronce tzv. «pogačama», mogući ostaci kalupa za lijevanje metala, glineni nastavak za pihaljku-sopalj ili pisak, polomljeni brončani predmeti i ognjišta na otvorenom. Početak proizvodnje metala stavlja se u stupanj Br C/D. Pronađeni predmeti stavljaju se u kontekst s drugim sličnim nalazima u regiji (Posavina i sjeverna Hrvatska) i srednjoj Europi.

Ključne riječi: brončano doba, Posavina, Mačkovac-Crišnjevi, metal, kalupi, ostava, ognjište

Für meine Ivana

Im Aufsatz werden die Ergebnisse der Ausgrabung der prähistorischen Siedlung Mačkovac-Crišnjevi, die mit der Produktion von Metallgegenständen in dieser Siedlung zusammenhängen, vorgestellt. Die Metallproduktion wird durch die folgenden Funde belegt: ein Hort von Bronzegegenständen mit Rohmaterial zum Gießen, den so genannten »Gußkuchen«, mögliche Überreste von Metallgussformen, ein Tonaufsatz für ein Blasrohr oder Lufröhrchen, zerbrochene Bronzeartefakte und offene Feuerstellen. Der Beginn der Metallproduktion wird in die Stufe Br C/D datiert. Die gefundenen Artefakte werden mit anderen ähnlichen Funden in der Region (Posavina und Nordkroatien) und Mitteleuropa verglichen.

Schlüsselwörter: Bronzezeit, Posavina, Mačkovac-Crišnjevi, Metall, Gussmodel, Hort, Feuerstelle

UVOD

Osim obilja keramičkih nalaza, koji su omogućili vremensku i kulturnu odredbu nalazišta Mačkovac-Crišnjevi (Vrdoljak, Mihaljević 2000; Karavanić et al. 2002), svojim značajem izdvajaju se i nalazi koji ukazuju na postojanje prerade metala i proizvodnje metalnih predmeta u naselju. O mogućnosti da se u naselju na Crišnjevima odvijala metaloprerađivačka djelatnost izjasnili smo se u objavi ostave (Karavanić, Mihaljević 2001) koja je sadržavala i 12 komada brončanih sirovina tzv. «pogača» (*Gusskuchen*). Ovo je podatak iz knjige inventara Gradskog muzeja Nova Gradiška.¹

1 Velika hvala kolegici Mariji Mihaljević na podatku i višegodišnjoj pomoći u istraživanjima Mačkova.

EINLEITUNG

Neben einer Vielzahl von Keramikfunden, die die zeitliche und kulturelle Bestimmung des Fundortes Mačkovac-Crišnjevi ermöglichten (Vrdoljak, Mihaljević 2000; Karavanić et al. 2002) sind auch diejenigen Funde von großer Bedeutung, die auf die Existenz der Metallverarbeitung und die Produktion von Metallgegenständen in der Siedlung hinweisen. Über eine mögliche metallurgische Tätigkeit in der Siedlung von Crišnjevi äußerten wir uns anlässlich der Veröffentlichung des Hortes (Karavanić, Mihaljević 2001), der auch 12 Stücke von Bronzerohmaterial, die so genannten »Gusskuchen«, umfasste. Diese Angabe stammt aus dem Inventarbuch des Stadtmuseums Nova Gradiška.¹

1 Herzlichen Dank der Kollegin Marija Mihaljević für die Angaben sowie für die jahrelange Unterstützung bei der Erforschung von Mačkovac.

O pretpostavkama i dokazima bavljenja metaloprerađivačkom djelatnošću u naseljima kasnog brončanog doba u sjevernoj Hrvatskoj već se pisalo u arheološkoj literaturi (Vinski-Gasparini 1973; Majnarić-Pandžić 1992; Šimek 1979; Vrdoljak 1992; Vrdoljak, Forenbaher 1995; Karavanić, Mihaljević 2001; Karavanić 2005). Ta istraživanja nadovezala su se na već postojeća istraživanja u Europi, ali i na arheometalurško istraživanje u Hrvatskoj koje je obuhvatilo ranija razdoblja prehistorije (Durman 1983; 1997). Ovo posljednje bavilo se problemima eneolitičke metalurške djelatnosti, točnije vučedolske kulture, obuhvativši tako i problem lokalnih ležišta kositra (Durman 1997). O povezanosti tih istraživanja i brončanodobne metalurške djelatnosti bit će nešto više riječi u drugom dijelu članka.

Značaj metalurške djelatnosti opažen je već u prvim počecima arheološke znanosti, s čijim razvojem i s većim brojem sustavnih istraživanja, osobito naselja, nastaje potreba za primjenom metoda prirodnih znanosti u objašnjenju tehnoloških procesa u prapovijesti. Stoga se kao posebna grana arheološke znanosti izdvaja *arheometalurgija* koja je značajno pridonijela poznavanju tehnologije iskorištavanja rudača i proizvodnje metalnih predmeta (Tylecote 1976; Craddock 1995; Krause 2003).

Arheometalurgija nastoji prikazati cjeloviti razvoj metalurgije tijekom različitih razdoblja ljudske povijesti, analizirajući nalaze koji ukazuju na obradu metala i primjenjujući suvremene metode prirodnih znanosti. Istraživanja su pokazala da se u jednom razdoblju prehistorije razvila djelatnost koja je obuhvaćala sve procese rada, od iskorištavanja ležišta rudača i prerade metala do proizvodnje gotovih predmeta. Upravo taj aspekt ljudske djelatnosti osnovni je kriterij početka metalnog doba (Coles, Harding 1979, 2). Budući da se začeci metalurgije nalaze već u kasnom neolitikumu i eneolitikumu u pojedinim područjima, ta je djelatnost počela puno prije pravog početka brončanog doba prema relativnoj kronologiji.

Jedan sustavni prikaz razvoja prehistorijske metalurgije predstavlja podjela na četiri stupnja:

- 1) otkriće samorodnog bakra i njegova obrada kovanjem,
- 2) taljenje bakra i lijevanje u jednodijelnim kalupima,
- 3) taljenje bakrene rudače i početak lijevanja u dvodijelnim kalupima,
- 4) upotreba legure bakra i kositra, bronce, koja je povećala proizvodnju metalnih predmeta lijevanjem u svim vrstama kalupa (Coghlan 1979, 38-40).

Početak bakrenog doba i prave metalurgije je 3. razvojni stupanj, kada se topi bakrena rudača i počinje lijevanje u dvodijelnim kalupima. Zanimljiv prikaz razvoja metalurgije daje nam i R. Krause (2003, sl. 236), koji razlikuje jedan predstupanj u kojemu se obrađuje samorodni bakar. Tehnike obrade su: udaranje, kovanje i poliranje. Druga je tzv. inicijalna faza u kojoj se upoznaju nove sirovine, a samorodni bakar se zagrijava i prerađuje taljenjem i hladnim i toplim kovanjem. Treća je eksperimentalna faza u kojoj se razvija rana metalurgija oksidnih bakrenih rudača. Nakon nje slijedi razvijena metalurgija koja uključuje preradu sulfidnih rudača. Posljednja je industrijska faza u kojoj se razvija intenzivna metalurgija različitih vrsta rudača za dobivanje različitih metala, a proizvodi se arsenska i kositrena bronca. Za ovu fazu karakteristična je distribucija i transport sirovina. No-

Über die vermutete metallurgische Tätigkeit und deren Nachweise in den Siedlungen der Spätbronzezeit in Nordkroatien wurde in der archäologischen Literatur schon geschrieben (Vinski-Gasparini 1973; Majnarić-Pandžić 1992; Šimek 1979; Vrdoljak 1992; Vrdoljak, Forenbaher 1995; Karavanić, Mihaljević 2001; Karavanić 2005). Diese Forschungen stützten sich auf bereits bestehende Untersuchungen in Europa, aber auch auf die archäometallurgische Forschung in Kroatien, die die früheren prähistorischen Perioden umfasste (Durman 1983; 1997). Die letzte befasste sich mit den Problemen der äneolithischen metallurgischen Tätigkeit, genauer der Vučedol-Kultur, und umfasste somit auch die Thematik der lokalen Zinnlagerstätten (Durman 1997). Über den Zusammenhang dieser Forschungen mit der bronzezeitlichen metallurgischen Tätigkeit wird im zweiten Teil des Aufsatzes die Rede sein.

Die Bedeutung der metallurgischen Tätigkeit wurde schon ganz am Anfang der archäologischen Wissenschaft erkannt, mit deren Entwicklung sowie mit der wachsenden Zahl von systematischen Ausgrabungen, vor allem der Siedlungen, auch das Bedürfnis nach der Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden bei der Erklärung der technologischen Prozesse der Vorgeschichte entstand. Deshalb entwickelte sich als eine Sonderabteilung der archäologischen Wissenschaften die Archäometallurgie, die zum Wissen über die Technologie der Erzgewinnung sowie die Produktion von Metallgegenständen beigetragen hat (Tylecote 1976; Craddock 1995; Krause 2003).

Die Archäometallurgie ist bemüht, die gesamte Entwicklung der Metallurgie im Laufe der verschiedenen Perioden der menschlichen Geschichte darzustellen, indem sie die Funde analysiert, die auf Metallverarbeitung hinweisen, und dabei moderne naturwissenschaftliche Methoden anwendet. Die Forschungen zeigten, dass sich in einer prähistorischen Periode eine Tätigkeit entwickelte, die alle Arbeitsprozesse umfasste, von Erzlagerausbeutung und Metallverarbeitung bis zur Produktion von fertigen Produkten. Gerade dieser Aspekt der menschlichen Tätigkeit ist das Hauptkriterium für die Bestimmung des Anfangs der Metallzeit (Coles, Harding 1979, 2). Da der Beginn der Metallurgie in einzelnen Gebieten schon im Spätneolithikum und Äneolithikum liegt, begann die Tätigkeit nach relativer Chronologie schon lange vor dem eigentlichen Anfang der Bronzezeit.

Eine systematische Darstellung der Entwicklung der prähistorischen Metallurgie läßt sich in vier Stufen einteilen:

- 1) Die Entdeckung von gediegenem Kupfer und seine Verarbeitung durch Schmieden,
- 2) das Schmelzen von Kupfer und sein Guss in einteiligen Gussmodellen,
- 3) das Schmelzen von Kupfererz und Beginn der Gusstechnik in zweiteiligen Gussmodellen,
- 4) die Verwendung der Kupfer-Zinn-Legierung, Bronze, die die Produktion von Metallgegenständen durch die Gusstechnik für alle Gussmodellarten steigerte (Coghlan 1979, 38-40).

Der Anfang der Kupferzeit und der Metallurgie im engeren Sinne wird durch die 3. Entwicklungsstufe bezeichnet, in der Kupfererz geschmolzen wird und das Gießen in zweiteiligen Gussformen beginnt. Eine interessante Darstellung der Entwicklung der Metallurgie bringt auch R. Krause (2003, Abb. 236), der eine Vorstufe unterscheidet, in der gediegenes Kupfer verarbeitet wird. Die Verarbeitungstechniken sind: Schlagen, Schmieden und Polieren. Die zweite Phase ist die so genannte Anfangsphase, in der neue Rohmaterialien verwendet werden, und gediegenes Kupfer erhitzt und durch Schmelzen und kaltes und warmes Schmieden verarbeitet wird. Die dritte ist eine Experimentalphase, in der

ve kronološke koncepcije, koje su se javile kao posljedica arheometalurških istraživanja, ne podudaraju se u potpunosti s postojećim arheološkim kronologijama. Urok je primjena različitih metoda pri analizi arheoloških metalnih predmeta. Prema R. F. Tylecotu (1976, 29), postojeća podjela na arheološko bakreno i brončano doba (rano, srednje, kasno) temelji se na tipološkoj analizi keramike i metalnih predmeta. Nove koncepcije rezultat su istraživanja tehnologije izrade i strukture metala. Tako arheološki termin «rano brončano doba» nema svoje potvrde u metalurgiji jer su analize pokazale da većina predmeta iz toga razdoblja nema strukturu bronce. Tek se u arheološkom srednjem brončanom dobu može govoriti o metalurškom brončanom dobu. Problem je i u razlikovanju bakrenog i brončanog doba. Za pojedine istraživače u brončanom dobu se prvi put razvio mehanizam koji je osiguravao sirovine iz područja izvan matičnog teritorija neke kulture. Ako bi se prihvatila ova teza, to bi značilo da prerada bakrenih rudača i proizvodnja bakrenih predmeta u okviru mlađe faze vučedolske kulture već pripada brončanom dobu. Međutim, spektralna analiza bakrenih predmeta s područja vučedolskog kulturnog kompleksa (Durman 1983) pokazala je da predmeti ne sadrže veće količine kositra, pa tako nisu izrađeni od legure bakra i kositra. U literaturi se često navodi termin «arsensko bakreno doba» (Coghlan 1975, 22) kao oznaka za razdoblje u kojem većina bakrenih predmeta sadrži u sebi veće količine arsena. Osim arsena, često se nalazi i antimon. Ovi elementi poboljšavaju ljevkost i tvrdoću bakra, pa su stari metalurzi nastojali zadržati ove elemente koji se inače izdvajaju već pri 700 °C (Durman 1988, 38). Inače, vrlo je teško reći jesu li ti elementi dodani namjerno, budući da se oni nalaze u prirodi zajedno s bakrenom rudačom kao nečistoće. Pojavljuje li se arsen od jedan (1) i više postotaka (to je slučaj za većinu ranobrončanodobnih predmeta), onda je dodan s namjerom da se poboljša tvrdoća predmeta (Harding 2000, 202). Međutim, s druge se strane smatra kako je izdvajanje i taljenje arsenskih minerala u brončanom dobu nemoguće, i da je vjerojatno riječ o upotrebi sekundarnih bakrenih rudača koje sadrže te minerale, što se mogu onda izdvojiti da bi se dobile legure bakra i arsena (Harding 2000, 202). Kasnije se dodaje samo kositar, a u kasnom brončanom dobu i olovo koje povećava ljevkost legure bakra i kositra.

Svako arheometalurško istraživanje suočava se s problemom ležišta pojedinih rudača u pretpovijesti pa tako i u brončanom dobu. Najvažnije su naslage bakra, kositra, olova i zlata. Današnje karte rasprostranjenosti predstavljaju samo parcijalnu sliku, budući da je dosta teško ući u trag manjim ležištima koja su sasvim sigurno bila iskorištavana u pretpovijesti, ali su nestala zbog kasnijih, rimskodobnih ili srednjovjekovnih djelovanja.

Ležišta bakra nalazila su se na različitim dijelovima Balkana (Bugarska, Srbija, Albanija), u Karpatima (Transilvanija, Slovačka), u jugoistočnim Alpama (Austrija), u srednjoj Europi (Harz i Erzgebirge) te u zapadnom dijelu Europe (Francuska, Španjolska, Britanija i Irska). Rezultati istraživanja provedeni na tim područjima dali su nam podatke o postojanju ležišta rudača, rudnika, mjesta na kojima se rudača prerađivala. Na tim lokalitetima pronađeni su ostaci peći kao i predmeti koji su se upotrebljavali u toj metalurškoj

die frühe Verarbeitung von Kupfererz entwickelt wird. Darauf folgt die entwickelte Metallurgie, die die Verarbeitung von Sulfiderzen mit einschließt. Die letzte ist die industrielle Phase, in der die intensive Metallurgie verschiedener Erzarten zur Gewinnung von verschiedenen Metallen entwickelt und Arsen- und Zinnbronze hergestellt werden. Charakteristisch für diese Phase sind die Distribution und der Transport von Rohmaterial. Neue chronologische Konzepte, die als eine Folge der archäometalurgischen Forschungen entstanden sind, stimmen nicht vollständig mit den bestehenden archäologischen Chronologien überein. Die Ursache dafür ist die Anwendung von verschiedenen Methoden bei der Analyse der archäologischen Metallgegenstände. Laut R. F. Tylecot (1976, 29) basiert die bestehende Einteilung in die archäologische Kupfer- und Bronzezeit (frühe, mittlere, späte) auf der typologischen Analyse der Keramik- und Metallgegenstände. Die neuen Konzepte sind ein Ergebnis der Forschung der Metallproduktionstechnik und -struktur. So findet der archäologische Begriff »Frühbronzezeit« keine Bestätigung in der Metallurgie, da die Analysen zeigten, dass die meisten Artefakte aus dieser Zeit nicht die Struktur der Bronze aufweisen. Erst in der archäologischen Mittelbronzezeit kann von einer metallurgischen Bronzezeit die Rede sein. Ein Problem ergibt sich auch bei der Differenzierung zwischen der Kupfer- und Bronzezeit. Für einzelne Forscher entwickelte sich während der Bronzezeit zum ersten Mal ein Mechanismus, der die Versorgung mit Rohmaterial aus Gebieten außerhalb des heimischen Territoriums einer Kultur sicherstellt. Wenn man diese These akzeptieren würde, würde dies bedeuten, dass die Verarbeitung von Kupfererz und die Produktion von Kupferartefakten in der jüngeren Phase der Vučedol-Kultur schon zur Bronzezeit gehört. Die Spektralanalyse von Kupferartefakten aus dem Gebiet des Vučedol-Kulturkomplexes (Durman 1983) zeigte aber, dass die Artefakte keine bedeutenderen Mengen an Zinn enthielten und daher nicht aus einer Kupfer-Zinn-Legierung hergestellt worden waren. In der Literatur wird häufig der Begriff »Arsenkupferzeit« gebraucht (Coghlan 1975, 22), als Bezeichnung für die Periode, in der die meisten Kupferartefakte größere Mengen von Arsen enthalten. Neben Arsen findet man häufig auch die Verwendung von Antimon. Diese Elemente verbessern die Guseigenschaften und die Härte von Kupfer, so dass die alten Metallurgen versuchten, diese Elemente beizubehalten, die sonst schon bei 700 °C isoliert werden (Durman 1988, 38). Sonst ist es sehr schwer zu sagen, ob die Elemente absichtlich beigemischt wurden, da sie in der Natur zusammen mit Kupfererz als Unreinheit vorkommen. Wenn Arsen zu einem (1) und mehrten Prozent vorkommt (was bei den meisten frühbronzezeitlichen Artefakten der Fall ist), dann wurde es mit der Absicht, die Härte der Artefakte zu steigern, beigefügt (Harding 2000, 202). Allerdings glaubt man andererseits, dass die Trennung und das Schmelzen der Arsenminerale in der Bronzezeit unmöglich war, und dass es sich wahrscheinlich um die Verwendung von sekundären Kupfererzen handelt, die diese Minerale enthalten, die sich für die Gewinnung der Kupfer-Arsen-Legierungen trennen lassen (Harding 2000, 202). Später wurde nur Zinn beigemischt, und in der späten Bronzezeit auch Blei, das die Guseigenschaften der Kupfer-Zinn-Legierung verbessert.

Jede archäometalurgische Forschung ist mit dem Problem der Lagerstätten der einzelnen Erze in der Vorgeschichte, so auch in der Bronzezeit, konfrontiert. Am bedeutendsten sind die Schichten von Kupfer, Zinn, Blei und Gold. Die heutigen Verbreitungskarten stellen nur ein partielles Bild dar, da man die kleineren

i lijevačkoj djelatnosti. Međutim, da bi se razumio sam proces iskorištavanja tih ležišta, potrebno je nešto više znati o oblikovanju ležišta rudača u geološkom smislu (Craddock 1995, 23). Većina naslaga tzv. non-ferrous ili neželjeznih metala nalazi se u prirodi u obliku primarnih žila u stijenama, ili su zbog erozije dospjela na neka druga mjesta u prirodi. Na to je mogao utjecati i riječni tok (Craddock 1995, 26). Kada bi došlo do ovakvog procesa većina se rudače koncentrirala u tokovima rijeka ili manjih potoka. Tako su nastali aluvijalni depoziti. Upravo takva ležišta glavni su izvor zlata i kositra. Kositar se pojavljuje u obliku svoga oksida, kasiterita.

Većina ležišta nastala je zbog hidrotermalnih procesa, tijekom kojih su se raspukline u stijenama punile depozitima bogatima mineralima. Stoga su minerali u žilama nastali kasnije od matične stijene. Hidrotermalne vode su vrlo vruće i imaju između 100 i 500 °C. Žile su se uglavnom sastojale od silike i karbonata te željeznih minerala, koji su bili zajedno s nekim neželjeznim mineralom, obično u obliku sulfida. U slučaju bakrenih naslaga, radi se o sulfidnim bakrenim rudačama, za čije je iskorištavanje bila prijeko potrebna viša tehnološka razina. Istraživanja u Austriji pružila su nam dosta podataka o izgledu rudnika, ali i druga područja u Europi su dala slične dokaze o postojanju rudarske djelatnosti, npr. Španjolska i mali brončanodobni rudnik Chinflon, Huelva (Craddock 1995, 32, sl. 2,3). U ovom rudniku se kopao malahit. Drevni rudari su najčešće kopali na mjestima gdje se rudača pojavljivala na površini. Kopali bi sve dok se nije pojavila voda ili problemi s ventilacijom. U svakom slučaju, te jame su rijetko bile dublje od 10 m. Ako bi se radilo o nekontinuiranoj pojavi rudače, onda su se kopale naizmjenične jame, kao u rudniku Mt Gabriel u Irskoj (Craddock 1995, 31). Kod kontinuiranih žila kopali bi se rovovi ili jarci, kao u prethodno spomenutom rudniku u Španjolskoj (Craddock 1995, 31). Neki su rudnici imali vrlo razvijen sustav rudarenja, kao npr. rudnici u Austriji. Zanimljivo je da su pretpovijesni rudari čak i uz vrlo primitivne alate u potpunosti iskorištavali žile bogate rudačom, tako da danas na mjestima tih starih rudnika imamo sasvim malo sačuvane rudače.

