

Herausgegeben von:  
Martin Held,  
Reto D. Jenny,  
Maximilian Hempel

# **Metalle auf der Bühne der Menschheit**

Von Ötzis Kupferbeil zum  
Smartphone im All Metals Age



**METALLE WERTSCHÄTZEN  
UND  
KLUG NUTZEN**



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort <i>Martin Held, Reto D. Jenny und Maximilian Hempel</i>	9
Metallzeiten – von der Kupferzeit zum All Metalls Age <i>Martin Held</i>	11
Fremdes Metall – Ötzis Kupferbeil und seine Herkunft <i>Andreas Putzer</i>	27
Metalle als Namen für Zeitalter – ein Erbe der Antike? <i>Reinhold Bichler</i>	37
»Mit Kupfer arbeite ich ohne Dolmetscher« – unterwegs zur Materialität von Kupfer und Eisen – ein Dialog <i>Heinrich Hauser und Johanna M. Platzgummer</i>	43
Verwobenheit der Ressourcenräume in Montanrevieren - die ostalpine Kupferproduktion der Bronze- und Früheisenzeit <i>Thomas Stöllner</i>	57
Frühe Kupferproduktion in Nordtirol – Dynamik, Know-how und Wissenstransfer in der Vorgeschichte <i>Gert Goldenberg</i>	75
Metalle und Macht – Reflexionen zur Rolle der Metalle in der Geschichte <i>Wolfgang König</i>	87
Der Tiroler Erzbergbau und der Aufstieg der Habsburger <i>Roman Sandgruber</i>	99
Die Ächtung des Raubbaus und das Paradigma der Gabe – alte Quellen für ein neues Metallbewusstsein <i>Ulrich Grober</i>	115
Die Geschichte des Schwazer Bergbaus – lessons learned? <i>Werner Zittel</i>	129
Die Bergwerksanlagen und ihre Geschichte in S-charl – eine Wiederentdeckung <i>Peder Rauch</i>	145
Abkehr von der beschleunigten Dissipation – Perspektiven für die Zukunft der Metallisierung <i>Klaus Kümmerer</i>	159

Die Rolle der Metalle auf der Bühne des Lebens – Metallgeschichten in fünf Akten <i>Armin Reller</i>	177
Bergrot, Bergblau, Kupfersalze und die Kraft der Sicheln <i>Angela B. Clement</i>	191
Menschenrechtliche Verantwortung beim Abbau von metallischen Rohstoffen am Beispiel von Kupfer <i>Melanie Müller</i>	201
... damit sich Metalle im Bewusstsein verankern <i>Franziska Meister</i>	213
Von Ötzi's Kupferbeil zum All-Metals-Smartphone – was bedeutet das für Arbeit und Beschäftigung? <i>Klaus Mertens</i>	221
Metalle wertschätzen und klug nutzen – Perspektiven für die digitale Transformation und die Nachhaltigkeitstransformation <i>Maximilian Hempel, Martin Held und Reto D. Jenny</i>	231
Herausgeber, Autorinnen- und Autorenverzeichnis	241

Den Metallen auf die Spur kommen – das Konzept der Stoffgeschichten <i>Annika Weiser</i>	98
Die Entdeckung der Tiefenzeit <i>Ulrich Grober</i>	128
Kupfer – früher Einstieg und starke Zukunftsaussichten <i>Annika Weiser</i>	144
Energie- und Stoffströme gehören zusammen <i>Jörg Schindler</i>	176
Nickel – Lieferketten und Abbaurisiken <i>Melanie Müller</i>	212
»Li« oder der Versuch einer Personalisierung <i>Franziska Meister</i>	220
Arbeit, Boden und Kapital – zur politischen Dimension der Metallisierung, <i>Klaus Mertens</i>	230