Iscrpan pregled najznačajnijih ležišta u srednjoj Europi i na prostoru Karpata, s detaljnim kartama rasprostranjenosti naslaga bakra i kositra, daje nam R. Krause (2003, 30-43). Posebna poglavlja odnose se na ležišta u njemačko-češkom Rudogorju, zatim poglavlje o rudnicima u istočnim Alpama, poglavlje o naslagama u zapadnim Alpama, osvrt na stanje istraživanja metalurgije na prostoru slovačkog Rudogorja i Zapadnih Karpata i na kraju, kratak pregled ležišta na Balkanu i južnim Alpama.

Za naše prostore od velikog su značenja ležišta bakra i rudnici u istočnim Alpama. Ta ležišta se rasprostiru na oko 450 km dužine na prostoru od Unterinntala preko Salzachtala i Pongaua s područjem Mitterberga, sve do Paltentala i «Eisenerza» Alpi u Štajerskoj (Krause 2003, 36). Ovo područje pokazuje dugu tradiciju istraživanja pretpovijesnog rudarstva, kopanja i prerade bakrene rudače. Na području Mitterberga radili su rudarski inženjeri K. Zschocke i E. Preuschen, a kasnije i bečka skupina s R. Pittionijem na čelu i kemičarem H. Neuningerom (Krause 2003, 36). Istaživanja H. Preßlingera i C. Eibnera u istočnom Paltentalu dokazala su postojanje prerade

Lagerstätten nur schwer aufspüren kann, die ganz bestimmt in der Vorgeschichte abgebaut wurden, aber infolge einer späteren römerzeitlichen oder mittelalterlichen Tätigkeit verschwanden.

Kupfervorkommen befanden sich in verschiedenen Teilen des Balkans (Bulgarien, Serbien, Albanien), in den Karpaten (Transilvanien, Slowakei), in den Südostalpen (Österreich), in Mitteleuropa (Harz und Erzgebirge) sowie im westlichen Teil Europas (Frankreich, Spanien, Britannien und Irland). Die Ergebnisse der in diesen Gebieten durchgeführten Forschungen brachten Angaben über das Bestehen der Erzlager, Bergwerke, Verarbeitungsstätten. An diesen Standorten wurden Überreste von Öfen sowie Artefakte gefunden, die in der Metallurgie und beim Guss verwendet wurden. Um den Prozess des Abbaus dieser Vorkommen zu verstehen, muss man aber etwas mehr über die geologische Bildung der Erzlagerstätten wissen (Craddock 1995, 23). Die meisten Schichten der so genannten nonferrous oder Nichteisenmetalle kommen in der Natur in Form von Primäradern in Felsgestein vor, oder sie gelangten infolge der Erosion an bestimmte andere Stellen in der Natur. Dies konnte auch durch die Einwirkung von Wasser geschehen (Craddock 1995, 26). Bei einem solchen Prozess konzentrierte sich der Großteil der Erze in Fluss- oder Bachläufen. So entstanden Alluvialanschwemmungen. Gerade solche Vorkommen sind die bedeutendste Quelle von Gold und Zinn. Zinn kommt in der Form seines Oxids, Kassiterit, vor.

Die meisten Lagerstätten sind durch hydrothermale Prozesse entstanden, während derer die Gesteinsspalten mit mineralreichen Ablagerungen gefüllt wurden. Daher sind die Mineralien in den Adern später als das Muttergestein entstanden. Die hydrothermalen Gewässer sind sehr heiß mit einer Temperatur zwischen 100 und 500 °C. Die Adern bestanden überwiegend aus Silikaten und Carbonaten sowie aus Eisenmineralien, die mit einem Nichteisenmineral, üblicherweise in Form von Sulfid, vorkamen. Im Falle der Kupferablagerungen handelt es sich um kupferne Sulfiderze, für deren Abbau eine höhere technische Entwicklungsstufe unbedingt notwendig war. Untersuchungen in Österreich erbrachten ziemlich genaue Angaben über das Aussehen der Bergwerke, aber auch andere Gebiete Europas brachten ähnliche Nachweise über ein Bestehen des Bergbaus, z.B. in Spanien das kleine bronzezeitliche Bergwerk Chinflon, Huelva (Craddock 1995, 32, Abb. 2,3). In diesem Bergwerk wurde Malachit gewonnen. Die vorgeschichtlichen Bergleute bauten am häufigsten an den Stellen ab, wo das Erz an der Oberfläche erschien. Sie bauten so lange ab, bis Wasser oder Belüftungsprobleme auftauchten. Jedenfalls waren die Gruben selten tiefer als 10 m. Wenn das Erzvorkommen unterbrochen war, dann wurden wechselseitig Schächte angelegt, wie beim Bergwerk Mt Gabriel in Irland (Craddock 1995, 31). Bei den kontinuierlichen Adern wurden Stollen oder Gräben angelegt, wie im vorher erwähnten Bergwerk in Spanien (Craddock 1995, 31). Einige Bergwerke hatten ein hoch entwickeltes Abbausystem, wie z.B. die Bergwerke in Österreich. Interessanterweise bauten die vorgeschichtlichen Bergleute mit äußerst primitiven Werkzeugen die erzeichen Adern sogar vollständig ab, so dass heute an den Stellen der alten Bergwerke nur noch ganz wenig Erz vorhanden ist.

Ein ausführlicher Überblick über die bedeutendsten Lagerstätten Mitteleuropas und der Karpaten, mit detaillierten Verbreitungskarten von Kupfer- und Zinnvorkommen, stellt uns R. Krause zur Verfügung (2003, 30-43). Sonderkapitel beziehen sich auf die Lagerstätten im deutsch-böhmischen Erzgebirge, dann gibt es ein Kapitel über die Bergwerke in den Ostalpen, ein Kapitel über die Erzlager in den Westalpen, einen Rückblick auf den Stand der

bakrene rudače u razdoblju od ranog do kasnog brončanog doba. U razdoblju kasnog brončanog doba rudarska djelatnost se intenzivirala, a mogli su se izdvojiti i drugi centri u Kitzbühelu i u Unterinntalu oko Schwaza (Christoforidis et al. 1991). Od velikog značenja su radovi R. Pittioni, koji je, provodeći analizu elemenata u tragovima, pokušao uspostaviti vezu između ležišta i gotovih predmeta (Krause 2003, 36). U novije su vrijeme sveučilišta u Innsbrucku, Leobenu i Beču provela ponovna istraživanja na mjestima prerade metala, prije svega na području Unterinntala, na Jochbergu i Mitterbergu (Krause 2003, 36). Naše poznavanje metalurškog procesa na području istočnih Alpa upotpunila su i iskopavanja naselja s dokazima metalurške djelatnosti. U Salzkammergut je 80-ih godina radio M. Menke, koji je istraživao naselja Rainberg u Salzburgu i Götschenberg (Krause 2003, sl. 12). On je na osnovi rasprostranjenosti nizinskih i visinskih naselja kao i različitih oblika ingota na području Salzburga, rekonstruirao metalurški proces. Postavio je model prema kojem u metalurškom procesu postoje dvije skupine naselja, jedna u kojima se prerađuje rudača i druga u kojima dolaze sirovine i proizvode se gotovi predmeti (Krause 2003, 37-38). Ta druga skupina naselja dala je konkretne arheološke dokaze u obliku kalupa za lijevanje metala, puhaljki i šljake. Jedno od takvih naselja je već spomenuti Götschenberg, gdje je u neolitičkom sloju, datiranom u sredinu i drugu polovicu 4. tis. pr. Kr., dokazana prerada oksidne kao i sulfidne rudače. U fragmentu posude za taljenje metala mogla se dokazati arsenska bronca s 1-2 % arsena. Brojni kameni maljevi i kamene ploče za mrvljenje rudače iz neolitičkog konteksta ukazuju na to da se u tom naselju pripremala rudača. Ovim nalazima potvrđeno je da se već u vremenu Altheimer i Mondsee grupe prerađivala rudača, a metalurški proces se intenzivirao u brončanom dobu (Krause 2003, 39). Nešto novija istraživanja su ona iz 1995. godine koja su proveli J. S. Shennan i Hell na nalazištu Klinglberg kod St. Veita (Shennan 1995). U ovome visinskom i utvrđenom naselju južno od Mitterberga nisu pronađeni izravni dokazi prerade rudače i bakra, ali su tu nađeni nalazi keramike sa šljakom, šljake samorodnog bakra, kao i fragmenti lijevanih «kolača» ili «pogača». Na bakrenoj šljaci provedena je analiza izotopa olova kao i kvantitativna kemijska analiza koja je izdvojila tri vrste bakra. On se pojavljuje u različitim zonama na Mitterbergu. Metalne analize odgovarajućih predmeta iz drugih naselja na području Pongaua pokazale su da je, prije svega, bila prerađivana sulfidna bakrena rudača (Krause 2003, 39). Rudača koja se kopala u Mitterbergu je halkopirit, sulfidna bakrena rudača. Glavna žila je išla kroz planinu oko nekoliko kilometara u širini 1-2 m, a ponekad i manje od toga. Uz pomoć grijanja vatrom i naknadnog hlađenja vodom (*Feuersetzmethode*), uz pomoć klinova i velikih maljeva ili batova, rudača se izdvajala iz kvarcne stijene i stvarale bi se velike jame promjera oko 10 m (tzv. *Pingen*), koje su se pretvarale u rudarska okna. Okna su mogla biti duga oko 100 m, s drvenim galerijama na kojima su rudari stajali i oruđem razbijali stijene bogato bakrenom rudačom. Ti redovi okna tekli su duž planine ponekad i paralelno. Iскопavanja su otkrila na površini zemlje, u blizini tih *Pingena*, mjesta gdje se pomoću vode rudača izdvajala od matične stijene. Nedaleko od tih položaja, malo niže u planini, nalazila su se mjesta

Metallurgieforschung im Gebiet des slowakischen Erzgebirges und der Westkarpaten, und letztendlich einen kurzen Überblick über die Lagerstätten auf dem Balkan und in den Südalpen.

Für unsere Gebiete sind die Kupferlagerstätten und -bergwerke in den Ostalpen von großer Bedeutung. Die Lagerstätten erstrecken sich auf ca. 450 km Länge im Gebiet des Unterinntals über das Salztal und Pongau mit dem Gebiet des Mitterbergs, bis zum Paltental und dem »Eisenerz« der Alpen in der Steiermark (Krause 2003, 36). Dieses Gebiet hat eine lange Tradition der Erforschung des vorgeschichtlichen Bergbaus, des Abbaus und der Verarbeitung von Kupfererz. Im Gebiet des Mitterbergs arbeiteten die Bergbauingenieure K. Zschocke und E. Preuschen, und später auch die Wiener Gruppe unter der Leitung von R. Pittioni und dem Chemiker Neuninger (Krause 2003, 36). Die Forschungen von H. Preßlinger und C. Eibner im Ostpaltental belegen das Bestehen der Kupfererzverarbeitung in der Periode von der Früh- bis zur Spätbronzezeit. Während der Spätbronzezeit intensivierte sich der Bergbau, und es konnten auch andere Zentren in Kitzbühel und im Unterinntal um Schwaz entstehen (Christoforidis et al. 1991). Von großer Bedeutung sind die Arbeiten von R. Pittioni, der nach einer Analyse der Spurenelemente versuchte, einen Zusammenhang zwischen den Lagerstätten und den fertigen Produkten herzustellen (Krause 2003, 36). Neuerdings haben die Universitäten in Innsbruck, Leoben und Wien wiederholt Untersuchungen an den Standorten der Metallverarbeitung, vor allem im Gebiet des Unterinntals, auf dem Jochberg und dem Mitterberg vorgenommen (Krause 2003, 36). Unsere Kenntnisse über den metallurgischen Prozess im Gebiet der Ostalpen wurden auch durch Ausgrabungen von Siedlungen mit Hinweisen zur metallurgischen Tätigkeit ergänzt. Im Salzkammergut arbeitete in den 80er Jahren M. Menke, der die Siedlung Rainberg in Salzburg und Götschenberg erforschte (Krause 2003, Abb. 12). Er rekonstruierte anhand der Verbreitung der Nieder- und Höhenburgen sowie der verschiedenen Formen von Ingots im Gebiet von Salzburg den metallurgischen Prozess. Er erstellte ein Modell, demzufolge es beim metallurgischen Prozess zwei Gruppen von Siedlungen gibt: solche, in denen Erz verarbeitet wird, und solche, die mit dem Rohmaterial die Endprodukte herstellen (Krause 2003, 37-38). Die zweite Gruppe der Siedlungen brachte konkrete archäologische Nachweise in Form von Gussmodellen für das Gießen von Metall, Blasrohren und Schlacke. Eine solche Siedlung ist das bereits erwähnte Götschenberg, wo in der neolithischen Schicht, datiert in die Mitte und in die zweite Hälfte des 4. Jahrtausends v. Chr., die Verarbeitung von Oxid- sowie Sulfiderz nachgewiesen wurde. In dem Fragment einer Metallgussform konnte man Arsenbronze mit 1-2 % Arsen nachweisen. Viele Steinrammen und Steinplatten aus dem neolithischen Kontext zur Zerkleinerung von Erz weisen darauf hin, dass in dieser Siedlung Erz aufbereitet wurde. Diese Funde belegen die Erzverarbeitung bereits zur Zeit der Altheimer- und Mondsee Gruppe, während sich der metallurgische Prozess in der Bronzezeit intensivierte (Krause 2003, 39). Etwas neuere Forschungen aus dem Jahr 1995 wurden von Shennan und Hell am Fundort Klinglberg bei St. Veit durchgeführt (Shennan 1995). In dieser befestigten Höhenburg südlich von Mitterberg wurden keine direkten Beweise der Erz- und Kupferverarbeitung gefunden, aber Keramikfunde mit Schlacke, Schlacke von gediegenem Kupfer, wie auch Fragmente gegossener »Gusskuchen« oder »Gussfladen«. An der Kupferschlacke wurden eine Bleiisotopenanalyse sowie eine quantitative chemische Analyse durchgeführt, in der drei Arten von

na kojima se odvijalo taljenje rudače. Obično su se ta mjesta nalazila u blizini vode. Analize šljake su pokazale da je vrlo malo bakra ostalo u njima, što upućuje na vrlo dobru ekstrakciju bakra. Na osnovi artefakata koji su se mogli datirati i datiranja radioaktivnim ugljikom, vidljivo je da su ti rudnici bili u upotrebi tijekom cijelog brončanog doba (Harding 2000, 211). Pretpostavlja se da se u tim rudnicima proizvodilo oko 18 tona sirovog bakra na godinu. Istraživanja su pokazala kako je u kvarcnoj stijeni bilo blizu 2,5 % bakra koji se u procesu pečenja smanjivao oko 10 % i približno 25 % u taljenju rudače. Nemoguće je sa sigurnošću tvrditi da je sav taj bakar bio proizveden u razdoblju brončanog doba. Također, pretpostavlja se da je skupina od oko 180 rudara mogla proizvesti oko 315 kg taljenoga bakra na dan. To bi značilo da je tih 18 tona bilo proizvedeno u 57 dana. Ako bi dvije skupine rudara radile oko 6 dana u tjednu tijekom cijele godine, proizveli bi gotovo 200 tona na godinu. Kako bi vrijeme odmicalo, problem bi predstavljalo i drvo koje bi se ponekad moralo dovoziti s udaljenijih dijelova planine. Drvo je bilo potrebno i za izradu drvenog ugljena za peći, pa se pretpostavlja da je za izradu 5 kg bakra trebalo blizu 100 kg drvenog ugljena, a za to oko 700 kg drveta (Harding 2000, 217). Također, rad bi bio tijekom zimskih mjeseci znatno otežan, ako ne i nemoguć (Harding 2000, 212). A. Harding (2000, 212-217) je ukratko sažeo uvjete koje su morali zadovoljavati gotovo svi rudnici. Prije svega, ležišta su morala imati dovoljno rudače u stijena- ma kako bi se mogla izdvojiti raspoloživom tehnologijom. Na mnogim mjestima pretpovijesnih rudnika nađene su stijene s manjim grumenima metala, koji su se mogli dobro vidjeti, ali se nisu mogli uspješno izdvojiti za daljnji proces obrade.

Na temelju srednjevjekovnoga izvora iz 16. st. (Agricola) poznat nam je proces pretpovijesnog rudarstva. Najvjer- nije prikaze predstavljaju bakrorezi ili bakropisi na kojima je prikazan cijeli proces iskorištavanja i prerade rudače (Urban 1994, 125-127). Ti crteži su vrlo autentični i na temelju njih se može prilično vjerno rekonstruirati cijeli tijek prerade rudače u austrijskim Alpama. Pri vađenju rudače iz stijene primjenji- vala se već spomenuta tehnika zagrijavanja vatrom, a zatim i hlađenje stijene vodom. Dokaz za postojanje primjene takve metode su velike količine drvenog ugljena koje su se nalazile u rovovima, kao dio otpada nakon prestanka iskorištavanja. Nakon primjene te metode, stijena je pri naglom hlađenju pu- cala, a bakrena rudača se vadila iz ležišta određenim vrstama metalnih klinova ili se dodatno razbijala kamenim maljevima. Klinovi su se nasađivali na drvene drške. Iako su se rovovi nalazili i na većim dubinama, sa širinom 1-2 m, ta metoda se i dalje primjenjivala. Pojedini autori (Harding 2000, 213) pretpostavljaju kako su te radove mogla obavljati i djeca jer bi jedino ona mogla stati u tako uske rovove. Međutim, za to nema izravnih dokaza. Na svim Agricolinim crtežima nalaze se odrasle osobe (Urban 1994; Craddock 1995, sl. 2,4a, 2,37). Na većim dubinama je bilo potrebno srediti i ventilaciju. To se, prema Pliniju i Agricoli (Craddock 1995, 75, sl. 2,37), mo- glo raditi pomoću lanenih krp. Osim toga, trebalo je nekako i osigurati svjetlost u tim rovovima, a to se radilo pomoću paljenja vatre ili zdjelom punom masti i ulja u koju se stavljao stijenj. Vatra se mogla osiguravati i pomoću borovih iglica, kao što je to slučaj u irskom rudniku Mt Gabriel (Harding

Kupfer spezifiziert wurden. Sie kommen in verschiedenen Zonen am Mitterberg vor. Metallanalysen der entsprechenden Artefakte aus den anderen Siedlugen im Gebiet von Pongau zeigten, dass in erster Linie Kupfersulfid verarbeitet wurde (Krause 2003, 39). Das Erz, das in Mitterberg gefunden wurde, ist Chalkopyrit, ein Kupfersulfid. Die Hauptader verlief einige Kilometer durch das Gebirge in einer Dicke von 1-2 m, manchmal auch weniger. Mit Hilfe der Feuersetzmethode (Erhitzen mit Feuer und danach Abkühlen mit Wasser) wurde das Erz mit Hilfe von Keilen und großen Rammen oder Stampfern aus dem Quarzfels abgeschlagen, und es wurden große Gruben mit einem Durchmesser von ca. 10 m, so genannte Pingen, angelegt und zu Bergbauschächten umgewandelt. Die Schächte konnten ca. 100 m lang sein, mit hölzernen Galerien, auf denen die Bergleute standen und mit ihren Werkzeugen die kupfererzhaltigen Felsen zerbrachen. Die Schachtreihen verliefen entlang des Gebirges manchmal auch parallel. Bei den Ausgrabungen wurden an der Erdoberfläche, in der Nähe der Pingen, Stellen freigelegt, wo mit Hilfe von Wasser das Erz vom Muttergestein getrennt wurde. Unweit dieser Stand- orte, etwas tiefer im Gebirge, befanden sich die Schmelzhütten. Gewöhnlich lagen die Schmelzhütten in der Nähe von Wasser. Analysen der Schlacke zeigten, dass darin nur ganz wenig Kupfer übrig geblieben war, was auf eine außerordentlich gute Kupferex- traktion hinweist. Anhand der datierbaren Artefakte und der ¹⁴C- Datierung wurde ersichtlich, dass die Bergwerke während der ge- samten Bronzezeit in Betrieb waren (Harding 2000, 211). Es wird vermutet, dass in den Bergwerken ca. 18 Tonnen Rohkupfer pro Jahr gewonnen wurde. Die Forschungen zeigten, dass das Quarz- gestein ca. 2,5% Kupfer enthielt, und dass sich dieser Anteil im Prozess der Sinterung um ca. 10% und bei der Erzschnmelze um ca. 25% verringerte. Man kann nicht mit Sicherheit sagen, dass all dieses Kupfer in der Bronzezeit gewonnen wurde. Außerdem wird angenommen, dass eine Gruppe von ungefähr 180 Bergleu- ten ca. 315 kg geschmolzenes Kupfer pro Tag gewinnen konnte. Dies würde bedeuten, dass die 18 Tonnen innerhalb von 57 Ta- gen hergestellt wurden. Wenn zwei Gruppen von Bergleuten ein ganzes Jahr lang ca. 6 Wochentage arbeiten würden, würden sie fast 200 Tonnen pro Jahr erzeugen. Mit der Zeit würde auch die Beschaffung von Holz, das manchmal aus entfernteren Teilen des Gebirges herangebracht werden musste, zu einem weiteren Pro- blem. Holz war auch für die Herstellung von Holzkohle für die Öfen notwendig, so dass vermutet wird, dass man für die Gewinn- ung von 5 kg Kupfer ca. 100 kg Holzkohle, und dafür wiederum ca. 700 kg Holz brauchte (Harding 2000, 217). Auch wäre die Arbeit in den Wintermonaten bedeutend erschwert, wenn nicht gar unmöglich gewesen (Harding 2000, 212). A. Harding (2000, 212-217) fasste die Bedingungen, die fast alle Bergwerke erfüll- en mussten, zusammen. In erster Linie mussten die Lagerstätten ausreichend Erz im Gestein aufweisen, damit dieses mit der zur Verfügung stehenden Technologie extrahiert werden konnte. An vielen Standorten der vorgeschichtlichen Bergwerke wurden Fel- sen mit kleineren Klumpen Metall gefunden, die man hatte gut sehen können, die jedoch nicht für die weitere Verarbeitung her- ausgegöst werden konnten.