## Verwobenheit der Ressourcenräume in Montanrevieren – die ostalpine Kupferproduktion der Bronze- und Früheisenzeit

### 1 Einleitung

Es gibt kaum eine bronzezeitliche Montanlandschaft, die so lange und intensiv erforscht worden ist, wie die ostalpinen prähistorischen Bergbaureviere (Abbildung 1). Seit dem späten 19. Jahrhundert stimulieren uns berühmte Plätze wie der Mitterberg, das Revier um Schwaz und Brixlegg im Nordtiroler Inntal wie auch die Salzbergbauzentren wie Hallstatt und Dürrenberg mit ihren vielfältigen Einblicken in Wirtschaft und Gesellschaft der mit ihnen verbundenen Gesellschaften (verschiedene zusammenfassende Beiträge in Stöllner/Oeggel 2015). Diese Gesellschaften produzierten Rohstoffe in überregionalen Austauschverbünden. Dabei spielte die Qualität des Rohstoffes eine wichtige Rolle: So kann seit der beginnenden Spätbronzezeit (circa 13./12. Jh. v. Chr.) ein gezieltes »Verschneiden« von Kupfersorten aus unterschiedlichen Lagerstätten beobachtet werden. Dabei wissen wir heute, dass Kupfer aus Fahlerzrevieren mit solchen aus Kupferkieslagerstätten gemischt wurde. Grund dafür war wohl der erhöhte Kupferbedarf der Spätbronzezeit, zuzüglich der gestiegenen Bedeutung eines einheitlichen Produktes für mengenmäßig bedeutsame Objektserien, die die Herstellung eines standardisierten Schwarzkupferprodukts erforderten (Sperber 2004; Pernicka/Lutz in: Stöllner/Oeggel 2015: 107–111) (Abbildung 2).

Dies zeigt zuletzt die Untersuchung des auf Fahlerze zurückführbaren Spurenmetallgehalts in Bronzeobjekten, die mit Zinn legiert wurden. Zinn und der über Silber- und Antimongehalte rückgeschlossene Fahlerzkupferanteil stehen vor allem in der jüngeren Spätbronzezeit offensichtlich in einem Verhältnis zu einander. Je höher der Fahlerzanteil, desto geringer der Zinnanteil (siehe dazu Stöllner et al. 2016). Da Fahlerz ähnliche Effekte auf die Metalleigenschaften des Kupfers hat wie Zinn, könnte diese Beobachtung dafür sprechen, dass Fahlerzkupfer als Substitut für das aus fernen Regionen zugebrachte Zinnmetall gedient hat. Einzig die Farbe der Legierungen unterscheidet sich. Während sich ein hoher Fahlerzanteil in einer silbrig bis grauen Oberflächenfarbe niederschlägt, kann mit einer Zinnlegierung eine eher goldene Oberflächenfarbe erzeugt werden. Dagegen halten sich die Härteeigenschaften von Fahlerzkupfer zu Zinnbronzen bis zu einem Legierungsanteil von 6 bis 8 Prozent etwa die Waage. Zinn konnte also in einem bestimmten Umfang





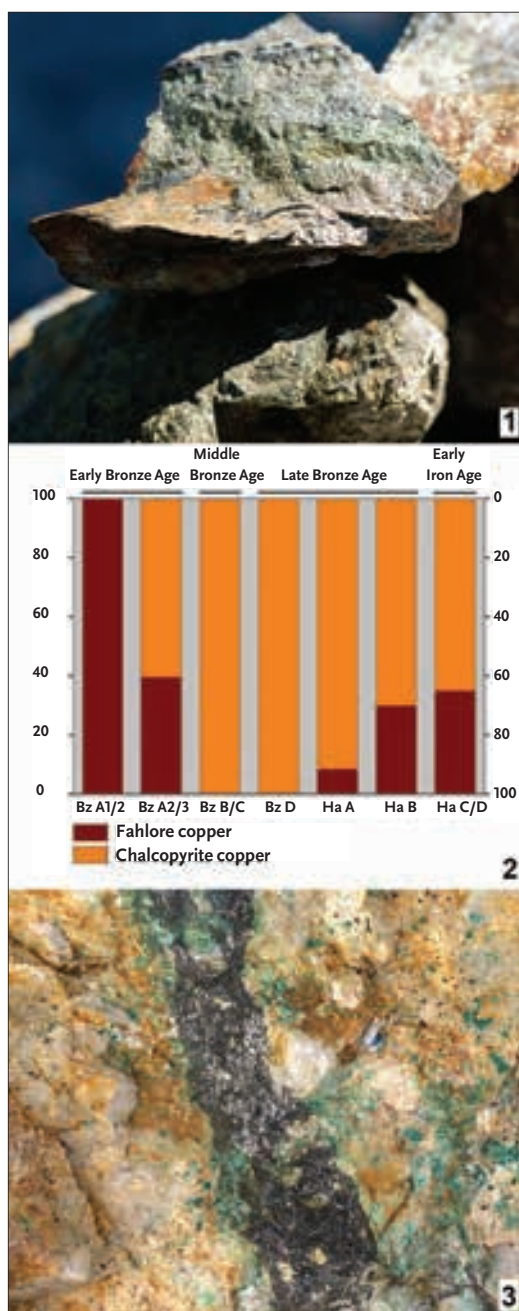
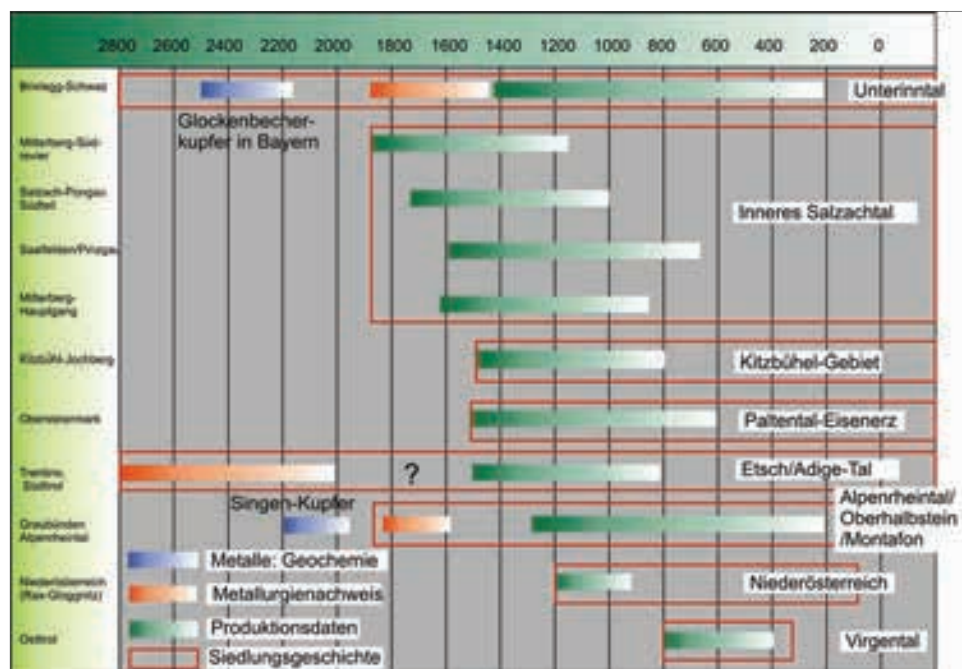


Abbildung 2: Kupferkies (Chalkopyrit) vom Mitterberg (1), Fahlerz im Dolomit in der spätbronzezeitlichen und frühneuzeitlichen Grube Mauk E (Maukental, Radfeld, Tirol) (3), Kupferbasis nordalpiner und südbayerischer Kupfer- und Bronzefunde der Bronze- und Früheisenzeit (nach Lutz/Pernicka 2013) (2) (Foto: DBM, M. Schicht, K. Stange, AVtention, Marienheide)