Aus einer mittelalterlichen Quelle aus dem 16. Jahrhundert (Agricola) ist uns der Prozess des vorgeschichtlichen Bergbauwe- sens bekannt. Die getreuesten Darstellungen sind Kupferstiche, in denen das gesamte Verfahren der Erzgewinnung und -verar- beitung dargestellt wurde (Urban 1994, 125-127). Anhand dieser sehr authentischen Darstellungen lässt sich ziemlich genau der

2000, 215; Craddock 1995, 51-54). Isto tako, kiša i podzemne vode su također mogle otežavati rudarenje, pa se pretpostavlja da se ono obavljalo samo u određenim dijelovima godine (Harding 2000, 215). U austrijskim rudnicima je pronađeno dosta drvenih predmeta koji su se upotrebljavali u rovovima. To su, prije svega, lopate, zatim stupovi i grede za galerije, dijelovi drvenih kanti i korita, dijelovi ljestava. Iz tog se može zaključiti kako je dosta drveta bilo potrebno da bi se sve to moglo izraditi, što onda ukazuje i na postojanje drugih vrsta djelatnosti, koje su bile vezane uz metalurgiju. Nakon vađenja rudače iz rovova, ona se razbijala kamenim maljevima koji se spominju na više rudnika, pa tako i u Mitterbergu. Vrlo lijep primjerak je onaj iz brončanodobnog rudnika u Engleskoj, Alderley Edge (Craddock 1995, sl. 2,10).

Prvi korak u preradi bakrene rudače bio je pretvaranje sulfidne rudače pomoću pečenja u oksidne. To se radilo na otvorenoj vatri. Nakon toga rudača se talila u talioničkim pećima kako bi se izdvojio bakar koji se taložio na dnu peći, dok su nečistoće ostale na površini ili izlazile van iz peći u obliku šljake ili zgure. Takve su hrpe šljake, koje se vrlo često nalaze na mjestima gdje su se nalazili rudnici, bile najčešće bogate željezom, što bi značilo da su sulfidne rudače nalazile u stijenama bogatim željezom (Harding 2000, 216). Mitterberg je bogat tim nalazima šljake, koja je glavni pokazatelj pretpovijesnog rudarstva. U južnoj Njemačkoj u naseljima se nalazi puno šljake, što ukazuje na proces taljenja u kasnobrončanodobnim naseljima. To se najvjerojatnije radilo u posudama za taljenje od grafita, kamena ili gline. Za ovaj proces taljenja bakrene rudače bile su nužne peći koje su otkrivene u okolici Salzburga. Peći su obično bile visoke oko 1 m, a obično su dvije peći bile u pogonu (Harding 2000, 217).

Zanimljivo je da je na lokalitetima na kojima je poznato postojanje pretpovijesne rudarske djelatnosti nije bilo kalupa za lijevanje metala. Poznati su nam samo nalazi bakrenih i brončanih ostava *Ringbarren* (Neugebauer 1994, 73; Harding 1983; Butler 2002) koji se nalaze u područjima u blizini tih rudnika. A. Harding (1983, 28) spominje nalaze oko 10.000 ingota koji su pronađeni na području između rudnika i područja do 720 km udaljenosti. U Moravskoj je nešto veća gustoća ingota koji tamo čine 88 % svih unjetičkih nalaza (Harding 1983, 28). Navodi se neusklađenost pretpostavljene produkcije metala u vremenu Br A1, kada se pretpostavlja da se proizvodilo oko 20 tona bakra na godinu i 10-20 kg ingota. Istraživanja su pokazala da nalazi ingota ne potječu iz austrijskih rudnika, što je, naravno, iznenađujuće (Harding 1983, 35). U novije vrijeme pitanjem ingota bavio se J. J. Butler (2002) koji navodi da su se u vrlo jednostavnim kalupima od gline ili kamena lijevale metalne šipke koje su imale presjek u obliku slova «v» ili «u» (Butler 2002, 231). Ingote dijeli na 4 oblika, od kojih su tri grupirana u kategoriju tzv. *Spangbarren* ili *Rippenbaren*, dok je četvrti oblik obuhvaćao tzv. *Ösenringe*. Kod kategorije *Spangbarren* razlikuju se prema Stein dva tipa, tip München-Luitpoldpark u obliku slova C (Butler 2002, 232, sl. 2,2-3) i tip Bermatigen u obliku rebra (Butler 2002, 232, sl. 2,4-6). Gotovo polovina ostava *Spangbarren* pojavljuje se u širokoj zoni istočno i zapadno od podnožja Alpa i Podunavlja, osobito u južnoj Bavarskoj i

gesamte Verlauf der Erzverarbeitung in den österreichischen Alpen rekonstruieren. Beim Abbau von Erz aus dem Gestein wurde die schon erwähnte Feuersetzmethode angewandt. Ein Beweis für die tatsächliche Anwendung dieser Methode sind große Mengen von Holzkohle, die sich unter den Abfällen nach der Auflassung der Bergwerke in den Stollen befanden. Nach dem Feuersetzen zersprang das Gestein infolge der plötzlichen Auskühlung, und das Kupfererz wurde mit besonders geformten Metallkeilen aus den Lagerstätten herausgebrochen, oder es wurde mit Steinrammen zusätzlich zerbrochen. Die Keile wurden auf Holzgriffe aufgesetzt. Obwohl die Stollen auch in größeren Tiefen lagen und nur eine Breite von 1-2 m hatten, wurde diese Methode weiter angewandt. Einzelne Autoren (Harding 2000, 213) vermuten, dass diese Arbeiten auch von Kindern verrichtet werden konnten, da nur sie in so engen Stollen hätten Platz haben können. Dafür bestehen jedoch keine unmittelbaren Hinweise. Auf allen Zeichnungen von Agricola sind Erwachsene zu sehen (Urban 1994; Craddock 1995, Abb. 2,4a, 2,37). In größeren Tiefen musste man auch eine Belüftung einrichten. Dies war gemäß Plinius und Agricola (Craddock 1995, 75, Abb. 2,37) mit Leintüchern möglich. Außerdem musste man irgendwie auch die Beleuchtung in den Stollen sicherstellen, zu welchem Zwecke entweder ein Feuer angezündet wurde, oder es dienten Schüsseln als Lichtquellen, die mit Fett und Öl gefüllt und mit einem Docht versehen waren. Feuer konnte auch mit Tannennadeln unterhalten werden, wie im irischen Bergwerk Mt Gabriel (Harding 2000, 215; Craddock 1995, 51-54). Auch Regen und unterirdische Wasserläufe konnten den Erzabbau erschweren, so dass vermutet wird, dass er damals nur zu bestimmten Jahreszeiten ausgeübt wurde (Harding 2000, 215). In den österreichischen Bergwerken wurden ziemlich viele Holzgegenstände gefunden, die in den Stollen verwendet worden waren. Es sind dies vor allem Schaufeln, dann Pfeiler und Balken für Galerien, Teile von Holzheimern, Mulden und Leitern. Daraus lässt sich schließen, dass ziemlich viel Holz notwendig war, um all dies herstellen zu können, was wiederum auf die Existenz auch der übrigen mit der Metallurgie zusammenhängenden Tätigkeiten hinweist. Nachdem das Erz aus den Schollen abgebaut war, wurde es mit Steinrammen, die bei mehreren Bergwerken – darunter auch in Mitterberg – erwähnt werden, zerbrochen. Ein sehr schönes Exemplar stammt aus einem bronzezeitlichen Bergwerk in England, Alderley Edge (Craddock 1995, Abb. 2,10).

Der erste Schritt bei der Kupfererzverarbeitung war die Umwandlung der Sulfiderze durch Brennen in Oxiderze. Dies geschah am offenen Feuer. Danach wurde das Erz in Schmelzöfen geschmolzen, um Kupfer, das sich am Ofenboden ablagerte, abzutrennen, während die Unreinheiten an der Oberfläche blieben oder in Form von Schlacke oder Gekrätz aus dem Ofen herauskamen. Solche Schlackenhaufen, die vielfach in der Nähe von Bergwerken zu finden sind, hatten sehr häufig einen hohen Eisengehalt, was wiederum bedeuten würde, dass Sulfiderze in eisenhaltigem Gestein lagen (Harding 2000, 216). Der Mitterberg ist reich an Schlackefunden, die das wichtigste Merkmal des vorgeschichtlichen Bergbauwesens sind. In den spätbronzezeitlichen Siedlungen Süddeutschlands befand sich viel Schlacke, was auf den Schmelzprozess hinweist. Dazu wurden wahrscheinlich Schmelzgefäße aus Graphit, Stein oder Ton verwendet. Für das Schmelzen von Kupfererz waren Öfen, die in der Umgebung von Salzburg freigelegt wurden, notwendig. Die Öfen waren üblicherweise um 1 m hoch, und normalerweise waren zwei Öfen in Betrieb (Harding 2000, 217).

području Salzburga. Druga serija tih ostava seže na sjever i jug u Češku, duž Vltave i Labe i pritoka. Njihovo područje rasprostiranja je puno manje od onog prstenastih «ingota» s ušicom. U pravilu se ne pojavljuju u grobovima i gotovo nikada s drugim predmetima. Izuzetak je ostava u Bavarskoj Waging-Mittermühle koja sadrži oko 150 kategorija *Spangenbarren*, jedan prstenasti oblik i mnogobrojne sjekire sa zaliscima te dlijeto Reinecke A2 karaktera (Butler 2002, 232). Nekada se mislilo da su ovi ingoti predstavljali grubo izlivenne oblike od kojih su se izrađivale ogrlice. No pojedini su autori to žestoko odbijali, navodeći pritom kronološke razloge. Naime, *Ösenringe* su se proizvodile od samog početka ranog brončanog doba i kasnije. Vrlo tanki, lagani prstenasti «ingoti» mogu se datirati u badensku kulturu ili u raniju fazu ranog brončanog doba (Mokrin, Singen) ili kasnije u rano brončano doba (Tinsdahl) (Butler 2002, 232-233). U novije vrijeme, R. Krause i E. Pernicka su na temelju analize metala pokazali da je takav tehnološki slijed isključen (Butler 2002, 233). Za razliku od prethodnih, ostave ogrlica s ušicom na krajevima pojavljuju se u cijeloj srednjoj Europi, od doline rijeke Po pa sve do Baltika. Neke od tih ostava su vrlo velike, npr. Hodonín u Moravskoj koja sadrži oko 650 ingota, ili npr. Piding-Mauthausen ostava, jugozapadno od Salzburga, s oko 700 ili možda čak 800 ingota (Butler 2002, 235). Pretpostavlja se da se ovi nalazi u ostavama mogu podijeliti u pojedinačne skupine prema njihovoj težini, pa se tako pretpostavlja i njihova upotreba kao simbola vrijednosti koji su se koristili kao predmonetarno sredstvo razmjene (Butler 2002, 236). Analize ovih predmeta su pokazale da se može izdvojiti poseban tip bakra kojega se naziva «klasični *Ösenringe* bakar». To je *Fahlerz* tip bakra sa sekundarnim primjesama arsena, olova i srebra (Butler 2002, 236). Prema J. J. Butleru (2002, 236) engleski termin «*ingot torques*» nije primjeren, budući da je nesporna obrada tih predmeta bila kovanjem. Stoga, ogrlica koja je bila kovana ne može nikako biti pravi ingot.

Drugo rudonosno područje, koje također može biti dosta značajno za usporedbu s brončanodobnom industrijom u Posavini, jest područje Slovačke. To je područje, zajedno s njemačko-saskim Rudogorjem i Alpama jedno od najznačajnijih rudarskih krajeva u srednjoj Europi. Značaj toga područja je istaknuo i V. G. Childe koji je rudama bogate Karpate označio kao glavnu osnovu za razvoj brončanodobnih kultura u Karpatskoj kotlini (Krause 2003, 41). Rudarska djelatnost na području Slovačke dokumentirana je još od 10. st., a spominje se i u 16. st. kod Agricole (Schalk 2002, 265). Počeci sustavnog arheometalurškog istraživanja u sjevernom dijelu Karpatske kotline su bili 50-ih godina u radu M. Novotne koja je prva ukazala na uske veze iskorištavanja bakrene rudače i nalazišta eneolitičkih bakrenih sjekira u Slovačkoj (Schalk 2002, 265). Za istraživanje rane metalurgije u sjevernoj Mađarskoj i Slovačkoj bile su značajne brojne analize koje su 60-ih godina proveli Schubert, Sangmeister, Junghans i Schröder, a u isto vrijeme C. Renfrew je istaknuo i područje Slovačke kao jedno od značajnih područja za nastanak i razvoj samostalne metalurgije u jugoistočnoj Europi (Schalk 2002, 266). U Slovačkoj postoje dva ili tri nalazišta na kojima se iskorištavao bakar u pretpovijesti. To su Špania Dolina, Španie

Es ist interessant, dass an den Standorten, bei denen der vorge-schichtliche Bergbau belegt ist, keine Metallgussformen gefunden wurden. Es sind uns nur Hortfunde mit kupfernen und bronzenen Ringbarren bekannt (Neugebauer 1994, 73; Harding 1983; Butler 2002), die sich in den Bergwerken benachbarten Gebieten befanden. A. Harding (1983, 28) erwähnt ungefähr 10.000 Ingots, gefunden in einem Umkreis zwischen dem Bergwerk und bis zu 720 km entfernten Gebieten. In Mähren ist die Dichte der Ingots etwas größer, sie machen 88% aller gefundenen Aunjetitzer Artefakte aus (Harding 1983, 28). Es gibt eine Uneinigkeit bei der vermuteten Metallproduktion in der Zeit Br A1, als vermutlich ca. 20 Tonnen Kupfer pro Jahr und 10-20 kg Ingots hergestellt wurden. Die Forschungen zeigten, dass die Ingotfunde nicht aus österreichischen Bergwerken stammen, was natürlich überraschend ist (Harding 1983, 35). Kürzlich befasste sich J. J. Butler mit den Fragen von Ingots (2002), der angibt, dass in ganz einfache »V«- oder »U«-förmige Gussformen aus Ton oder Stein Metallbarren gegossen wurden (Butler 2002, 231). Ingots teilt er in vier Formen ein, von denen drei in die Kategorie der so genannten Spangenbarren oder Rippenbarren eingeordnet wurden, während die vierte Form die so genannten Ösenringe umfasste. Bei der Kategorie der Spangenbarren wird anhand des Steins zwischen zwei Typen, dem Typus München-Luitpoldpark mit einer »C«-Form (Butler 2002, 232, Abb. 2,2-3) und dem Typus Bermatigen mit einer Rippenform unterschieden (Butler 2002, 232, Abb. 2,4-6). Fast eine Hälfte der Horte mit Spangenbarren kommt in der weiten Zone östlich und westlich der Alpen und des Donauraums, vor allem in Südbayern und im Gebiet von Salzburg, vor. Die zweite Hälfte dieser Horte reicht vom Norden bis zum Süden in Böhmen, entlang der Moldau und der Elbe und ihren Nebenflüssen. Ihr Verbreitungsgebiet ist viel geringer als das der Ösenringe. In der Regel kommen sie nicht in Gräbern, und fast nie mit anderen Artefakten, vor. Eine Ausnahme ist der bayerische Hort Waging-Mittermühle, der ca. 150 Kategorien von Spangenbarren, eine Ringform und viele Lappenbeile sowie einen Meißel mit den Merkmalen der Phase Reinecke A2 enthält (Butler 2002, 232). Früher wurde angenommen, dass diese Ingots grob gegossene Formen dargestellt hätten, aus denen Halsschmuck angefertigt wurde. Einzelne Autoren haben dies jedoch aus chronologischen Gründen heftig bestritten. Die Ösenringe wurden nämlich vom Anfang der Frühbronzezeit und später hergestellt. Die äußerst dünnen, leichten »Ringingots« lassen sich in die Baden-Kultur oder in die frühere Phase der Frühbronzezeit (Mokrin, Singen) oder später in die Frühbronzezeit datieren (Tinsdahl) (Butler 2002, 232-233). Kürzlich wiesen R. Krause und E. Pernicka anhand von Metallanalysen nach, dass diese technologische Abfolge ausgeschlossen ist (Butler 2002, 233). Im Gegensatz dazu kommen Horte mit Halsringen mit Ösen in ganz Mitteleuropa, vom Po-Tal bis zur Ostsee, vor. Einige dieser Horte sind sehr umfangreich, z.B. Hodonín in Mähren mit ca. 650 Ingots, oder z.B. das Depot Piding-Mauthausen südwestlich von Salzburg mit ca. 700 oder vielleicht sogar 800 Ingots (Butler 2002, 235). Vermutlich lassen sich diese Depotfunde anhand ihres Gewichts spezifizieren, so dass ihre Verwendung als Wertsymbole, die als vormonetäres Tauschmittel eingesetzt wurden, angenommen wird (Butler 2002, 236). Analysen dieser Gegenstände zeigten, dass sich ein besonderer Typus von Kupfer kategorisieren lässt, welches als »klassisches Ösenringkupfer« bezeichnet wurde. Dabei handelt es sich um Fahlerzkupfer mit sekundären Beimischungen von Arsen, Blei und Silber (Butler 2002, 236). Gemäß J. J. Butler (2002, 236) ist der englische Begriff »*ingot torques*« nicht angemessen, da diese Artefakte zweifelsohne durch Schmieden bearbeitet wurden.

Pole, Slovinky i Stará Bistrica (Furmánek, Vladar 2002, 259). Također, postoje indicije da se kositar u obliku kasiterita dobio iz manjih aluvijalnih ležišta. U Slovačkoj su to Zips-Gemer Rudogorje, Niske Tatré i Považský Inovec (Furmánek, Vladar 2002, 259). Ovo isključuje mogućnost da je kositar na područje Slovačke dolazio iz susjednog njemačko-češkog Rudogorja (Furmánek 1987, 49).

Treće značajno područje je ono na granici Njemačke i Češke – *Erzgebirge*, za koje se zna da je bilo bogato bakrom, kositrom, željezom i arsenom (Taylor 1983). Već su se Otto i Witter bavili mogućim dobivanjem i preradom rudača u neolitiku i ranom brončanom dobu. Oni donose opis različitih tipova rudača, od toga šest skupina bakra, koje su dobivene na oko 1400 analiza artefakata iz srednje Europe. Njihove analize su do danas sačuvala svoju vrijednost. Za ovo područje karakterističan je tzv. *Fahlerz* (sinja ruda). Na osnovi analize južnonjemačkih artefakata koji sadrže svi *Fahlerzi*, pretpostavilo se njihovo porijeklo u srednjoj Njemačkoj. Danas se zna da i rudnici u istočnim Alpama sadrže *Fahlerz* (Krause 2003, 32). U središtu istraživanja pretpovijesnog rudarstva na ovome području uvijek postoji pitanje ležišta kositra. Odlučujuće je pitanje – je li kositar bio pristupačan brončanodobnim rudarima. Već je 60-ih godina Pleinerova mislila da nije bilo kositra u Rudogorju jer se nisu mogli dokazati nikakvi odgovarajući nalazi ili tragovi naselja. Muhly je 1973. godine izrazio mišljenje kako kositar zbog svoje povezanosti s granitom nije mogao biti iskorištavan u pretpovijesti, ali je prešutio činjenicu da se velika količina kositra nalazila u aluvijalnim nanosima. Na to su ukazali Shell, Roden i na kraju Bartelheim i Niederschlag (Krause 2003, 32). Terenski pregledi Bartelheima i Niederschlaga lokalizirali su tri, djelomično izdužena, ležišta kositra (Krause 2003, sl. 8).

Provedeno je i sustavno arheometalurško istraživanje zajedničkog tima engleskih i čeških arheologa (Bouzek et al. 1989). Rekognoscirajući područja bogata rudačama, otkrili su ulomke prethistorijske keramike koji pripadaju lokalnim brončanodobnim skupinama. Arheometalurška istraživanja su pokazala da se uz pretpostavljena ležišta kositra nalazilo keramike unjetičke kulture, kulture grobnih humaka i kasnobrončanodobnih kultura Knovize i Lužice (Bouzek et al. 1989, sl. 2-3).

Kao što smo već spomenuli, R. Krause (2003) posebno izdvaja rudama bogata područja u zapadnim Alpama: Graubünden i Wallis. Na ovome području, južno od Bodenseea, poznata su brojna naselja i drugi nalazi koji ukazuju na pretpovijesnu metaluršku djelatnost. Naselja u Graubündenu nalaze se na području široko rasprostranjenih ležišta bakra. U njima se nalaze ostaci šljake. Prema istraživanjima W. Fasnachta (1999), samo na području Oberhalbstein imamo oko 40 nalazišta sa šljakom. Na ovom prostoru se nalazi i brončanodobno naselje Savognin-Padnal (Fasnacht 1999). Savognin leži u središtu brončanodobne i željeznodobne produkcije bakra i nije, prema ^{14}C datumima, bio naseljavan prije 1900-te god. pr. Kr. Većina bakrene rudače potječe iz kasnog brončanog i željeznog doba, kada su se iskorištavala dublja sulfidna ležišta. W. Fasnacht (1999, 267) pretpostavlja da je

Folglich kann bei einem geschmiedeten Halsring keinesfalls von einem echten Ingot die Rede sein.