## 2 Zeitliche, räumliche und technische Entwicklungen

Bevor ich mich mit der Verworfenheit der Montanreviere selbst beschäftige, seien einige Bemerkungen zur zeitlichen Entwicklung der ost- und südalpinen Kupfergewinnung vorausgeschickt. Dabei muss betont werden, dass die Kupfergewinnung selbst immer von überregional wirksamen Nachfrageregimen bestimmt wurde, mindestens seit Einführung erster Kupferverwendung am Ende des 5. Jahrtausends v. Chr., als mit der Münchshöfener Kultur nördlich der Alpen erstmals der Umgang mit kleinen Kupferobjekten gelernt wurde (Krause 2003; Höppner et al. 2005). Ähnlich früh sind die ersten Hinweise auf die Metallurgie in der späten Vasi ai Bocca Quadrata-Kultur (VBQ) in Oberitalien etwa in derselben Zeit (Pearce 2015). Doch ist es in dieser frühen Zeit nicht immer gesichert, dass das Kupfer selbst aus den naheliegenden Erzlagerstätten gewonnen wurde. Die bisher erhobenen Provenienzdaten, selbst aus Fundstellen in den großen alpinen Tälern (etwa dem Etsch-, Salzach- und Inntal, Höppner et al. 2005; Tecchiati in: Stöllner/Oeggel 2015: 83–88), sind provenienzanalytisch nicht immer eindeutig auf regionale Lagerstätten zu beziehen. Das bisher eindeutigste Beispiel sind die zahlreichen Kupferfunde der Mondsee-Gruppe, deren Zugriff auf die Lagerstätten des Enns- und Salzachtals wegen inneralpiner Fundstellen immer vermutet wurde. Provenienzdaten (Pernicka/Frank in: Stöllner/Oeggel 2015: 77–82) lassen aber deutliche Übereinstimmung mit serbischen Kupfererzlagerstätten erkennen. Zumindest größere Anteile des Kupfers dürften um die Mitte des 4. Jahrtausends v. Chr. aus südosteuropäischen Kupfernetzwerken nach Süddeutschland und Westösterreich eingespeist worden sein. Doch belegen die frühen, jung- bis spätneolithischen Siedlungen entlang der großen alpinen Flusstäler immerhin erste Versuche dauerhafter Etablierung von Siedlungen in den inner-alpinen Landschaften der Ost- und Südalpen: Zuvor waren es saisonale Nutzungen vor allem im jägerischen Kontext gewesen, im Zuge derer auch lithische Ressourcen verteilt wurden. Bergkristall, Radiolarit oder Silex wurden in jägerisch bestimmten Netzwerken durchaus überregional verteilt, denn aus ihnen wurden Pfeilspitzen, aber auch Klingen oder sogar prestigereichere Objekte wie Dolche und Beile gefertigt (Leitner/Brandl/Bachnetzer in: Stöllner/Oeggel 2015: 59–69). Für die Entstehung der Kupferreviere wichtig ist die naheliegende Vermutung, dass jägerische Gruppen wichtige Mediatoren für die Erschließung des Lebens- und Ressourcenraumes ab dem frühen 2. Jahrtausend v. Chr. waren.

Dennoch ändert sich mit der Erschließung der alpinen Haupttäler am Beginn des 2. Jahrtausends v. Chr. Entscheidendes: Die Lebensräume werden dauerhaft besetzt und, anders als in den Jahrtausenden zuvor, Ressourcen wie Weiden, mineralische Lagerstätten oder gerodete Ackerterrassen Anker für ortsstabile Konzepte. Die Kupfergewinnung ist in manchen Tälern der entscheidende Faktor für den Erfolg der »Kolonisierungsprozesse« (Stöllner/Töchterle in: Stöllner/Oeggel 2015: 117–124; 129–134), dies wird vor allem in den Landschaften zwischen Salzach- und Unterinntal besonders deutlich (Abbildung 3).



**Abbildung 3: Die zeitliche Entwicklung der ost- und südalpinen Kupfererzreviere aufgrund von Produktionsdaten, der Siedlungsgeschichte in den entsprechenden Teillandschaften und anderen indirekten Indikatoren wie dem geochemischen Nachweis einer Lagerstättennutzung oder einer regionalen Kupfermetallurgie (nach Stöllner 2010)**

Der Salzburger Pinz- und Pongau wie auch die Räume um das Glemmtal, die Täler der Kitzbühler Ache wie auch das Brixental scheinen erst mit der Nutzung der Kupfererzlagertstätten der Grauwackenzone besiedelt zu werden. Umgekehrt ist das Nordtiroler Unterinntal schon zuvor von Norden her besiedelt worden und darum führt die Ausbeutung der Fahlerzlagertstätten eher zu einer Siedlungsverdichtung um Schwaz und Brixlegg (Töchterle 2015; Töchterle in: Stöllner/Oeggel 2015: Abb. 2). Dieser Vorgang setzte im gut zugänglichen und schon besiedelten Unterinntal etwas früher als weiter östlich im inneralpinen Salztal ein, wo augenfällig die Fluss- und Wegeenge des Pass Lueg eine gewisse Schranke zu den voralpinen Tälern und dem Alpenvorland darstellte. Erst im 19./18. Jahrhundert v. Chr. wurde diese Schranke erneut und permanent überwunden, indem in rascher Folge entlang der Salzach Siedlungen gegründet und in vielen Fällen auch Kupfererzgewinnung begonnen wurde. Dieser scheinbar rasche Vorgang von vielleicht nur wenigen Generationen führte zunächst zur Besiedlung des Pongaus, nicht viel später zur Einbeziehung des Saalach- und Salztals im Pinzgau (generell Stöllner 2009).

Lange blieb der Mitterberger Raum wesentlicher Produzent für das massenhaft aus den Kupferkieslagertstätten gewonnene Kupfermetall (dazu Stöllner in: Stöllner/Oeggel 2015:

175–185), ehe ab dem Ende des 14. Jahrhunderts verschiedene neue Reviere greifbar werden. Zu nennen sind die Produktionsdistrikte um die Kitzbühler Alpen (Kitzbühel/Kelchalm: Koch-Waldner 2013; Koch-Waldner/Klaunzer in: Stöllner/Oegg 2015: 165–173) und die obersteirischen Kupfererzreviere um Eisenerz und dem Paltental (Klemm in: Stöllner/Oegg 2015: 195–200) (Abbildung 1). Diese Reviere konzentrierten sich alle auf ergiebige Kupferkieslagerstätten, die mit einem sehr ähnlichen technischen Konzept ausgebeutet werden konnten. Diese Ausdehnung der Kupfergewinnung geht somit mit einem erhöhten Kupferbedarf vor allem in der beginnenden Spätbronzezeit einher, lässt aber auch eine Ausbreitung der am Mitterberg etablierten Techniken und wirtschaftlichen Konzepte erkennen. Im Vergleich zur zweiten Boomphase der ostalpinen Kupfergewinnung in der Urnenfelderzeit beziehungsweise den Jahrhunderten ab dem 12./11. Jahrhundert v. Chr. ist dies bemerkenswert. Denn betrachtet man die jüngeren Nachweise der ostalpinen Technologie, die ab dem 12. Jahrhundert in noch entfernteren Gebieten fassbar werden, so zeigen sich durchaus Adaptionen und technische Veränderungen, die man aus der älteren Verbreitungsphase der Technologie noch nicht kannte. Allerdings haben wir bis dato nur aus wenigen Revieren einen detaillierteren Eindruck, weil Quellen ausfallen, so in der Region Trentino, in der bisher ein spätbronzezeitlicher Abbau nicht aufgefunden werden konnte (Cierny 2008; Silvestri et al. in: Stöllner/Oegg 2015: 201–208). Auch ist die Vergleichbarkeit manchmal schwierig, wenn sich ~~abgebautes Erz von den Kupferkies-~~lagerstätten deutlich unterschied. Besonders auffällig ist dies im Fahlerzrevier zwischen Schwaz und Brixlegg, in dem wir zwar grundsätzlich vergleichbare Strukturen einer Raumorganisation fassen (zum Beispiel im Revier Mauken: Goldenberg in: Stöllner/Oegg 2015: 151–163; Goldenberg et al. 2012, 2013), aber durch die an Dolomit gebundene Fahlerz-lagerstätte und das andersartige Erz im Detail andersartige Verfahrensabläufe fassen. Die jüngsten Feldforschungen in Oberhalbstein, auch dort ein Revier der Spätbronze- und Früheisenzeit (Naef in: Stöllner/Oegg 2015: 215–219), legen ebenfalls eine weitergehende technische Variation zum ursprünglichen »Mitterberger Prozess« nahe. Dass die archäologischen Quellen aber häufig nur ein magerer Ersatz für die ganze Vielfaltigkeit von Prozessabläufen ist, und wir eben einzelne Elemente der technischen und sozialen Praxis der Kupfererzgewinnung oder des Kupfererzschmelzens gar nicht fassen, zeigen ethnografische Beispiele, wie sie beispielsweise von Nils Anfinset zum traditionellen Kupfermachen in Nepal geschildert werden (Anfinset 2000, 2011).