Ein weiteres erhaltiges Gebiet, das für die Analogien mit der bronzezeitlichen Industrie in der Posavina ebenfalls von Bedeutung sein kann, ist das Gebiet der Slowakei. Heute ist dieses Gebiet zusammen mit dem deutschen sächsischen Erzgebirge und den Alpen eines der bedeutendsten Bergbaugebiete Mitteleuropas. Auf die Bedeutung dieses Gebiets wurde auch von V. G. Childe hingewiesen, der die erzeichen Karpaten als die Basis für die Entwicklung der bronzezeitlichen Kulturen im Karpatenbecken identifizierte (Krause 2003, 41). Der Bergbau im Gebiet der Slowakei ist schon ab dem 10. Jahrhundert belegt und wird auch im 16. Jahrhundert bei Agricola erwähnt (Schalk 2002, 265). Systematische archäometallurgische Forschungen im nördlichen Teil des Karpatenbeckens begannen in den 50er Jahren mit der Arbeit von M. Novotná, die als erste auf den engen Zusammenhang zwischen der Gewinnung von Kupfererz und den Fundorten der äneolithischen Kupferbeile in der Slowakei hinwies (Schalk 2002, 265). Für die Forschung der frühen Metallurgie in Nordungarn und der Slowakei waren zahlreiche Analysen von Bedeutung, die in den 60er Jahren von Schubert, Sangmeister, Junghans und Schröder durchgeführt wurden; parallel dazu wies auch C. Renfrew auf das Gebiet der Slowakei als eines der bedeutenden Gebiete für die Entstehung und Entwicklung einer selbständigen Metallurgie in Südosteuropa hin (Schalk 2002, 266). In der Slowakei gibt es zwei oder drei Fundorte, an denen in der Vorgeschichte Kupfer abgebaut wurde. Es sind dies Špania Dolina, Španie Pole, Slovinky und Stará Bistrica (Furmánek, Vladar 2002, 259). Außerdem gibt es Anzeichen, dass Zinn in Form von Kassiterit an kleineren Alluviallagerstätten gewonnen wurde. In der Slowakei sind dies das Zips-Gemer-Erzgebirge, die Niedere Tatra und Považský Inovec (Furmánek, Vladar 2002, 259). Somit wird die Möglichkeit ausgeschlossen, dass Zinn aus dem benachbarten deutsch-böhmischen Erzgebirge in das Gebiet der Slowakei gelangte (Furmánek 1987, 49).

Ein drittes bedeutendes Gebiet liegt an der Grenze von Deutschland und Böhmen – das Erzgebirge, das bekanntlich reich an Kupfer, Zinn, Eisen und Arsen war (Taylor 1983). Schon Otto und Witter beschäftigten sich mit der möglichen Gewinnung und Verarbeitung von Erz im Neolithikum und in der Frühbronzezeit. Sie beschreiben die verschiedenen Typen von Erz, davon sechs Gruppen von Kupfer, die aus ca. 1400 Analysen der Artefakte aus Mitteleuropa klassifiziert wurden. Ihre Befunde haben bis heute ihren Wert behalten. Charakteristisch für dieses Gebiet ist das so genannte *Fahlerz*. Aufgrund der Analysen der süddeutschen Artefakte, die alle *Fahlerz* enthielten, wurde ihre Herkunft in Zentraldeutschland vermutet. Heute weiß man, dass auch die Bergwerke in den Ostalpen *Fahlerz* enthalten (Krause 2003, 32). Im Mittelpunkt der Forschung des vorgeschichtlichen Bergbauwesens in diesem Bereich steht noch immer die Frage der Zinnlagerstätten. Die ausschlaggebende Frage ist, ob Zinn für die bronzezeitlichen Bergleute zugänglich war. Schon in den 60er Jahren nahm Pleinerová an, dass es im Erzgebirge gar kein Zinn gab, da es durch keine entsprechenden Funde oder Siedlungsspuren belegt werden konnte. Muhly äußerte 1973 die Meinung, dass Zinn wegen seiner Verbindung mit Granit in der Vorgeschichte hätte abgebaut werden können, er übersah aber die Tatsache, dass sich große Mengen von Zinn in den Alluvialanschwemmungen befanden. Darauf wiesen Shell, Roden und am Ende Bartelheim und Niederschlag hin (Krause 2003, 32). In Feldbegehungen von

za iskorištavanje takvih naslaga bila nužna uporaba željeznih alatki. Nešto lošije stanje istraživanja je u području Wallis i u Bern Oberlandu, gdje su postojali i srednjovjekovni rudnici bakra. U Val d'Anniviersu i u Turtmanntalu nalaze se bogate bakrene rudače s antimonom, arsenom, niklom i kobaltom (Krause 2003, 36).

Među ostala područja bogata bakrom i kositrom ubrajaju se ona u južnim Alpama i na Balkanu (Krause 2003, 42). Najpoznatije je u Rudnoj Glavi u Srbiji i Ai Bunaru u južnoj Bugarskoj. Istraživanja odnosa ovih dvaju rudnika, kao i njihova odnosa prema drugima, npr. prema Majdanpeku, provedena su u novije vrijeme (Krause 2003, 42; Pernicka et al. 1993).

Pernicka, Begemann, Schmitt-Strecke i Wagner (1993, 3, Table 1) analizirali su oko 89 eneolitičkih i ranobrončanodobnih bakrenih metalnih artefakata iz središnje i istočne Srbije, jednu olovnu perlu iz Ostrikovač-Djula, 13 uzoraka malahita iz ranovinčanskog naselja Selevac i 2 iz kasnovinčanskog naselja Medvednjak. Ovi uzorci pokrivaju široki raspon od ranog eneolitika do ranog brončanog doba, tj. od prve polovice 5. tis. pr. Kr. do 3. tis. pr. Kr. Cilj istraživanja bio je pokazati kakva je bila uloga prapovijesnog rudnika Rudna Glava u proizvodnji bakrenih artefakata na srednjem Balkanu. Analize su dovele do zanimljivih rezultata koji se svi svode na to da se niti jedan artefakt ne može povezati s rudačom iz Rudne Glave (Pernicka et al. 1993, 37). Također, definitivno se može isključiti da uzorci malahita iz naselja Selevac, koje je suvremeno najstarijim oknima u Rudnoj Glavi, potječu iz istog rudnika. Za nešto mlađe nalaze iz vremena Bodrogkerezstur/Bubanj Hum I iz Zlotske pećine može se tražiti porijeklo u rudniku Majdanpek, 20 km sjeverozapadno od Rudne Glave (Pernicka et al. 1993, 38). Sve ovo bi ukazivalo na postojanje nekih drugih rudnika u regiji oko 5000. god. pr. Kr.

Za područje ranog brončanog doba u literaturi se pretpostavlja iskorištavanje ležišta kositra u Srbiji (McGeehan-Liritzis, Taylor 1987; Durman 1997). Ležišta su se nalazila na području planina Cer, Bukulja i Srebrenica. Ove žile su terciarni depoziti (McGeehan-Liritzis, Taylor 1987, 289). Ipak, najznačajnija ležišta su aluvijalnog kasiterita koja su bila i najprihvatljivija za ranobrončanodobne stanovnike, a bilo ga je, izgleda, dovoljno za distribuciju u druge krajeve pa tako i u Egeju (McGeehan-Liritzis, Taylor 1987, 290). Na ova se istraživanja nadovezuje i ono koje pretpostavlja, na osnovi geoloških sličnosti planinskih masiva, ležišta kositra i u sjevernoj Bosni (Durman 1997). Iako ovo istraživanje nije temeljeno na terenskom istraživanju, vrlo je važno za promatranje bogate brončane industrije kulture polja sa žarama u sjevernoj Hrvatskoj i sjevernoj Bosni.

Metalurški proces sastojao se od kopanja rudače, njezine prerade i distribucije u naselja sve do proizvodnje gotovih predmeta. U ovoj posljednjoj fazi od presudnog je značenja lijevanje metala u kalupima. Kalupi su najčešći nalazi koji ukazuju na postojanje ljevačkog obrta u naseljima kulture polja sa žarama. U kasnom brončanom dobu upotrebljavaju se uglavnom dvodijelni kalupi koji su služili za serijsko lijevanje jednog tipa predmeta, a pojedini kalupi su služili za istodobno lijevanje različitih tipova predmeta. Zahvaljujući tako razvijenoj ljevačkoj djelatnosti mogao se lijevati veći broj predmeta raznovrsnih oblika i funkcije. Kalupi su se izrađivali od raznih sirovina, najčešće od

Bartelheim und Niederschlag wurden drei teilweise ausgedehnte Zinnlagerstätten freigelegt (Krause 2003, Abb. 8).

Von einem Team aus englischen und tschechischen Archäologen wurde auch eine systematische archäometallurgische Forschung vorgenommen (Bouzek et al. 1989). In Landbegehungen der erzeichen Gebiete entdeckten sie Fragmente vorgeschichtlicher Keramik, die zu den lokalen bronzezeitlichen Gruppen gehörten. Archäometallurgische Forschungen zeigten, dass sich bei den mutmaßlichen Zinnlagerstätten Keramik der Aunjetitzer Kultur, der Hügelgräberkultur und der spätbronzezeitlichen Kulturen Knovize und Lužice fand (Bouzek et al. 1989, Abb. 2-3).

Wie bereits erwähnt, kategorisierte R. Krause (2003) die erzhaltigen Gebiete in den Westalpen: Graubünden und das Wallis. In diesem Gebiet, südlich des Bodensees, sind viele Siedlungen und sonstige Funde bekannt, die auf eine vorgeschichtliche metallurgische Tätigkeit hinweisen. Die Siedlungen in Graubünden befinden sich in einem Gebiet mit weit verbreiteten Kupferlagerstätten. Darin befinden sich Überreste von Schlacke. Gemäß den Forschungen von W. Fasnacht (1999) gibt es allein im Gebiet Oberhalbstein ca. 40 Fundorte mit Schlacke. In diesem Gebiet befindet sich auch die bronzezeitliche Siedlung Savognin-Padnal (Fasnacht 1999). Savognin liegt im Zentrum der bronze- und eisenzeitlichen Kupferproduktion und wurde anhand der ¹⁴C-Daten nicht vor dem Jahr 1900 v. Chr. besiedelt. Der Großteil des Kupfererzes stammt aus der Spätbronzezeit und der Eisenzeit, als die tieferen Sulfidlagerstätten abgebaut wurden. W. Fasnacht (1999, 267) vermutet, dass für ihren Abbau Eisenwerkzeuge notwendig waren. Etwas schlechter ist der Forschungsstand im Gebiet Wallis und im Berner Oberland, wo auch mittelalterliche Kupferbergwerke bestanden. In Val d'Anniviers und in Turtmanntal befinden sich reiche Kupfererze mit Antimon, Arsen, Nickel und Kobalt (Krause 2003, 36).

Zu den übrigen kupfer- und zinnreichen Gebieten zählen die südlichen Alpen und der Balkan (Krause 2003, 42). Am bekanntesten sind Rudna Glava in Serbien und Ai Bunar in Südbulgarien. Eine Untersuchung der wechselseitigen Beziehungen zwischen diesen beiden Bergwerken sowie ihrer Beziehungen zu den anderen Bergwerken, beispielsweise zu Majdanpek, wurde kürzlich durchgeführt (Krause 2003, 42; Pernicka et al. 1993).

Pernicka, Begemann, Schmitt-Strecke und Wagner (1993, 3, Table 1) analysierten ungefähr 89 äneolithische und frühbronzezeitliche kupferne Metallartefakte aus Zentral- und Ostserbien, eine Bleiperle aus Ostrikovač-Djula, 13 Malachitexemplare aus der Siedlung Selevac der frühen Vinča-Kultur und 2 aus der Siedlung Medvednjak der späten Vinča-Kultur. Diese Exemplare decken eine breite Zeitspanne ab, vom Frühäneolithikum bis zur Frühbronzezeit, d.h. von der ersten Hälfte des 5. Jahrtausends v. Chr. bis zum 3. Jahrtausend v. Chr. Das Ziel der Untersuchung war es, die Rolle des vorgeschichtlichen Bergwerkes Rudna Glava bei der Produktion von Kupferartefakten im Zentralbalkan zu erforschen. Die Analysen brachten interessante Ergebnisse, die alle auf einen Punkt hinauslaufen: keines der Artefakte besteht aus dem Erz aus Rudna Glava (Pernicka et al. 1993, 37). Außerdem kann man mit Gewissheit ausschließen, dass die Malachitexemplare aus der Siedlung Selevac, die zeitlich parallel mit den ältesten Schächten in Rudna Glava existierte, aus diesem Bergwerk stammen. Die Herkunft der etwas jüngeren Funde aus der Zeit Bodrogkerezstur/Bubanj Hum I aus Zlotska pećina kann im Bergwerk Majdanpek, 20 km nordwestlich von Rudna Glava, gesucht werden (Pernicka et al. 2003, 38). All dies dürfte auf das Bestehen von bestimmten anderen Bergwerken in der Region um das Jahr 5000 v. Chr. hinweisen.

kamena, koji je najotporniji na toplinske promjene, ali i od gline i rjeđe od metala. Oni od kamena su bili izrađivani od kamena koji se mogao dobro obrađivati, a najčešće su to određene vrste pješčenjaka. Za kalničke kalupe znamo da su bili izrađivani od svijetlosivog šupljikavog tufa (Vrdoljak 1992, 76; Vrdoljak, Forenbacher 1995). Kalupi od metala su pažljivo izrađivani od metala, čija je kompozicija bila drukčija od sastava slitine koja se u njima lijevala. U našim krajevima nije, koliko je poznato, pronađen niti jedan takav metalni kalup. Posebnu vrstu čine glineni kalupi za čiju se izradu glina pripremala na poseban i pažljiv način (Šimek 1990). U kasnom brončanom dobu su osobito česti kalupi za lijevanje šupljih sjekira ili keltova (Wanzek 1989). B. Wanzek (1989, sl.2) detaljno opisuje dijelove jednog takvog dvodijelnog kalupa za lijevanje šuplje sjekire. Njegovi se termini dovode u vezu s onima koje navodi A. Durman u svome radu o metalurgiji vučedolske kulture (1983, 25-26). Stoga se može reći da su dijelovi dvodijelnog kalupa za lijevanje metala sljedeći: 1. jezgrenik, 2. sljubnica ili diobena površina, 3. kalupna ili uljevna šupljina, 4. oznake za podudaranje dvaju dijelova kalupa, 5. jezgra, 6. jezgrena oslonac ili jezgrena marka, 7. uljevni kanal. Dodatni dijelovi su još: kanalići za zrak, utori za klinove koji spajaju dva jezgrenika, žljebovi za uzicu od organskog materijala ili žice.

Pojedini autori su pristupili i eksperimentalnoj izradi kalupa za lijevanje bakrenih i brončanih predmeta (Coghlan 1975). Kao posljedica toga pojavili su se i u našoj literaturi rezultati jednog takvog eksperimenta. Bračni par Šimek vrlo je zorno prikazao izradu glinenih kalupa za lijevanje metala (Šimek 1990), a na to ih je potaknuo nalaz kalupa s lokaliteta Sv. Petar Ludbreški (1979). Oni su u svome radu opisali proces izrade glinenih kalupa koji su osobito osjetljivi na visoke temperature slitine pa je za njihovu izradu bila potrebna posebna vještina pripreme glinene smjese. Nalaz kalupa iz Svetog Petra i «ljevačka radionica» stavlja se na sam kraj razdoblja kasnog brončanog doba (Šimek 1979, 115, T. 5-6). Kako je vidljivo iz njihova eksperimenta, kalupi su bili izrađivani od gline koja je u sebi imala dosta primjesa pijeska. Takvi kalupi su mogli biti upotrebljavani više puta. Glineni kalupi su bili poznati i iz ranijih razdoblja, npr. vučedolske kulture s lokaliteta Vinkovci i Vučedol (Durman 1983).

Rezultati istraživanja naselja ukazuju na prisutnost radioničkih središta u pojedinim naseljima, gdje se lokalno izrađivala keramika, predmeti od kosti, kamena, vjerojatno od tekstila i, što je od osobitog značenja, metala. Iako metalurški obrt nije bio presudan u životu ljudi brončanog doba, on je sasvim sigurno činio značajan dio gospodarske osnove brončanodobnog društva, a i nama arheolozima ostavio bogata svjedočanstva o životu ljudi toga vremena.

Važne dokaze o razvijenoj metalnoj industriji pruža veliki broj ostava koje su nekim autorima poslužile kao osnova za rješavanje problema periodizacije kulture polja sa žarama (Mozsolics 1985; Vinski-Gasparini 1973).

Ostava iz naselja Mačkovac-Crišnjevi slučajno je izorana skupina predmeta (Karavanić, Mihaljević 2001), o čijim okolnostima nalaza doznajemo iz knjige inventara Gradskog muzeja Nova Gradiška i usmeno od čovjeka koji ju je pronašao. Nešto više podataka o okolnostima nalaza pojedinih slavonskih ostava možemo naći u izvještajima muzejskih povjere-

Für die Frühbronzezeit wird in der Literatur der Abbau von Zinnlagerstätten in Serbien vermutet (McGeehan-Liritzis, Taylor 1987; Durman 1997). Die Lagerstätten befanden sich im Gebiet der Gebirge Cer, Bukulja und Srebrenica. Diese Adern sind Tertiärablagerungen (McGeehan-Liritzis, Taylor 1987, 289). Doch die bedeutendsten Lagerstätten sind die des alluvialen Kassiterits, die für die frühbronzezeitliche Bevölkerung auch am geeignetsten waren, und es reichte anscheinend auch für eine Verbreitung in andere Gebiete, darunter auch bis zur Ägäis (McGeehan-Liritzis, Taylor 1987, 290). An diese Untersuchungen knüpft auch die Forschung an, die aufgrund der geologischen Verwandtschaft der Gebirgsmassive auch in Nordbosnien Zinnlagerstätten annimmt (Durman 1997). Obwohl diese Untersuchung nicht auf Feldbegehungen basiert, ist sie für die Betrachtung der intensiven Bronzeindustrie der Urnenfelderkultur in Nordkroatien und Nordbosnien sehr wichtig.

Das metallurgische Verfahren bestand aus dem Abbau von Erz, seiner Verarbeitung und seiner Verteilung in der Siedlung bis zur Herstellung der fertigen Produkte. In der letzteren Phase ist das Gießen des Metalls in die Gussformen von ausschlaggebender Bedeutung. Die Gussformen sind die häufigsten Funde, die auf das Bestehen des Gießhandwerks in den Siedlungen der Urnenfelderkultur hinweisen. In der Spätbronzezeit wurden überwiegend zweiteilige Gussformen verwendet, die für die Serienproduktion von einem Typus von Artefakten dienten, und die einzelnen Gussformen dienten auch zur gleichzeitigen Produktion von verschiedenen Arten von Gegenständen. Dank der entwickelten Gießfähigkeit konnte eine größere Anzahl von Gegenständen unterschiedlicher Formen und Funktionen gegossen werden. Die Gussformen wurden aus verschiedenen Rohstoffen hergestellt, meistens aus Stein, der den größten Widerstand gegen starke Temperaturschwankungen aufweist, aber auch aus Ton und seltener aus Metall. Der Stein, der als Rohmaterial verwendet wurde, zeichnete sich durch gute Verarbeitungseigenschaften aus, am häufigsten waren es bestimmte Arten von Sandstein. Von den Gussformen von Kalnik wissen wir, dass sie aus hellgrauem porösem Tuffstein sind (Vrdoljak 1992, 76; Vrdoljak, Forenbacher 1995). Die Gussformen aus Metall wurden sorgfältig aus einem Material hergestellt, dessen Zusammensetzung sich von der der darin gegossenen Legierung unterschied. In den kroatischen Gebieten wurden, soweit bekannt, keine Gussformen aus Metall gefunden. Eine besondere Art sind die Gussformen aus Ton, für deren Produktion der Ton mit besonderer Sorgfalt hergestellt wurde (Šimek 1990). In der Spätbronzezeit sind Gussmodelle zum Gießen von Tüllenbeilen oder Kelts sehr häufig (Wanzek 1989). B. Wanzek (1989, Abb. 2) beschreibt detailliert die Teile eines zweiteiligen Gussmodells für Tüllenbeile. Die von ihm verwendeten Begriffe sind denen von A. Durman in seinem Aufsatz über die Metallurgie der Vučedol-Kultur ähnlich (1983, 25-26). Daher kann man sagen, dass zweiteilige Metallgussmodelle aus den folgenden Teilen bestehen: 1. Gussform, 2. Formfläche, 3. Negativ, 4. Passmarken, 5. Kern, 6. Kernmarke, 7. Eingusskanal. Zusätzliche Teile sind auch: Luftkanäle, Verzapfungslöcher, die zwei Gussformen verbinden, Rillen für Schnüre aus organischem Material oder Draht.

Einzelne Autoren versuchten sich sogar in der Experimentalproduktion von Gussmodellen für Kupfer- und Bronzegegenstände (Coghlan 1975). Als Folge davon wurden auch in der kroatischen Literatur die Ergebnisse eines solchen Experiments veröffentlicht. Das Ehepaar Šimek zeigte sehr detailliert die Herstellung von Gussmodellen aus Ton für den Metallguss (Šimek 1990), wozu sie durch den Fund eines Gussmodells vom Standort Sv. Petar

nika s kraja 19. i početka 20. stoljeća. Takav je slučaj s ostavom iz Bizovca (Purić 1895-1896).

Osim slučajnih nalaza pojedinačnih predmeta, ostava, nalaza iz naselja, imamo i nalaze iz grobova koji nam govore o načinu prerade metala i proizvodnje brončanih predmeta. Vjerojatno se radi o priložima u grobu majstora ljevača koji su putovali iz naselja u naselje i tako prenosili svoje ideje, vještine, stilske i estetske poglede. Moguće je da je jedan majstor opskrbljivao više sela i zaselaka na jednome području kulture polja sa žarama. Takav nalaz potječe iz pokrajine Pfalz, s lokaliteta Speyerdorf (Sperber 2000). U ranijim objavama nalaza iz tog groba sumnjalo se na cjelovitost grobnog nalaza zbog nalaza dviju britvi, a nalaze metalnih ingota držalo se samo imovinom bogatijih slojeva društva tzv. «*Schwertträgeradlersa*». Novije studije su pokazale kako je jedan od ingota, ranije interpretiran kao sirovina od bronce s visokim udjelom kositra, sada nakovanj koji je bio u uporabi. Stoga je ovo nalaz groba jednog odraslog čovjeka koji je bio majstor u preradi metala i proizvodnji metalnih predmeta. Zbunjuje nalaz dviju britvi, ali L. Sperber to objašnjava time što je jedna britva slučajno dospjela u grob i bila spaljena zajedno s pokojnikom, a druga je zajedno s ostalim metalnim predmetima i keramičkim posudama bila naknadno položena. Sličan nalaz je onaj iz Steinkirchena (Müller-Karpe 1969) i iz Funena (Randsborg 1984). U grobu iz Steinkirchena pronađen je metalni predmet koji je na prvi pogled nalikovao punci, ali ga autor interpretira također kao nakovanj koji na jednoj strani ima 3 žlijeba. Proces rada je započinjao postavljanjem ovoga nakovnja u drveni podložak, a nastavljao se postavljanjem metalnoga lima na njega. Na unutrašnju stranu lima udaralo se puncama pomoću čekića. H. Müller-Karpe (1969) navodi da su se punce i nakovnji više javljali u ostavama kao što je ona Přestavky (Müller-Karpe 1980, T. 407A,25) ili Stockheim (Müller-Karpe 1980, T. 418D, 24). Vrlo zanimljiv grob je onaj iz Hesselagera s područja Funena (Randsborg 1984). U tom grobu pronađene su kamene alatke koje su služile za finu obradu i poliranje metalnih predmeta. K. Randsborg (1984,188) se ukratko osvrće na socijalnu stratifikaciju brončanog doba Danske i smatra da su grobovi s takvim predmetima pripadali slojevima društva koji nisu pripadali vodećem sloju. Društvena elita je uz sebe u grob nosila prestižnije predmete i predmete od zlata. Majstori u preradi metala su pripadali nekom srednjem sloju društva.

DOKAZI PRERADE METALA U NASELJU MAČKOVAC-CRIŠNJEVI

Na lokalitetu Mačkovac-Crišnjevi 1985. godine pri oranju je pronađena ostava brončanih predmeta koju smo datirali u fazu II kulture polja sa žarama u sjevernoj Hrvatskoj (Karavanić, Mihaljević 2001).

U rano proljeće 1997. godine ekipa studenata za arheologiju, pod vodstvom dr. sc. Snježane Karavanić i Marije Mihaljević, posjetila je položaj na Crišnjevima. Tom prigodom prikupljen je dio površinskog, uglavnom keramičkog materijala. Gustoća keramike, njezina kvaliteta i kronološka pripadnost kasnom brončanom dobu upućivali su na izravnu vezu naselja i ostave. Godine 1997. istražena je površina od 50 m². To je bila neka vrsta probnog sondiranja kojim smo utvrdili kulturni

Ludbreški (1979) angeregt wurden. In ihrem Aufsatz beschrieben sie das Produktionsverfahren der Gussmodel aus Ton, die gegen hohe Temperaturen der Legierung besonders empfindlich sind, so dass für ihre Herstellung besondere Kenntnisse über die geeignete Tonmischung notwendig waren. Der Gussmodel aus Sveti Petar und die »Gusshütte« werden an das Ende der Spätbronzezeit datiert (Šimek 1979, 115, T. 5-6). Wie aus ihrem Experiment hervorgeht, wurden die Gussformen aus Ton mit einem großen Anteil von beigemischtem Sand hergestellt. Solche Gussformen konnten mehrfach verwendet werden. Gussmodel aus Ton waren bereits aus früheren Perioden bekannt, z.B. aus der Vučedol-Kultur von den Standorten Vinkovci und Vučedol (Durman 1983).

Die Ergebnisse der Ausgrabungen der Siedlung weisen auf das Bestehen von Werkstattzentren in den einzelnen Siedlungen hin, wo vor Ort Keramik, Artefakte aus Knochen, Stein, wahrscheinlich aus textilen Material, und – was von besonderer Bedeutung ist – aus Metall hergestellt wurden. Obwohl das metallurgische Gewerbe für das Leben der Menschen der Bronzezeit nicht ausschlaggebend war, machte es wohl einen wesentlichen Teil der wirtschaftlichen Basis der bronzezeitlichen Gesellschaft aus, und für die Archäologen hinterließ es reiche Zeugnisse vom Leben der Menschen dieser Zeit.

Wichtige Beweise der entwickelten Metallindustrie bietet auch die große Zahl der Horte, die einigen Autoren als Grundlage bei der Lösung des Problems der Periodisierung der Urnenfelderkultur diente (Mozsolics 1985; Vinski-Gasparini 1973).

Bei den Hortfunden aus der Siedlung Mačkovac-Crišnjevi handelt es sich um eine zufällig beim Pflügen freigelegte Gruppe von Artefakten (Karavanić, Mihaljević 2001), zu deren Fundumständen wir aus dem Inventarbuch des Stadtmuseums Nova Gradiška und mündlich vom Finder erfahren. Etwas genauere Angaben über die Fundumstände der einzelnen slawonischen Horte können wir in den Berichten der Museumsbeauftragten vom Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts lesen. Dies gilt auch für den Hort von Bizovac (Purić 1895-1896).

Außer Zufallsfunden einzelner Artefakte, Horte und Siedlungsfunde geben auch die Grabfunde Aufschluss über die Methoden der Metallverarbeitung und der Produktion von Bronzegegenständen. Wahrscheinlich handelt es sich um Grabbeigaben in den Gräbern der Gießhandwerker, die von Siedlung zu Siedlung reisten und somit ihre Ideen, Fertigkeiten, stilistischen und ästhetischen Ansichten weitertrugen. Möglicherweise versorgte ein Gießer mehrere Dörfer und Ortschaften in einem Gebiet der Urnenfelderkultur. Ein solcher Grabfund stammt aus der Pfalz, vom Standort Speyerdorf (Sperber 2000). In den früheren Veröffentlichungen der Funde aus diesem Grab bezweifelte man die Vollständigkeit der Grabfunde wegen zweier Rasierklingen, und die Funde von Metallingots hielt man bloß für das Vermögen reicherer gesellschaftlicher Schichten, des so genannten Schwertträgeradels. Neuere Studien zeigten, dass einer der Ingots, der früher als Bronzerohmaterial mit einem hohen Zinnanteil gedeutet worden war, nun als ein gebrauchter Amboss zu interpretieren ist. Deshalb handelt es sich bei diesem Fund um das Grab eines Erwachsenen, der Meister der Metallverarbeitung und der Produktion von Metallgegenständen war. Verblüffend ist der Fund zweier Rasierklingen, aber Sperber erklärt dies dadurch, dass eine zufällig ins Grab gelangte und gemeinsam mit dem Verstorbenen verbrannt wurde, während die andere zusammen mit den übrigen Metallartefakten in Keramikgefäßen nachträglich beigegeben wurde. Einem ähnlichen Fund begegnen wir auch in Steinkirchen (Müller-Karpe 1969) und Funen (Randsborg 1984). Im Grab aus Steinkirchen wurde ein Metallgegenstand gefunden,

sloj iz kasnog brončanog doba. Kulturni sloj je bio vrlo plitak do dubine od 80 cm. Arheološkim iskopavanjem izdvojene su tri stratigrafske jedinice. Stratigrafska jedinica 001 predstavlja gornji površinski sloj koji je još ispunjen humusom i u njemu je pronađeno nešto prehistorijske keramike i kućnog lijepa. Ponekad se javljaju i nalazi latenske keramike. Drugi sloj je kulturni depozit iz brončanog doba, uglavnom tamnosmeđe do crne boje u kojemu su pronađeni ostaci brončanodobne keramike, kućnog lijepa, metalnih predmeta i životinjskih kostiju. Ponekad se nalaze i predmeti od kamena koji su služili u različite svrhe. Treći sloj ili stratigrafska jedinica 003 je zadnji predzdravični sloj koji u sebi sadrži veće količine životinjskih kostiju i drvenog ugljena. U njemu je pronađen i fragment lasinjske keramike i nešto kremenih artefakata i jezgri.

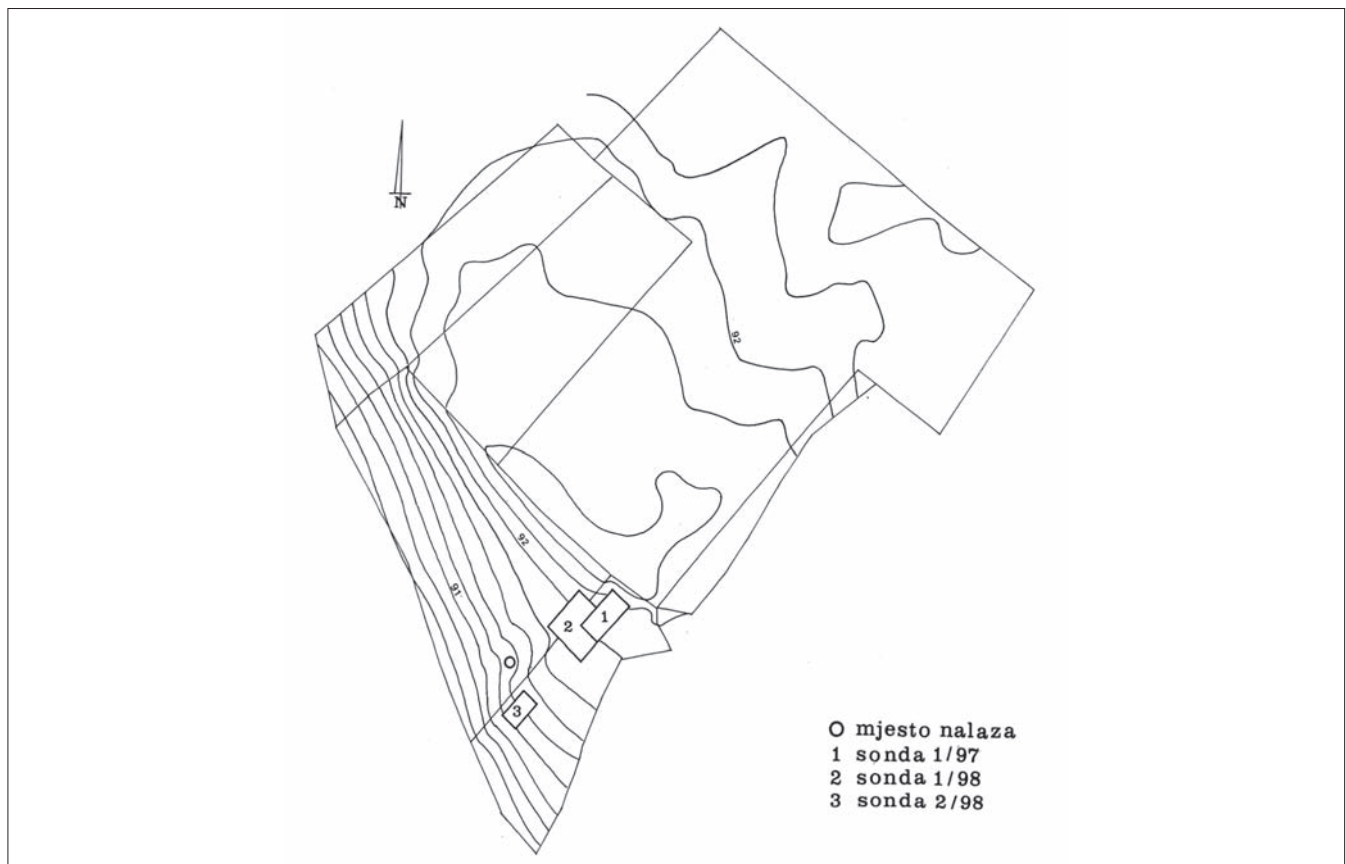
Godine 1998. godine nastavljena su istraživanja koja su trajala tri tjedna i obuhvaćala su iskopavanje sonde od 75 m² koja se nastavljala na sondu iz 1997. godine. Cilj ovog iskopavanja bio je istražiti okoliš položaja ostave iz 1985. godine (sl. 1).

Značenje tih dvogodišnjih istraživanja je u pronalasku jednog ognjišta od zapečene gline koje se nalazilo nedaleko od položaja ostave. Ognjište o kojem govorimo radno smo označili kao stratigrafsku jedinicu 006. Prvi dio ognjišta iskopan je u sondi 1/1997. godine, kada je ono bilo djelomično vidljivo u tlocrtu i presjeku u zapadnom profilu, u kvadrantima A/9-10. Ležalo je iznad stratigrafske je-

der auf den ersten Blick wie eine Punze aussah, der Autor interpretiert ihn aber ebenfalls als Amboss, der auf einer Seite 3 Rillen hat. Der Arbeitsvorgang begann, indem dieser Amboss auf einen Holzklotz gesetzt wurde, und danach wurde ein Metallblech darauf gelegt. Die Blechinnenseite wurde mit einem Hammer punziert. H. Müller-Karpe (1969) gibt an, dass Punzen und Ambosse häufiger in Horten wie Přestavlky (Müller-Karpe 1980, T. 407A,25) oder Stockheim (Müller-Karpe 1980, T. 418D,24) vorkamen. Ein äußerst interessantes Grab ist das aus Hesselager aus der Gegend von Funen (Randsborg 1984). Darin wurden Steinwerkzeuge gefunden, die zur Feinbearbeitung und Polierung der Metallgegenstände dienten. K. Randsborg (1984,188) wirft einen kurzen Blick auf die soziale Gliederung des bronzezeitlichen Dänemark und meint, dass die Gräber mit solchen Artefakten zu einer gesellschaftlichen Schicht gehörten, die nicht zur Oberschicht zählte. Die gesellschaftliche Elite trug Gegenstände von größerem Prestige und aus Gold mit sich ins Grab. Die Meister der Metallverarbeitung gehörten zu einer mittleren Schicht.

NACHWEISE DER METALLVERARBEITUNG IN DER SIEDLUNG MAČKOVAC-CRIŠNJEVI

Am Standort Mačkovac-Crišnjevi wurde 1985 beim Pflügen ein Hort mit Bronzegegenständen gefunden, der in die Phase II der Urnenfelderkultur in Nordkroatien datiert wurde (Karavanić, Mihaljević 2001).



Sl. 1 Geodetski snimak naselja s ucrtanim položajem sondi iz 1997. i 1998. godine. Kružić označava pretpostavljeni položaj ostave

Abb. 1 Geodätische Aufnahme der Siedlung mit eingezeichneter Lage der Sondageschnitte von 1997 und 1998. Der kleine Kreis markiert die mutmaßliche Lage des Hortes

dinice 003, a stratigrafski je povezano sa stratigrafskom jedinicom 002, što znači da pripada dijelu stambenih objekata unutar tog kulturnog depozita. Oko njega je pronađen sloj žute utabane ilovače koji je također mogao služiti kao stambeni prostor na kojem se odvijala svakodnevna domaća djelatnost u naselju. Iznad tog sloja pronađeni su veći komadi keramičkih posuda kao i dijelovi životinjskih kostiju.

Sljedeće, 1998. godine otkriven je nastavak ognjišta u sondi 1. Rušenjem profila između dviju sondi pokušali smo uhvatiti što veću površinu ognjišta (sl. 2).

Ognjište je u zapadnom dijelu oštećeno dubokim oranjem, tako da su u tom dijelu ostali samo fragmenti njegova gornjeg premaza. Napravljeno je od gline i imalo je gornji uglačani i utabani dio ispod kojega se nalazio još jedan premaz debljine oko 6 cm. Iznad ognjišta je bilo jedno urušenje (stratigrafska jedinica 004), uglavnom zemlja sa sitnim komadićima lijepa (sl. 3).

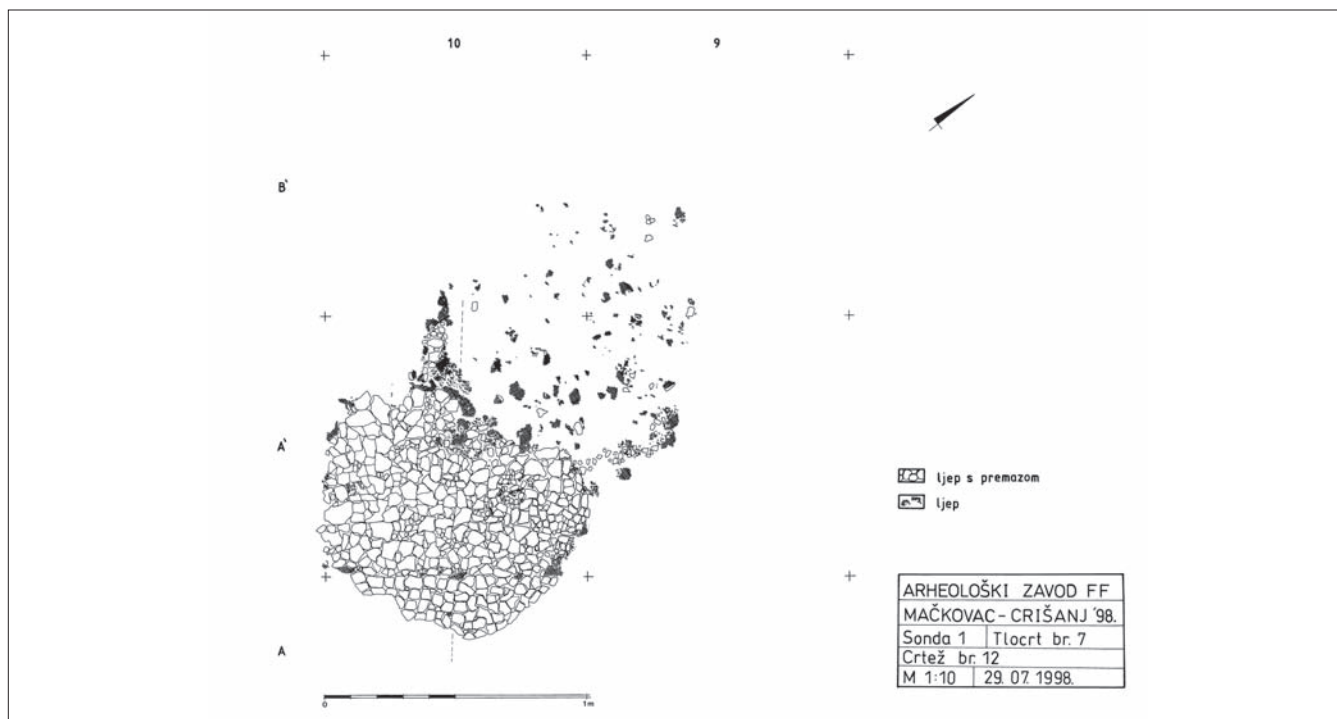
U ovom je sloju pronađena jedna, gotovo cjelovita keramička zdjela (Karavanić et al. 2002, T. 4,1), zatim predmet koji vjerojatno predstavlja glineni nastavak za puhaljku (sl. 4) - sopalj ili pisak. U blizini ognjišta pronađen je manji ingot od bronce (sl. 5). Dodamo li ovome i ulomak kalupa za lijevanje iz 1997. godine (T. 2,1), pretpostavljamo da se u ovoj mikrocelini naselja odvijala jedna vrsta ljevačke djelatnosti, najvjerojatnije na prostoru uz ognjište.

Ovdje posebno izdvajamo nalaz keramičkog nastavka za puhaljku (sl. 4), koji prema nekim autorima pripada tzv. tehničkoj keramici, zajedno s pećima i ognjištima za taljenje rudače, kalupima i posudama za taljenje i lijevanje (Koledin 2004, 79). J. Koledin (2004, 79) navodi i različite termine, npr. u bosanskoj i hrvatskoj literaturi nazivaju se *sopalj*, u

Im frühen Frühling des Jahres 1997 besuchte ein Team von Archäologiestudenten unter der Leitung von Dr. sc. Snježana Karavanić und Marija Mihaljević den Standort auf Crišnjevi. Bei dieser Gelegenheit wurde ein Teil des Oberflächenmaterials, überwiegend aus Keramik, gesammelt. Die Dichte der Keramik, ihre Qualität und chronologische Zugehörigkeit zur Spätbronzezeit wiesen auf einen direkten Zusammenhang zwischen der Siedlung und dem Hort. Im Jahr 1997 wurde eine Fläche von 50 m² untersucht. Es war eine Art Probesondage, in der die Kulturschicht aus der Spätbronzezeit bestätigt wurde. Die Kulturschicht war sehr flach, bis zu einer Tiefe von 80 cm. In den archäologischen Ausgrabungen wurden drei stratigraphische Einheiten klassifiziert. Die stratigraphische Einheit 001 stellt die obere Oberflächenschicht dar, die noch mit Humus gefüllt war und wo wenig vorgeschichtliche Keramik und Hüttenlehm gefunden wurden. Gelegentlich kommen auch Funde latènezeitlicher Keramik vor. Die zweite Schicht ist eine Kulturablagerung aus der Bronzezeit, überwiegend von dunkelbrauner bis schwarzer Farbe; darin wurden Überreste bronzezeitlicher Keramik, von Hüttenlehm, von Metallgegenständen und Tierknochen gefunden. Gelegentlich findet man auch Steinartefakte, die für verschiedene Zwecke verwendet wurden. Die dritte Schicht oder stratigraphische Einheit 003 ist die letzte vorsterile Schicht, die größere Mengen von Tierknochen und Holzkohle enthält. Darin wurden auch ein Fragment der Lasinja-Keramik sowie einige Flintartefakte und Kerne gefunden.

Im Jahr 1998 wurden die Ausgrabungen fortgesetzt, die drei Wochen dauerten und einen Sondageschnitt von 75 m² umfassten, der an dem Schnitt von 1997 ansetzte. Das Ziel dieser Ausgrabung war die Untersuchung der Umgebung des Standortes des Hortes von 1985 (Abb. 1).

Die Bedeutung der zweijährigen Forschungen liegt im Fund einer Feuerstelle aus gebranntem Ton, die sich in der Nähe der Lage des Hortes befand. Die erwähnte Feuerstelle trägt die Ar-



Sl. 2 Ognjište 1 (crtež: Marta Perkić)

Abb. 2 Feuerstelle 1 (Zeichnung: Marta Perkić)

francuskoj *tuyérs*, u engleskoj *tuyere*, u njemačkoj *Düse*, a u ruskoj *soplo*. Puhaljke se već javljaju u Cucuteni kulturi u fazi A1 koja odgovara fazi Vinča C. U kući 2 na nalazištu Valeni-Piatra Neamt, nađene su in situ. Pripadaju fazi Cucuteni B, što odgovara kasnoj vinčanskoj kulturi (Koledin 2004, 79). Prema J. Koledinu, u vučedolskoj kulturi se javljaju i prvi keramički završeci puhaljki na području južnoslavenskih zemalja (Koledin 2004, 81). U razdoblju ranog brončanog doba javljaju se isti tipovi puhaljki, a autori ih različito klasificiraju, npr. Müller ih dijeli na tip A- većih dimenzija, za grublje radove i tip B – manjih dimenzija, za posebne tehnike. I. Bona daje tipologiju za srednje brončano doba Mađarske i dijeli ih po izgledu na pet tipova: A- duži ili kraći primjerci suženih krajeva, blago zaobljenog oblika s gornjim ukrašenim dijelom, B- sličnog oblika, s glatkim gornjim dijelom, C- na oba kraja imaju blago ljevkasto proširenje, D- na jednom kraju ljevkasto proširenje, a na drugom zaobljavanje, E- slične tipu D s rupicama na širem ljevkastom rubu (Koledin 2004, 81). Primjerak iz Mačkovca odgovarao bi najviše onima s gradine Zecovi kod Prijedora (Koledin 2004, sl. 5), što opet ukazuje na povezanost hrvatske Posavine i područja u Bosni.

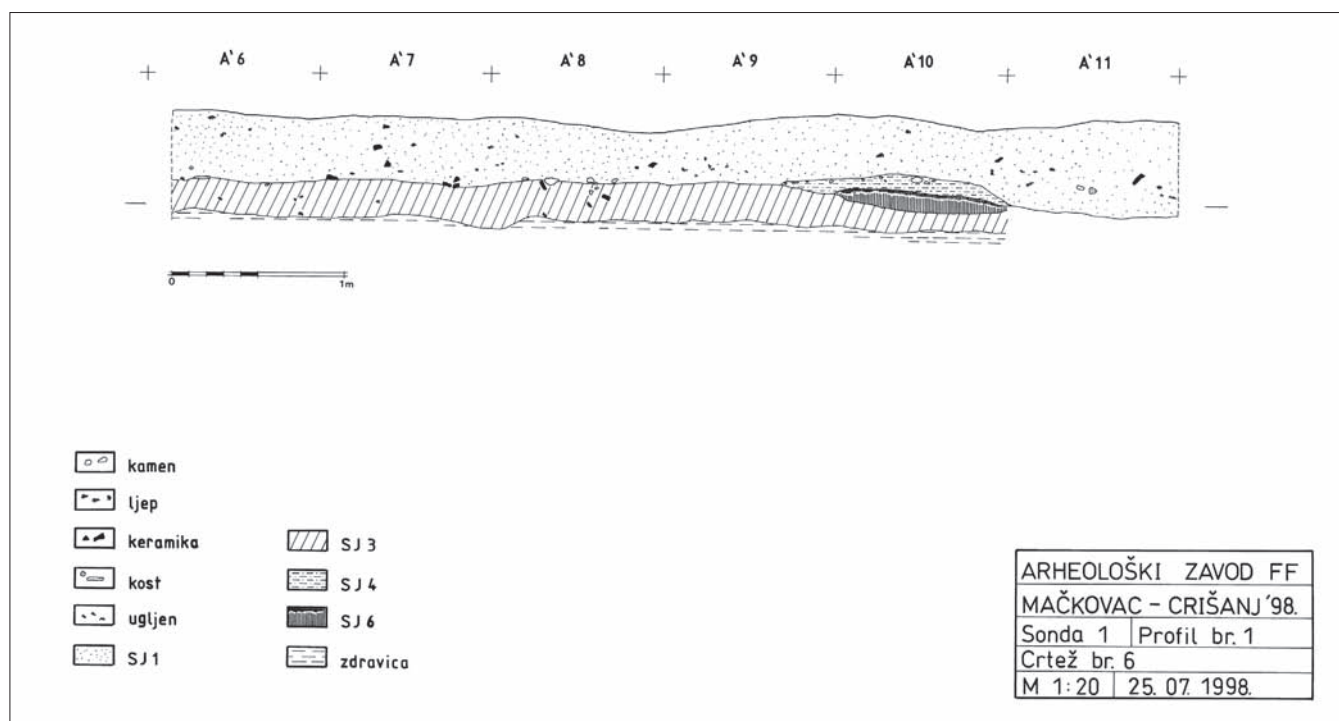
Budući da na rubovima ognjišta nismo pronašli uzdignuća koja bi mogla ukazivati na kupolu, isključeno je postojanje talioničkih peći. Pretpostavljamo da se bakar talio u posebnim posudama na ovakvim ognjištima. Jedna takva posuda je pronađena prema J. Brunšmidu (1900) u Novigradu na Savi, ali njezine dimenzije i stijenke, po mom mišljenju, ukazuju na neku drugu funkciju. Te su posude u pravilu debljih stijenki i puno većih dimenzija. Danas postoje puno sofisticiranije analize kojima se može pokazati na koji način je pojedino

beitsbezeichnung stratigraphische Einheit 006. Der erste Teil der Feuerstelle wurde im Rahmen des Sondageschnittes 1/1997 ausgegraben, als sie teilweise im Grundriss und Querschnitt im westlichen Profil, in den Quadranten A/9-10, sichtbar war. Sie lag oberhalb der stratigraphischen Einheit 003, und ist stratigraphisch mit der stratigraphischen Einheit 002 verbunden, was bedeutet, dass sie zum Bereich der Wohnobjekte innerhalb dieser Kulturablagerung gehört. Um sie herum wurde eine Schicht aus gelbem gestampftem Lehm gefunden, die auch als Wohnraum gedient haben dürfte, wo sich die alltägliche häusliche Tätigkeit in der Siedlung abspielen konnte. Über dieser Schicht wurden größere Stücke von Keramikgefäßen sowie Teile von Tierknochen gefunden.

Im darauf folgenden Jahr, 1998, wurde die Fortsetzung der Feuerstelle im Sondageschnitt 1 gefunden. Durch die Zerstörung des Profils zwischen zwei Sondageschnitten haben wir versucht, die größtmögliche Fläche der Feuerstellen zu erfassen (Abb. 2).

Die Feuerstelle ist im westlichen Teil durch Tiefpflügen beschädigt worden, so dass in diesem Teil nur Fragmente ihrer oberen Schicht erhalten geblieben sind. Sie war aus Ton hergestellt und hatte ein einglättes und gestampftes Oberteil, unter dem sich noch eine ca. 6 cm dicke Schicht befand. Oberhalb der Feuerstelle gab es eine Vertiefung (stratigraphische Einheit 004), überwiegend Erde mit winzigen Lehmstückchen. (Abb. 3).

In dieser Schicht wurden eine fast vollständig erhaltene Keramikschißel (Karavanić et al. 2002, T. 4,1) sowie ein Gegenstand, der wahrscheinlich einen Tonaufsatz für ein Blasrohr, beziehungsweise ein Lufröhrchen darstellte (Abb. 4), gefunden. In der Nähe der Feuerstellen wurde ein kleinerer Ingot aus Bronze gefunden (Abb. 5). Wenn wir dazu noch das Fragment einer Gussform aus dem Jahr 1997 hinzufügen (T. 2,1), können wir vermuten, dass in dieser Mikroeinheit der Siedlung eine Art Gießtätigkeit stattfand, höchstwahrscheinlich auf dem Platz neben der Feuerstelle.



Sl. 3 Presjek ognjišta 1 (crtež: Marta Perkić)

Abb. 3 Querschnitt der Feuerstelle 1 (Zeichnung: Marta Perkić)



Sl. 4 Sopalj ili pisak (snimio: Ivor Karavanić)

Abb. 4 Blasrohr (Foto: Ivor Karavanić)



Sl. 5 Brončani ingot (snimio: Damir Doračić)

Abb. 5 Bronzeingot (Foto: Damir Doračić)

ognjište bilo u funkciji prerade metala. Tako je na ognjištu s nalazišta Brixlegg (Bartelheim et al. 2002) provedena analiza instrumentalne neutronske aktivacije (Bartelheim et al. 2002, 58), koja je pokazala da spomenuto ognjište, iako je u njegovoj blizini pronađena veća koncentracija šljake, nije služilo u procesu taljenja rudače. Inače, riječ je o jednom značajnom nalazištu s područja Tirola, koje pripada razdoblju neolitika te tako predstavlja najranije dokaze metalurgije bakra u Tirolu (Bartelheim et al. 2002, 42).

U naselju na Crišnjevima pronađen je na površini zemlje, nedaleko od sonde, komad brončanog lima ukrašen iskućavanjem, u čijoj je sredini pronađen grumen bakra i vjerojatno kositra (sl. 6).

Ovaj nalaz je vjerojatno dio ostave brončanih predmeta i izravni dokaz da se u ovome naselju odvijala određena faza procesa prerade metala i dobivanja gotovih brončanih predmeta. Također, bi bio dokaz da se rudača kao sirovina dopremala u naselje.

Hier sei besonders auf den Fund des Tonaufsatzes für ein Blasrohr (Abb. 4) hingewiesen, der gemäß einigen Autoren genauso wie die Erzschnmelzöfen und -herde, die Gussformen sowie die Schmelz- und Gießgefäße zur so genannten technischen Keramik gehört (Koledin 2004, 79). J. Koledin (2004, 79) gibt auch unterschiedliche Begriffe dafür an, so heißt es in der bosnischen und kroatischen Literatur *sopalj*, in der französischen *tuyère*, in der englischen *tuyère*, in der deutschen *Düse*, und in der russischen *soplo*. Blasrohre kommen bereits in der Cucuteni-Kultur in der Phase A1 vor, die der Phase Vinča C entspricht. Im Haus 2 am Fundort Valeni-Piatra Neamt wurden sie in situ gefunden. Sie gehören zur Phase Cucuteni B, was der späten Vinča-Kultur entspricht (Koledin 2004, 79). Gemäß J. Koledin kommen in der Vučedol-Kultur auch die ersten Keramikaufsätze für Blasrohre im Gebiet der südslawischen Länder vor (Koledin 2004, 81). In der Frühbronzezeit kommen die gleichen Typen von Blasrohren vor, aber sie werden unterschiedlich klassifiziert, so teilt sie Müller beispielsweise ein in den Typus A – mit größeren Ausmaßen, für gröbere Arbeiten – und den Typus B – mit kleineren Ausmaßen, für besondere Techniken. I. Bona stellt eine Typologie für die Mittelbronzezeit in Ungarn auf und teilt sie anhand ihres Äußeren in fünf Typen ein: A – längere oder kürzere Exemplare mit verengten Enden, leicht abgerundeter Form, oben verziert; B – ähnliche Form, mit glattem Oberteil; C – an den beiden Enden befindet sich eine leichte trichterförmige Ausweitung; D – an einem Ende eine trichterförmige Ausweitung, und am anderen eine Abrundung; E – ähnlich wie Typus D mit Löchern am breiteren trichterförmigen Rand (Koledin 2004, 81). Das Exemplar aus Mačkovci ist denjenigen von der Wallburg Zecovi bei Prijedor am ähnlichsten (Koledin 2004, Abb. 5), was wiederum auf Verbindungen zwischen der kroatischen Posavina und dem Gebiet in Bosnien hinweist.

Da wir an den Rändern der Feuerstellen keine Wölbungen finden konnten, die auf eine Kuppel hinweisen würden, ist das Bestehen von Schmelzöfen ausgeschlossen. Wir vermuten, dass Kupfer an solchen Feuerstellen in besonderen Gefäßen geschmolzen wurde. Ein solches Gefäß wurde J. Brunšmid (1900) zufolge in Novigrad na Savi gefunden, aber seine Ausmaße und Wände weisen meiner Meinung nach auf eine andere Funktion hin. Diese Gefäße haben in der Regel dickere Wände und viel größere Ausmaße. Heute gibt es viel subtilere Analysen, anhand derer gezeigt werden kann, wie die einzelnen Feuerstellen für die Metallverarbeitung eingesetzt wurden. So wurde an der Feuerstelle vom Fundort Brixlegg (Bartelheim et al. 2002) eine Analyse der instrumentalen Aktivierung von Neutronen durchgeführt (Bartelheim et al. 2002, 58), die gezeigt hat, dass die erwähnte Feuerstelle, obwohl in ihrer Nähe eine größere Konzentration von Schlacke gefunden wurde, nicht zum Schmelzen von Erz verwendet wurde. Übrigens handelt es sich um einen bedeutenden Fundort im Gebiet von Tirol, der zur Zeit des Neolithikums gehört und somit die frühesten Nachweise der Kupfermetallurgie in Tirol darstellt (Bartelheim et al. 2002, 42).

In der Siedlung von Crišnjevima wurde an der Erdoberfläche unweit des Sondageschnitts ein Stück eines mit Punzierung verzierten Bronzeblechs gefunden, in dessen Mitte ein Klumpen aus Kupfer und wahrscheinlich Zinn gefunden wurde (Abb. 6).

Dieser Fund ist wahrscheinlich ein Teil eines Hortes mit Bronzegegenständen und ein unmittelbarer Beweis dafür, dass sich in dieser Siedlung eine bestimmte Phase des Prozesses der Metallverarbeitung und der Erzeugung von fertigen Bronzege-



Sl. 6 Komad brončanog lima i grumen bakra (snimila: Snježana Karavanić)

Abb. 6 Bronzeblechfragment und Kupferklumpen (Foto von Snježana Karavanić)

Komad lima o kojemu je riječ dio je metalnog pokrova drvenih posuda koje su se nalazile u ostavama kasnog brončanog doba (Clausing 1996; Clausing 2003; Karavanić, Mihaljević 2001).

U ostavi su nađeni i komadi bakrenih «pogača» (njih 12). Oni su još jedan dokaz kako je ova ostava bila ostava ljevača bakra ili bronce. Slične ostave nađene su u susjednom području brodske Posavine i nešto cjelovitije ih je analizirala K. Vinski-Gasparini (1973), navodeći da je taj prostor bio središte ljevačke djelatnosti u kasnom brončanom dobu. To je osobito indikativno za razdoblje ranije kulture polja sa žarama jer se u mlađoj fazi situacija mijenja, pa tako iz te faze imamo vrlo malo ostava, a one su onda i drugog karaktera – uglavnom votivnog. Sada, zahvaljujući istraživanjima na Crišnjevima, znamo da je cijelo područje uz rijeku Savu bilo važno u procesu prerade metala u okviru kulture polja sa žarama.

Što je sve moglo služiti u preradi metala i dobivanju gotovih predmeta u naselju na Crišnjevima?

Osim navedenih predmeta, tu su i ulomci kalupa za lijevanje metala koji su pronađeni 1997. i 2003. godine. Prvi je ulomak kalupa manjih dimenzija, zbog čije fragmentiranosti je teško reći koji je predmet lijevan u njemu (T. 2,1). Radi se, vjerojatno, o dvodijelnom kalupu od kamena pješčenjaka od kojega su bili izrađivani i kalnički kalupi (Vrdoljak 1992; Vrdoljak, Forenbacher 1995). Drugi je kalup pronađen tijekom istraživanja 2003. godine i također je fragmentiran, ali ovdje bi se moglo reći kako se radi o kalupu za lijevanje sjekire jer je sačuvana jedna polovica kalupa, gdje se u negativu vidi otisak donjeg dijela sječiva, vjerojatno šuplje sjekire (T.1,1). Kalup je tamnosmeđe boje, izrađen od kamena na kojem se vide tragovi vruće slitine u vidu crnih mrlja i traka. Plohe kalupa su dobro uglačane i fino obrađene kao i kod većine kalupa te vrste. Očuvana je samo jedna polovica dvodijelnog kalupa za kojega pretpostavljamo da nije bio do kraja završen jer negativ predmeta nije do kraja urezan. Pretpostavljamo da je trebao služiti za lijevanje sjekire. Druga mogućnost je da je ovaj predmet služio kao podloga na kojoj su se brusili ili finije obrađivali brončani predmeti izliveni u naselju.

genständen abwickelte. Außerdem dürfte er beweisen, dass das Erz als Rohmaterial in die Siedlung befördert wurde.

Das erwähnte Blechfragment ist Teil der Metallabdeckung von Holzgefäßen, die sich in den spätbronzezeitlichen Horten befanden (Clausing 1996; Clausing 2003; Karavanić, Mihaljević 2001).

In diesem Hort wurden auch Fragmente kupferner »Gusskuchen« (insgesamt 12) gefunden. Sie sind ein weiterer Beweis dafür, dass er zu Kupfer- oder Bronze gießern gehörte. Ähnliche Horte wurden im benachbarten Gebiet der Brodska Posavina gefunden und von K. Vinski-Gasparini etwas vollständiger analysiert (1973), die angab, dass dieses Gebiet das Zentrum der Gießtätigkeit in der Spätbronzezeit war. Dies ist für die Zeit der früheren Urnenfelderkultur besonders aufschlussreich, da sich in der jüngeren Phase die Situation änderte, so dass es in dieser Phase nur ganz wenige Horte gibt, die dann einen unterschiedlichen Charakter aufweisen – überwiegend Votivgaben. Zur Zeit wissen wir dank der Ausgrabungen von Crišnjevi, dass das gesamte Gebiet entlang der Save beim Prozess der Metallverarbeitung während der Urnenfelderkultur eine wichtige Rolle spielte.

Was konnte alles zur Metallverarbeitung und Herstellung von fertigen Gegenständen in der Siedlung von Crišnjevima dienen?

Außer den angeführten Gegenständen gibt es Fragmente von Metallgussformen, gefunden 1997 und 2003. Das erste Fragment hat kleinere Ausmaße, und da es nur sehr bruchstückhaft erhalten ist, ist es schwer zu sagen, welcher Gegenstand darin gegossen wurde (T. 2,1). Wahrscheinlich handelt es sich um eine zweiteilige Gussform aus Sandstein, aus dem auch die Gussformen von Kalnik angefertigt sind (Vrdoljak 1992; Vrdoljak, Forenbacher 1995). Die zweite Gussform wurde bei den Ausgrabungen von 2003 gefunden und ist ebenfalls ein Fragment, aber hier könnte man sagen, dass es sich um eine Gussform zum Gießen von Beilen handelt, da eine Hälfte der Gussform erhalten ist, wo im Negativ der Abdruck des unteren Teils der Klinge sichtbar ist, wahrscheinlich ein Tüllenbeil (T.1,1). Die Gussform ist dunkelbraun, aus Stein, an dem Spuren der heißen Legierung in Form von schwarzen Flecken und Schlieren sichtbar sind. Die Flächen der Gussform sind sorgfältig geglättet und fein verarbeitet, wie bei den meisten derartigen Gussformen. Es ist nur eine Hälfte der zweiteiligen Gussform erhalten, von der wir vermuten, dass sie nicht ganz fertiggestellt wurde, da das Negativ nicht vollständig eingeritzt war. Wir gehen davon aus, dass die Form zum Gießen eines Beils hätte dienen sollen. Die zweite Möglichkeit ist, dass dieser Gegenstand als Unterlage zum Schleifen oder zur Feinbearbeitung von in der Siedlung gegossenen Bronzeartefakten diente.

Zur Zeit können wir nicht mehr über das Rohmaterial, das zur Anfertigung der Gussform diente, sagen; wir lassen aber die Möglichkeit offen, dass es sich um Rohmaterial lokalen Charakters handelte. Bei der Analyse der Gussformen von Kalnik konnte man das Vorhandensein lokaler Rohstoffe annehmen (Vrdoljak 1992, 76). Bei den anderen Gussformen in Nordkroatien wurden noch keine relevanten petrographischen Analysen durchgeführt.

Im Sondageschnitt von 1998 wurden zwei Steingegenstände gefunden (T. 1,2; T. 2,2). Beide lagen in der ersten Schicht, die die Arbeitsbezeichnung stratigraphische Einheit 001 trug. Man vermutet, dass sie für den Prozess der Metallproduktion und -verarbeitung hätten dienen können. Sie haben zwei geglättete Flächen, die Gebrauchsspuren aufweisen, höchstwahrscheinlich vom Schlagen. Die Artefakte sind ziemlich schwer, daher glauben wir, dass sie kaum für die Feinbearbeitung von Keramik geeignet waren. Für diesen Zweck wurden kleinere Glättwerkzeuge

Za sada ne možemo nešto više reći o sirovinama koje su mogle služiti za izradu kalupa, ali ostavljamo otvorenim mogućnost da se radilo o sirovinama lokalnog karaktera. Pri analizi kalničkih kalupa moglo se pretpostaviti postojanje lokalne sirovine (Vrdoljak 1992, 76). Kod drugih kalupa u sjevernoj Hrvatskoj te petrografske analize nisu još provedene.

U sondi iz 1998. godine pronađena su dva predmeta od kamena (T. 1,2; T. 2,2). Oba su nađena u prvom sloju kojeg smo radno označili kao stratigrafska jedinica 001. Za njih se također pretpostavlja da su mogli služiti u procesu proizvodnje i obrade metala. Oni imaju dvije zaravnjene plohe koje pokazuju tragove uporabe, najvjerojatnije udaranja. Predmeti su prilično teški pa mislimo da nisu mogli služiti u finijoj obradi keramike. U tu svrhu su služile manje glačalice od oblutaka. Stoga pretpostavljamo da su služili za neku vrstu kovanja metalnih predmeta ili možda čak za lomljenje rudače. Iako je uvriježeno mišljenje kako se u naseljima kulture polja sa žarama nabavljala sirovina u obliku gotovih «pogača» i ingota, moguće je da je na prostoru Posavine u naselje stizala i rudača zbog blizine rudom bogatih krajeva u sjevernoj Bosni. Čak i dosadašnje stanje istraživanja na području Posavine ukazuje na vrlo bogatu metalnu industriju i na veliki broj ostava, stoga se povezanost tog područja i teritorija u Bosni ne bi trebala isključiti. Isto tako je moguća veza i s poznatim rudnicima u gornjoj Austriji koji su puno bolje istraženi.

Slični oblici kamenih predmeta, ali ovaj put sa žlijebom po sredini, pronađeni su na lokalitetima u Novigradu na Savi (Brunšmid 1900), zatim na lokalitetu Kalnik-Igrišće (Vrdoljak 1992, T. 2,3). Onaj u Novigradu na Savi objavio je J. Brunšmid zajedno s kalupom za višestruko lijevanje više tipova brončanih predmeta. Pretpostavlja se da je oko kamena bilo omotano uže pa je tako taj kamen i danas izložen u stalnom postavu Arheološkog muzeja u Zagrebu. Ovi Brunšmidovi nalazi su kao i oni pronađeni u iskopavanjima 70-ih godina (Majnarić-Pandžić 1993) odredili Novigrad na Savi kao jedan od centara brončanodobne industrije u sjevernoj Hrvatskoj, točnije brodske Posavine. I u iskopavanjima 70-ih godina je pronađen jedan kalup za lijevanje metala (Majnarić-Pandžić 1993, sl. 11). On je služio za lijevanje šuplje sjekire. U naselju je također pronađena jedna šuplja sjekira ili kelt (Majnarić-Pandžić 1993, sl. 12). Danas je više uvriježeno mišljenje kako nije postojao jedan veliki centar nego se prerada metala odvijala u svakom od naselja kulture polja sa žarama (Vrdoljak, Forenbacher 1995). Međutim, ostavljamo mogućnost da su neke regije ili naselja imale prioritet u proizvodnji metala zbog blizine rudnih ležišta ili prirodnih komunikacija ili nekog drugog razloga. Spomenuli bismo samo naselje Velemszentvid u zapadnoj Mađarskoj, gdje je pronađen prilično velik broj dokaza za postojanje metaloprerađivačke djelatnosti (Miske 1908; Foltiny 1958).

PROIZVODNJA METALA U NASELJIMA KULTURE POLJA SA ŽARAMA U SJEVERNOJ HRVATSKOJ

Istraživanja brončanodobnih naselja u sjevernoj Hrvatskoj iznijela su na vidjelo značajan broj dokaza o postojanju lijevačkog obrta u kasnom brončanom dobu.

aus Kieselsteinen verwendet. Deshalb vermuten wir, dass sie für eine Art des Schmiedens von Metallgegenständen oder vielleicht sogar zur Zerkleinerung von Erzklumpen dienten. Obwohl die Meinung überwiegt, dass in den Siedlungen der Urnenfelderkultur Rohmaterial in Form von fertigen »Gusskuchen« und Ingots angeschafft wurde, gelangte dank der erzeichen Gebiete in Nordbosnien in die Siedlung in der Posavina auch Erz. Überdies weist der gegenwärtige Forschungsstand im Gebiet der Posavina auf eine sehr reiche Metallindustrie und zahlreiche Horte hin, deshalb sollte man die Verbindung zwischen diesem Gebiet und dem Territorium in Bosnien nicht ausschließen. Ebenso ist auch die Verbindung mit den bekannten Bergwerken in Oberösterreich, die viel besser erforscht sind, bekannt.

Ähnlich geformte Steingegenstände, aber dieses Mal mit einer Rille in der Mitte, wurden an den Standorten in Novigrad na Savi (Brunšmid 1900) sowie Kalnik-Igrišće (Vrdoljak 1992, T. 2,3) gefunden. Der von Novigrad na Savi wurde von J. Brunšmid gemeinsam mit einer Gussform von mehrfachen Gießen mehrerer Typen von Bronzegegenständen veröffentlicht. Es wird vermutet, dass ursprünglich um den Stein ein Strick gewickelt war. Dieser Stein ist gegenwärtig in der Dauerausstellung des Archäologischen Museums in Zagreb zu sehen. Diese Funde von J. Brunšmid sowie diejenigen aus den Ausgrabungen der 70er Jahre (Majnarić-Pandžić 1993) machten Novigrad na Savi zu einem der Zentren der bronzezeitlichen Industrie in Nordkroatien, genauer in Brodska Posavina. Auch bei den Ausgrabungen in den 70ern wurde eine Metallgussform gefunden (Majnarić-Pandžić 1993, Abb. 11). Sie diente zum Gießen von Tüllenbeilen. In der Siedlung wurde auch ein Tüllenbeil oder Kelt gefunden (Majnarić-Pandžić 1993, Abb. 12). Heute überwiegt die Meinung, dass es nicht nur ein großes Zentrum gab, sondern dass in jeder Siedlung der Urnenfelderkultur Metall verarbeitet wurde (Vrdoljak, Forenbacher 1995). Allerdings lassen wir die Möglichkeit offen, dass einige Regionen oder Siedlungen wegen der Nähe zu den Erzlagerstätten oder der natürlichen Verbindungsstrecken, oder aber aus einem ganz anderen Grunde, eine Vorrangstellung bei der Metallproduktion einnahmen. Es sei nur die Siedlung Velemszentvid im Westungarn erwähnt, wo eine ziemlich große Anzahl an Beweisen für die Existenz der Metallverarbeitung gefunden wurden (Miske 1908; Foltiny 1958).

METALLPRODUKTION IN DEN SIEDLUNGEN DER URNENFELDERKULTUR IN NORDKROATIEN

Die Erforschungen der bronzezeitlichen Siedlungen in Nordkroatien brachten eine bedeutende Anzahl von Beweisen für das Bestehen des Gießhandwerks in der Spätbronzezeit ans Licht.

In den Ausgrabungen wurden fertige Bronzegegenstände, zerbrochene oder verschlissene Artefakte, Gussformen, Schmelzgefäße für Kupfererz, Überreste von Schlacke sowie Feuerstellen, die wahrscheinlich für eine der Metallverarbeitungsphasen benutzt wurden, gefunden. Bisher gibt es noch keine deutlichen Beweise für die Existenz von Öfen, die der Erzverarbeitung in den spätbronzezeitlichen Siedlungen hätten dienen können.

Es wurden nur Feuerstellen gefunden, wie zum Beispiel am Standort Kalnik-Igrišće (Majnarić-Pandžić 1992). Dieser Standort wurde Ende der 80er Jahre ausgegraben und brachte bedeutende Beweise für das Bestehen des Gießhandwerks in den Siedlungen

U istraživanjima su pronađeni gotovi brončani predmeti, slomljeni ili istrošeni predmeti, kalupi za lijevanje predmeta, posude u kojima se talila bakrena sirovina, ostaci šljake i ognjišta na kojima se vjerojatno odvijala neka od faza prerade metala. Za sada još nema jasnih dokaza o postojanju peći koje bi služile u preradi rudače u naseljima kasnog brončanog doba.

Pronađena su samo ognjišta, kao npr. na lokalitetu Kalnik-Igrišće (Majnarić-Pandžić 1992). Lokalitet Kalnik-Igrišće istraživan je kasnih 80-ih godina i dao je značajne dokaze o postojanju ljevačkog obrta u naseljima sjeverozapadne Hrvatske. Na ovome području istraženo je i naselje na križevačkoj ciglani na kojem je također pronađen jedan kalup za lijevanje metala i šljaka (Homen 1982).

Kao dokaz postojanja lokalne metalurške djelatnosti u naselju Kalnik-Igrišće navodi se jedan bodež koji po svojim tipološkim obilježjima nema nikakvih analogija (Majnarić-Pandžić 1992, T. 2a,1), pa je moguće da je bio izrađen u ovom naselju. To je samo pretpostavka temeljena na tipološkim značajkama predmeta koja nije potkrepljena izravnim nalazima kalupa za lijevanje takvih predmeta.

Na rad N. Majnarić-Pandžić (1992) nadovezuje se rad o kalupima za lijevanje metala (Vrdoljak 1992). Kalupi se, zajedno s nekim drugim nalazima, direktno dovode u vezu s metalurškom djelatnošću u naselju. Na Kalniku-Igrišću pronađeno je oko 7 ulomaka kalupa koji su svi izrađeni od svijetlosivog šupljikavog tufa, osim jednog primjerka koji je od kamena filita (Vrdoljak 1992, T. 3,1). Svi su primjerci dosta oštećeni i vrlo je teško reći koji su se predmeti u njima lijevali. Sigurno je da je u jednom lijevana šuplja sjekira (Vrdoljak 1992, T.1,1), u drugom malo dljeto (Vrdoljak 1992, T.2,1), a ostali su služili za nepoznate namjere. Na Igrišću je u Homenovim istraživanjima 1987. godine pronađen još jedan kalup koji je služio za istodobno lijevanje nekoliko igala (Karavanić 2005a, sl. 3).

O ovim nalazima govori se i u radu o karakteru ljevačke djelatnosti u sjeverozapadnoj Hrvatskoj (Vrdoljak, Forenbacher 1995), gdje se naglašava njezin lokalni karakter. To bi značilo da su majstori ljevači djelovali u pojedinim naseljima i na licu mjesta proizvodili brončane predmete. Iako je to općeprihvaćena shema, ostaje ipak otvoreno postojanje većih radioničkih središta koja se izdvajaju brojem i karakterom nalaza. N. Majnarić-Pandžić (1992, 65) za naše područje naglašava važnost naselja u zapadnoj Transdanubiji, Velemszentvid (Miske 1908; Foltiny 1958.), gdje je pronađena velika količina metalnih predmeta iz različitih razdoblja, a osobito kasnog brončanoga doba. Osim različitih tipova brončanih igala i drugih brončanih predmeta, pronađeni su i nastavci za puhaljku i mijeh (Foltiny 1958, T. 6,3), što je izravni dokaz za metaluršku aktivnost na tome lokalitetu. Kao import s lokaliteta Velemszentvid navodi se tip igle (Majnarić-Pandžić 1992, T. 2b,12) koji se osim na Kalniku pojavljuje još i na groblju Dobova, u paljevinskom grobu br. 90 (Dular 1978, T. 16,11), a izgleda da je jedan sličan tip prisutan i na lokalitetu Donja Dolina (Marić 1964, T. 3,3). Sasvim je moguće da je jedan tip metalnih predmeta bio izrađivan u pojedinim centrima i sustavom distribucije i trgovačkih veza se prodavao u manjim centrima ili točnije onim udaljenijim od glavnih središta. Ka-

Nordwestkroatiens. In dieser Region wurde auch eine Siedlung im Ziegelwerk von Križevci erforscht, wo ebenfalls eine Metallgussform und Schlacke gefunden wurden (Homen 1982).

Als Beweis für das Bestehen einer lokalen metallurgischen Tätigkeit in der Siedlung Kalnik-Igrišće wird ein Kampfmesser angeführt, für das es anhand seiner typologischen Merkmale keine Analogien gibt (Majnarić-Pandžić 1992, T. 2a,1), so dass es möglicherweise in dieser Siedlung angefertigt wurde. Dies ist jedoch nur eine Annahme, die auf den typologischen Merkmalen des Gegenstandes basiert, und die durch keine direkten Funde von Gussformen für solche Gegenstände belegt wird.

An die Arbeit von Majnarić-Pandžić (1992) knüpft die Arbeit über die Metallgussformen an (Vrdoljak 1992). Gussformen werden gemeinsam mit bestimmten anderen Funden in direkten Zusammenhang mit der metallurgischen Tätigkeit in einer Siedlung gebracht. In Kalnik-Igrišće wurden ca. 7 Gussformfragmente gefunden, die alle aus hellgrauem porösem Tuff bestehen, ausgenommen ein Exemplar aus Phyllit (Vrdoljak 1992, T. 3,1). Alle Exemplare sind ziemlich stark beschädigt, und es ist sehr schwer zu sagen, welche Gegenstände darin gegossen wurden. Es steht fest, dass in einem ein Tüllenbeil (Vrdoljak 1992, T.1,1), in dem anderen ein kleiner Meißel (Vrdoljak 1992, T.2,1) gegossen wurden, aber die anderen dienten für unbekannte Zwecke. In Igrišće wurde bei den Ausgrabungen von Z. Homen 1987 noch eine Gussform gefunden, die für das synchrone Gießen von mehreren Nadeln verwendet wurde (Karavanić 2005a, Abb. 3).

Über diese Funde ist auch in einem Aufsatz über den Charakter der Gießtätigkeit in Nordwestkroatien die Rede (Vrdoljak, Forenbacher 1995), deren lokaler Charakter betont wird. Dies würde bedeuten, dass Gießhandwerker in den einzelnen Siedlungen tätig waren und vor Ort Bronzegegenstände erzeugten. Obwohl dies ein allgemein akzeptiertes Schema ist, bleibt die Frage eines Bestehens von größeren Werkstattzentren, die aufgrund der Anzahl und des Charakters ihrer Funde herausragen, doch noch offen. N. Majnarić-Pandžić (1992, 65) weist auf die Bedeutung der Siedlung Velemszentvid im westlichen Transdanubien für unser Gebiet hin (Miske 1908; Foltiny 1958.), wo große Mengen von Metallgegenständen aus verschiedenen Perioden, vor allem aus der Spätbronzezeit, gefunden wurden. Neben verschiedenen Typen von Bronzenadeln und anderen Bronzegegenständen wurden auch Aufsätze für ein Blasrohr und ein Blasebalg gefunden (Foltiny 1958, T. 6,3), was einen unmittelbaren Beweis für die metallurgische Tätigkeit an diesem Standort darstellt. Als Import vom Standort Velemszentvid wird der Typus der Nadeln angeführt (Majnarić-Pandžić 1992, T. 2b,12), der außer in Kalnik auch auf dem Gräberfeld Dobova, im Brandgrab Nr. 90 vorkommt (Dular 1978, T. 16,11), und anscheinend gibt es einen ähnlichen Typus auch am Standort Donja Dolina (Marić 1964, T. 3,3). Es ist durchaus möglich, dass ein bestimmter Typus von Metallgegenständen in einzelnen Zentren hergestellt wurde und im Rahmen des Verbreitungssystems und der Handelsverbindungen in kleineren Zentren oder genauer in den von den Hauptzentren entfernteren Orten verkauft wurde. Die Spätbronzezeit ist die Zeit eines sehr verzweigten Handelsnetzes sowie die Zeit des Austauschs von Ideen, Fertigkeiten und Stilen des Gießens sowie der anderen Handwerke. Die Kontakte zwischen den einzelnen Regionen konnten gesellschaftlich und wirtschaftlich bedingt sein. Wenn vom Rohmaterialaustausch, vor allem von Metall, die Rede ist, handelt es sich überwiegend um wirtschaftliche Gründe, bei den fertigen Produkten aus Metall sind jedoch auch andere Gründe

sno brončano doba je vrijeme razgranate trgovačke mreže kao i vrijeme razmjene ideja, vještina i stilova ljevačkog i drugih obrta. Kontakti između pojedinih regija mogli su se odvijati iz socijalnih i gospodarskih razloga. Kad je riječ o razmjeni sirovina, osobito metala, uglavnom se radi o ekonomskim razlozima, ali kada je riječ o gotovim metalnim predmetima, mogući su i drugi razlozi (Harding 2000, 187). Ponekad je samo na osnovi jednog nalaza vrlo teško reći je li riječ o importu ili o predmetu koji je pod utjecajem drugih ideja i stilova bio proizveden na određenom lokalitetu. Što se tiče većih centara, oni su nastali u blizini nekih prirodnih resursa, npr. rudnika bakra, kositra i kasnije željeza. U brončanom dobu nije samo metal bio uključen u sustav razmjene, nego su to bile i druge sirovine, npr. drvo, glina i u nekim područjima kamen. No o razmjeni drva ne zna se ništa (Harding 2000, 188) i s njim je slično kao i s glinom, nabavljalo se iz neposredne blizine. Jedino je moguće da je kod proizvodnje finije keramike bila nabavljana glina s drugih područja. Budući da je kod rasprostranjenosti ležišta metala nešto drukčiji slučaj, razmjena se odvijala i između područja koja su bogata metalom i onih koja nisu. Ovdje bi se mogle razlikovati različite faze i oblici razmjene u kasnom brončanom dobu. Jedan vid razmjene odvijao se između većih radioničkih središta i manjih naselja u koje se dobavljala gotova bakrena ili brončana sirovina. U manja naselja ili ona izvan većih radioničkih središta mogli su stizati i prestižniji predmeti kao što su to dijelovi opreme ratnika ili nakit od dragocjenijeg metala, npr. zlata. Također, razmjena je mogla biti u suprotnom smjeru između područja koja su bogata nekim drugim sirovinama, drvom ili kamenom, s onima koja su bogata metalom. Tako je područje sjeverne Europe drvo i jantar mijenjalo za metal. Ostaje još i razmjena na nižoj razini koja se odvijala između obližnjih naselja. Tu bi se onda uklapala i teorija o ostavama putujućih majstora ljevača koji su svoje sirovine i gotove predmete prenosili iz jednog naselja u drugo.

Spomenuli smo uglavnom naselja ranije faze kulture polja sa žarama dok je ono u Sv. Petru Ludbreškom (Šimek 1979) datirano nalazima ljevačke radionice i kalupa u mlađu fazu. Nalaz iz Sv. Petra Ludbreškog je zanimljiv jer se u njemu odvijalo i lijevanje tehnikom izgubljenog voska. Na taj način je izliven jedan trakokimerijski privjesak (Šimek 1979, T. 2,1-2). To bi značilo da je u kasnobrončanodobnim naseljima u sjeverozapadnoj Hrvatskoj lijevan i takav tip predmeta koji se više pripisivao importu s istoka. To je također još jedna činjenica koja u arheološkim predmetima ne vidi samo importe s drugih područja nego i mogućnost razmjene tehnika i vještina kao rezultat pojačane mobilnosti na kraju brončanog doba i početaka željeznog doba. Što se tiče same tehnike izgubljenog voska, postoje mišljenja koja toj tehnici daju prednost u kasnom brončanom dobu. Argument za to jest činjenica da nasuprot velikoj količini brončanih predmeta stoji malen broj kalupa za određene tipove predmeta (Goldmann 1981). To jest točno, ali je isto tako točno da se u jednome kalupu moglo lijevati više puta i to isti tip predmeta, kao i različite tipove predmeta.

Budući da se lokalitet Mačkovac-Crišnjevi nalazi na području Posavine, dovodi se u vezu s područjem sjeverne Bosne, gdje je na početku kasnog brončanog doba raspro-

denkbar (Harding 2000, 187). Manchmal ist es bei nur einem einzigen Fund äußerst schwer zu sagen, ob es sich um einen Import oder um einen Gegenstand handelt, der unter dem Einfluss anderer Ideen und Stile an einem bestimmten Standort hergestellt wurde. Die größeren Zentren sind in der Nähe von bestimmten natürlichen Ressourcen entstanden, z.B. bei Bergwerken von Kupfer, Zinn und später Eisen. In der Bronzezeit war nicht nur Metall im Austauschsystem mit eingeschlossen, sondern auch andere Rohstoffe, z.B. Holz, Ton, und in manchen Gebieten Stein. Allerdings weiß man nichts über den Holzaustausch (Harding 2000, 188), und damit ist es ähnlich wie mit dem Ton; das Holz wurde aus unmittelbarer Nähe beschafft. Es ist nur möglich, dass für die Produktion von Feinkeramik Ton aus anderen Gegenden herbeigeschafft wurde. Da bei der Verbreitung von Metallagerstätten der Fall etwas anders ist, fand der Austausch zwischen den metallreichen und metallarmen Gebieten statt. Hier könnte man zwischen den verschiedenen Phasen und Formen des Austauschs in der Spätbronzezeit unterscheiden. Eine Form des Austauschs fand zwischen den größeren Werkstattzentren und den kleineren Siedlungen statt, für die fertige Rohstoffe aus Kupfer oder Bronze geliefert wurden. In die kleineren Siedlungen oder die Siedlungen außerhalb der größeren Werkstattzentren konnten auch Prestigegegenstände gelangen, wie Teile der Kriegerausrüstung oder Schmuck aus Edelmetall, z.B. Gold. Außerdem konnte der Austausch umgekehrt zwischen den Gebieten, die reich an irgendwelchen anderen Rohstoffen wie Holz oder Stein sind, mit den metallreichen Gebieten stattfinden. So tauschte der nordeuropäische Raum Holz und Bernstein gegen Metall ein. Es bleibt noch der Austausch auf der unteren Ebene übrig, der sich unter den Nachbarsiedlungen abspielte. Hier würde sich dann auch die Theorie über die Horte der reisenden Gießhandwerker, die ihre Rohstoffe und Fertigwaren aus einer in die andere Siedlung mit sich trugen, gut einfügen.

Wir haben überwiegend Siedlungen der früheren Phase der Urnenfelderkultur erwähnt, während die in Sv. Petar Ludbreški (Šimek 1979) mit ihren Funden einer Gießwerkstatt und Gussformen in die jüngere Phase datiert wurde. Der Fund von Sv. Petar Ludbreški ist deshalb interessant, weil darin bei einem thrakokimmerischen Anhänger auch das Gießen in der Technik des Wachsaußschmelzverfahrens (verlorenes Wachs) festgestellt wurde (Šimek 1979, T. 2,1-2). Dies würde bedeuten, dass in den spätbronzezeitlichen Siedlungen in Nordwestkroatien auch solche Arten von Gegenständen gegossen wurden, die häufiger als Import aus dem Osten interpretiert wurden. Also sind in den archäologischen Artefakten nicht nur Importe aus anderen Gebieten zu sehen, sondern auch ein möglicher Austausch von Techniken und Fertigkeiten als Ergebnis der gestiegenen Mobilität am Ende der Bronzezeit und Anfang der Eisenzeit. Zum verlorenen Wachs gibt es auch Meinungen, die diesem Verfahren in der Spätbronzezeit den Vorrang einräumen. Ein Argument dafür ist die Tatsache, dass den vielen Bronzegegenständen nur eine geringe Zahl an Gussformen für bestimmte Arten von Gegenständen gegenübersteht (Goldmann 1981). Das ist richtig, aber es ist auch richtig, dass man eine Gussform mehrmals für den gleichen Typus sowie für unterschiedliche Typen von Gegenständen benutzen konnte.

Da der Standort Mačkovac-Crišnjevi sich in der Posavina befindet, wird er mit dem Gebiet von Nordbosnien in Verbindung gebracht, wo am Anfang der Spätbronzezeit die lokale Gruppe Barice-Gredani verbreitet war (Čović 1958; Minichreiter 1983). Am gegenüber liegenden Save-Ufer befindet sich ebenfalls ein

stranjena lokalna grupa Barice-Gređani (Čović 1958; Mi-nichreiter 1983). Na suprotnoj obali Save nalazi se također toponim Mačkovac i s njega također potječe jedna skupina brončanih predmeta (Fiala 1899). Na bosanskoj obali Save nalazi se i poznati lokalitet Donja Dolina (Truhelka 1904; Marić 1964) na kojem su također pronađeni neki elementi koji ukazuju na postojanje ljevačke djelatnosti u naselju. To su, prije svega, kalupi za lijevanje metala (Marić 1964, T. 3,10,12-13,16-19.). Kalupi bi pripadali starijem naselju i fazi I koja prethodi sojencičarskom naselju (Marić 1964, 27-28). To bi se onda poklopalo s početkom ljevačke djelatnosti u naselju Mačkovac-Crišnjevi u stupnju Br C i D. Iako K. Vinski-Gasparini spominje da u mlađoj fazi kulture polja sa žarama, a zaključuje to na osnovi broja ostava, stagnira metalurška djelatnost, no izgleda da naselja možda odaju drukčiju sliku (Sv. Petar Ludbreški, Bregana-Kosovac).

Veze s lokalitetima u sjevernoj i središnjoj Bosni odvijale su se najvjerojatnije duž rijeka Bosne i Vrbasa. Najvažnijom komunikacijom ipak smatramo rijeku Savu kojom su dolazili utjecaji iz istočnoalpskog prostora. Vjerojatno su sirovine također mogle dolaziti iz tih prostora koji su bogati rudačama. Sava je u brončanom dobu bila vrlo važna komunikacija kojom su se utjecaji širili dalje na istok prema Dunavu i na jug u Bosnu. Pritokama rijeke Save širili su se utjecaji i prema sjeveru u Požešku kotlinu i obrnuto. U mlađoj fazi kulture polja sa žarama u istočnoj Slavoniji prisutna je grupa Dalj za koju se pretpostavlja da je nastala pod utjecajem grupe Val iz Mađarske, što bi značilo da je Dunav imao presudnu ulogu u razmjeni utjecaja. Ovdje otvaramo i drugu mogućnost, a to je razmjena utjecaja duž rijeke Save i onda sustavom pritoka i kanala preko vinkovačkog područja do Drave i Dunava. Ovo je samo pretpostavka koju bi buduća istraživanja trebala potvrditi.

ZAKLJUČAK

U naselju na Crišnjevima pored današnjeg sela Mačkovac odvijala se ljevačka djelatnost. To zaključujemo na osnovi nalaza ostave, gotovih metalnih predmeta, ognjišta, ulomaka kalupa, ingota, glinenog nastavka za puhaljku, ostatka bakrene rudače. Na temelju nalaza keramičkih i metalnih predmeta stavljamo početak te djelatnosti u stupanj Br C/D. Osobito je za to indikativan nalaz posuda s buklima, virovitičkih i gređanskih obilježja (Karavanić et al. 2002, T. 1-4). Budući da smo ostavu datirali prema analogijama s drugim ostavama u Posavini u II. fazu kulture polja sa žarama u sjevernoj Hrvatskoj (Karavanić, Mihaljević 2001), pretpostavljamo kako je metalurška djelatnost na kraju stupnja Ha A1 stagnirala i kako se u to vrijeme događaju promjene koje su dovele do kraja naselja rane kulture polja sa žarama i njihove bogate metaloprerađivačke djelatnosti. Razlog možda leži i u prestanku iskorištavanja ležišta ruda u Bosni i u pojavi iskorištavanja naslaga željeza. To već nagovještava pojavu željeznodobne civilizacije i sasvim druge tehnologije, te gospodarsko-društvene osnove i organizacije društva.

Toponym Mačkovac, aus dem auch eine Gruppe von Bronzegegenständen stammt (Fiala 1899). Am bosnischen Save-Ufer befindet sich der bekannte Standort Donja Dolina (Truhelka 1904; Marić 1964), wo auch einige Hinweise für die Gießtätigkeit in der Siedlung gefunden wurden. Es sind dies vor allem Metallgussformen (Marić 1964, T. 3,10,12-13,16-19.). Die Gussformen dürften zu der älteren Siedlung in der Phase, die der Pfahlhausiedlung vorangeht, gehören (Marić 1964, 27-28). Dies dürfte sich dann mit dem Anfang der Gießtätigkeit in der Siedlung Mačkovac-Crišnjevi in der Stufe Br C und D überschneiden. Obwohl K. Vinski-Gasparini anhand der Anzahl der Horte schließt, dass die metallurgische Tätigkeit in der jüngeren Phase der Urnenfelderkultur stagniert, mögen die Siedlungen vielleicht doch ein anderes Bild ergeben (Sv. Petar Ludbreški, Bregana-Kosovac).

Die Verbindungswege zwischen den Standorten in Nord- und Mittelbosnien verliefen höchstwahrscheinlich entlang der Flüsse Bosna und Vrbas. Als wichtigste Kommunikation für die Einflüsse aus dem ostalpinen Gebiet gilt jedoch der Fluss Save. Wahrscheinlich konnten auch die Rohstoffe aus diesen erzeichen Gebieten kommen. Die Save war in der Bronzezeit eine wichtige Verkehrsader, über die sich die Einflüsse in Richtung Osten zur Donau und in den Süden nach Bosnien verbreiteten. Entlang der Nebenflüsse der Save verbreiteten sich die Einflüsse nach Norden in das Požega-Becken und umgekehrt. In der jüngeren Phase der Urnenfelderkultur in Ostslawonien gibt es die Dalj-Gruppe, von der vermutet wird, dass sie unter dem Einfluss der Gruppe Val aus Ungarn entstanden ist, was wiederum bedeuten würde, dass die Donau eine ausschlaggebende Rolle beim Austausch der Einflüsse hatte. Hier eröffnet sich auch eine zweite Möglichkeit, und zwar der Austausch der Einflüsse entlang der Save und dann über das System der Nebenflüsse und Kanäle durch das Gebiet von Vinkovci bis zur Drau und Donau. Dies ist jedoch nur eine Annahme, die in künftigen Forschungen belegt werden müsste.

SCHLUSSBETRACHTUNG

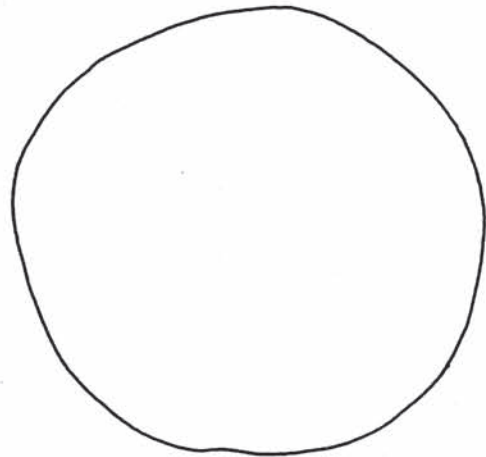
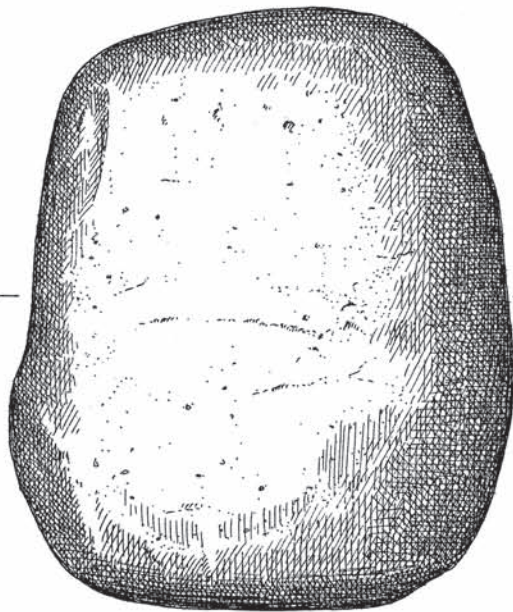
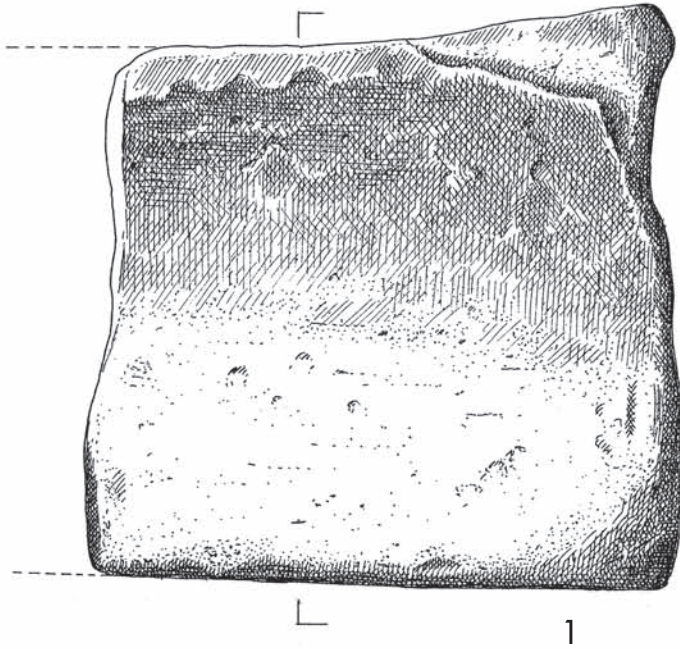
In der Siedlung auf Crišnjevi wurde bei dem heutigen Dorf Mačkovac das Gießhandwerk ausgeübt. Dies lässt sich anhand der Funde eines Hortes sowie fertiger Gegenstände aus Metall, Feuerstellen, Fragmenten von Gussformen, Ingots, eines Tonaufsatzes für ein Blasrohr, von Überresten von Kupfererz schließen. Aufgrund der Funde von Keramik- und Metallgegenständen datieren wir den Anfang dieser Tätigkeit in die Stufe Br C/D. Besonders aufschlussreich dafür ist der Fund von Gefäßen mit Buckeln der Virovitica- und Gređani-Prägung (Karavanić et al. 2002, T. 1-4). Da wir den Hort anhand der Analogien zu den anderen Horten in der Posavina in die zweite Phase der Urnenfelderkultur in Nordkroatien datiert haben (Karavanić, Mihaljević 2001), vermuten wir, dass die metallurgische Tätigkeit am Ende der Stufe Ha A1 stagnierte und sich zu dieser Zeit die Veränderungen ereigneten, die zum Ende der Siedlungen der frühen Urnenfelderkultur mit ihrer reichen Metallverarbeitungstätigkeit führten. Der Grund dafür mag vielleicht auch im Ende des Erzabbaus in Bosnien und im Beginn des Eisenabbaus liegen.

Somit kündigt sich das Erscheinen der eisenzeitlichen Zivilisation mit einer völlig anderen Technologie sowie einer anderen ökonomisch-sozialen Grundlage und gesellschaftlichen Organisation an.

LITERATURA/LITERATUR

- Bartelheim et al., 2002, Bartelheim M., Eckstein K., Huijsmans M., Krauß R., Pernicka E., Kupferzeitliche Metallgewinnung in Brixlegg, Österreich, u: *Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt*, ed. Bartelheim M., Pernicka E., Krauß R., Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft 1, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf, 33-71.
- Bouzek et al., 1989, Bouzek J., Koutecký D., Simon K., Tin and prehistoric mining in the Erzgebirge (ore mountains): some new evidence, *OxfJA* 8(2), Oxford, 203-212.
- Brunšmid J., 1900, Naselbina Novoga grada na Savi, VHADns IV, Zagreb, 43-58.
- Butler J. J., 2002, Ingots and insights: reflections on rings and ribs, u: *Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt*, ed. Bartelheim M., Pernicka E., Krauß R., Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft 1, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf, 229-243.
- Christoforidis et al., 1991, Christoforidis A., Pernicka E., Schickler H., Ostalpine Kupferlagerstätten und ihre Bedeutung für die prähistorische Metallgewinnung in Mitteleuropa, *JbRGZM* 35/2, Mainz a.R., 533-536.
- Clausing C., 1996, Urnenfelderzeitliche Vorläufer eisenzeitlicher Rippenzisten?, *AKorrBl* 26/4, Mainz a.R., 413-431.
- Clausing C., 2003, Ein urnenfelderzeitlicher Hortfund von Slavonski Brod, Kroatien, *JbRGZM* 50/1, Mainz, 47-205.
- Coghlan H. H., 1975, *Notes on the Prehistoric Metallurgy of Copper and Bronze in the Old World*, Occasional Papers on Technology 4: Oxford University Press
- Coles H., Harding A., 1979, *The Bronze Age in Europe*, London: Methuen and Co LTD.
- Craddock P. T., 1995, *Early Metal Mining and Production*, Edinburgh: University Press
- Čović B., 1958, Barice – Nekropola kasnog bronzanog doba kod Gračanice, *GZMS* XIII, Sarajevo, 77-96.
- Dular J., 1978, Poskus kronološke razdelitve dobovskega žarnega grobišča, *AVes* 29, Ljubljana, 36-45.
- Durman A., 1983, Metalurgija vučedolskog kulturnog kompleksa, *OpusA* 8, Zagreb, 1-87.
- Durman A., 1988, Metal u vučedolskom kulturnom kompleksu, u: *Vučedol. Treće tisućljeće p.n.e.* Katalog izložbe, Zagreb: Muzejsko-galerijski centar
- Durman A., 1997, Tin in southeastern Europe?, *OpusA* 21, Zagreb, 7-14.
- Fasnacht W., 1999, Prähistorischer Kupferbergbau im Oberhalbstein und dessen Spuren in der bronzezeitliche Siedlung Savognin-Padnal, u: *Prehistoric alpine environment, society, and economy. Papers of the international colloquium PAESE '97 in Zürich*, ed. Della Casa Ph., UPA 55, Bonn: Dr. Rudolf Habelt GmbH, 267-276.
- Fiala F., 1899, Prähistorische Bronzen aus Bosnien und der Hercegovina, *WMBH* 6, Wien, 140-147.
- Foltiny S., 1958, *Velemszentvid, ein urzeitliches Kulturzentrum in Mitteleuropa*, Veröffentlichungen der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Ur- und Frühgeschichte III. Band, Wien
- Furmánek V., 1987, Zu einigen Fragen der südöstlichen Urnenfelder in der Slowakei, *Mitteilungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte*, Bd. 8, Berlin, 39-54.
- Furmánek V., Vládar J., 2002, Der Stand der Metallanalysetätigkeit in der Slowakei, u: *Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt*, ed. Bartelheim M., Pernicka E., Krauß R., Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft 1, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf, 255-263.
- Goldmann K., 1981, Guß in verlöner Sandform – das Hauptverfahren alturopäischer Bronzegegäßer, *AKorrBl* 11/2, Mainz a.R., 109-116.
- Harding A., 1983, *The Bronze Age in Central and Eastern Europe: Advances and Prospects*, *Advances in World Archaeology* 2, New York: Academic Press
- Harding A., 2000, *European Societies in the Bronze Age*, Cambridge: Cambridge University Press
- Homen Z., 1982, Novi kasnobrončanodobni lokalitet u Križevcima, *MuzVjes* 5, Križevci, 18-22.
- Karavanić S., Mihaljević M., 2001, Ostava iz Mačkovca, *VAMZ* 3/XXXIV, Zagreb, 7-36.
- Karavanić et al., 2002, Karavanić S., Mihaljević M., Kalafatić H., Naselje Mačkovac-Crišnjevi kao prilog poznavanju početaka kulture polja sa žarama u slavonskoj Posavini, *PrilInstArheolZagrebu* 19, Zagreb, 47-62.
- Karavanić S., 2005, The Late Bronze Age Metallurgy in north Croatia, u: *The Bronze Age in Europe and the Mediterranean, Session 11 (ed. Laffineur R., Driessen J. and Warmenbol E.)* BARIntSer 1337, Oxford, 63-67.
- Karavanić S., 2005a, Križevačko područje u kasnom brončanom dobu i proizvodnja brončanih predmeta u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, *Cris VII/1, Križevci*, 5-13.
- Koledin J., 2004, Tipologija i razvoj duvaljki u praistorijskoj metalurgiji. Grobovi praistorijskih metalurga, *RMV* 46, Novi Sad, 79-100.
- Krause R., 2003, *Studien zur kupfer- und frühbronzezeitlichen Metallurgie zwischen Karpatenbecken und Ostsee*, VF 24, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf
- Kristiansen K., 2000, *Europe Before History*, Cambridge: Cambridge University Press
- Majnarić-Pandžić N., 1992, Ljevaonica brončanih predmeta u naselju Kalnik-Igrišće, *OpusA* 16, Zagreb, 57-83.
- Majnarić-Pandžić N., 1993, Prilog poznavanju naselja i naseljenosti Brodskog Posavlja u kasno brončano doba, *IzdanjaHAD* 16, Zagreb, 149-161.
- Marić Z., 1964, Donja Dolina, *GZMS* XIX, Sarajevo, 5-128.
- McGeehan-Liritzis V., Taylor J. W., 1987, Yugoslavian Tin deposits and Early Bronze Age industries of the Aegean region, *OxfJA* 6(3), 287-300.
- Minichreiter K., 1982-1983, Pregled istraživanja nekropola grupe «Gredani» u Slavoniji, *AnaliOs* 2, Osijek, 7-122.
- Miske K., 1908, *Die prähistorische Ansiedlung Velem St. Vid. I: Beschreibung der Raubbaufunde*, Wien
- Mozsolics A., 1985, *Bronzefunde aus Ungarn*, Budapest: Akademiai Kiado
- Müller-Karpe H., 1969, Das urnenfelderzeitliches Toreutengrab von Steinkirchen, Niederbayern, *Germania* 47/1-2, Frankfurt a. Main, 86-91.
- Müller-Karpe H., 1980, *Handbuch der Vorgeschichte. Band IV. Bronzezeit*, München: C.H.Becke
- Neugebauer J. W., 1994, *Bronzezeit in Ostösterreich*, St. Pölten-Wien: Verlag Niederösterreichisches Pressehaus
- Pernicka et al., 1993, Pernicka E., Begemann F., Schmitt-Strecker S., Wagner G.A., Eneolithic and Early Bronze Age copper artefacts from the Balkans and their relations to Serbian copper ores, *PZ* 68/1, Berlin, 1-54.
- Purić J., 1895-96, Bizovački brončani depot, VHADns 1/1895 (1895-1896), Zagreb, 213-214.
- Randsborg K., 1984, A Bronze Age grave on Funen containing a metal worker's tools, *ActaArch* 55, Copenhagen, 185-189.
- Schalk E., 2002, Forschungen zu den frühen Metallzeiten im nördlichen Karpatenraum, u: *Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt*, ed. Bartelheim M., Pernicka E., Krauß R., Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft 1, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf, 265-275.
- Shennan J. S., 1995, *Bronze Age copper producers of the Eastern Alps: Excavations at St. Veit-Klinglberg*, UPA 27, Bonn: Dr Rudolf Habelt GmbH.
- Sperber L., 2000, Zum Grab eines spätbronzezeitlichen Metallhandwerkers von Lachen-Speyerdorf, Stadt Neustadt A.D. Weinstrasse, *AKorrBl* 30/3, Mainz a.R. 383-402.
- Šimek M., 1979, Sv. Petar Ludbreški – nalaz metalurške radionice, *PodrZb* 1979, Čakovec 1979 (1987), 106-119.
- Šimek M., 1990, O izradi prehistorijskih glinenih kalupa (na primjeru nalaza iz Svetog Petra Ludbreškog), *IzdanjaHAD* 14, Zagreb, 93-99.
- Taylor J. W., 1983, Erzgebirge Tin: a closer look, *OxfJA* 2(3), Oxford, 295-297.
- Truhelka Č., 1904, Der vorgeschichtliche Pfahlbau im Savebette bei Donja Dolina, *WMBH* IX, Wien, 1-170.
- Tylecote R. F., 1976, *A History of metallurgy*, London: Metals Society
- Urban H. O., 1994, *Wegweiser in die Urgeschichte Österreichs*, Wien: Österreichischer Bundesverlag Wien
- Vinski-Gasparini K., 1973, *Kultura polja sa žarama u sjevernoj Hrvatskoj*, MonFzZadar 1, Zadar
- Vrdoljak S., 1992, Nalazi kalupa s lokaliteta Kalnik-Igrišće, *OpusA* 16, Zagreb, 75-87.
- Vrdoljak S., Forenbacher S., 1995, The Settlement Kalnik-Igrišće and bronze-casting in NW Croatia, *Antiq* 69 (264), London, 577-582.
- Vrdoljak S., Mihaljević M., 2000, Istraživanje prapovijesnog naselja Mačkovac-Crišnjevi (1997-1999), *ObavijestiHAD* 1/XXXII, Zagreb, 38-43.
- Wanzek B., 1989, *Die Gußmodel für Tüllenbeile im südöstlichen Europa*, UPA 2, Bonn: Rudolf Habelt GMBH

T. 1



2



R. KMTIĆ D05/IV

T. 2