Nachweise als typisch ostalpine Produktionsmode lassen sich durch jüngste Untersuchungen (seit etwa 2007) deutlicher als bisher in die frühe Eisenzeit datieren. So ~~lassen sich~~ zahlreiche Gruben im Brixlegger Revier durch dendrochronologische Untersuchungen des beim Feuersetzen verwendeten Holzes heute in das 8. Jahrhundert v. Chr. und damit in die ältere Eisenzeit ~~datieren~~ (Nicolussi et al. in: Stöllner/Oegg 2015: 242–244). Interessant ist, dass noch in dieser Zeit kleinere Reviere in Betrieb stehen, wie etwa im Osttiroler Virgental (zusammenfassend Stadler 1992; zu den Schmelzplätzen:

Eibner/Presslinger 1991: 428, Abb. 1). Auch wenn die Hüttenplätze dort nicht näher datiert sind, so zeigen die Metallurgiereste aus einer hallstattzeitlichen Fundschicht von Burg bei Obermaier einen Bezug zur Kupfergewinnung an (Stadler 1992: bes. 553). Auch die Mitterberger Ostgänge sind in dieser Zeit wohl noch betrieben worden. Dazu passt das bekannte eisenzeitliche Gräberfeld auf dem Pestfriedhof, wo bezeichnender Weise ein eisenzeitlicher Lappenpickel der Form Hallein gefunden wurde (siehe Stöllner/Schwab 2009). Eisenzeitliche Nutzung der alpinen Kupferressourcen ist wohl insgesamt für die ostalpine Fazies einer inneralpinen Hallstattkultur in den Tälern der Mur, der Enns, der Salzach, des Inn, in Osttirol sowie im Pustertal und in Oberkärnten anzunehmen: Schlackenfunde von der Siedlung am Steinbühel können so zum Beispiel mit den reichen Buntmetallfunden des Gräberfeldes von Uttendorf zusammengesehen werden (zum Beispiel Schwergeräte wie Lappenbeile). Die eindeutigsten Belege stammen aber aus den Grubenbauen des Reviers Schwaz-Brixlegg sowie von datierten Schlackenplätzen des Oberhalbstein (zuletzt Naef in: Stöllner/Oeggli 2015: 215–219). Auch die zuletzt verstärkt in Gang gekommenen Untersuchungen zu Metallen der Früheisenzeit haben klare Hinweise auf die weiterhin bedeutende Rolle alpiner Kupfermetalle für die Metallversorgung Europas offenbart (Lutz/Schwab in: Stöllner/Oeggli 2015: 113–116). Insgesamt ist diese Rolle der Gesellschaften in den alpinen Kupfererzrevieren erst um die Mitte des 1. Jahrtausends zunehmend in den Hintergrund getreten und schrittweise seit Beginn der Eisenzeit im 8. Jahrhundert v. Chr. von anderen Aktivitäten wie dem Salzbergbau, dem Handel über die Alpen, einer intensivierten Hochweideaktivität und schrittweisen Verbesserungen in der Landwirtschaft verdrängt worden.

### **3 Bemerkungen zur Wirtschafts- und Gesellschaftsstruktur in den Kupfererzrevieren**

Die zahlreichen Ergebnisse zu den Kupferrevieren der Ostalpen haben über die Technologiekette hinaus weitere bemerkenswerte Ergebnisse erbracht. So scheinen die für die Zulieferung und die Versorgung notwendigen agrarisch ausgerichteten Zonen überwiegend in den Tallagen der Haupttäler (zum Beispiel terrassenartige Mittelgebirgslagen) zu liegen. In den Bergbaurevieren selbst lassen sich bestenfalls Lagerplätze und einzelne »berghausartige« Befunde nachweisen (zum Beispiel Krause 2009; Stöllner 2011: 50–51). Auch die Versorgung könnte zumindest in Teilen aus den Haupttälern organisiert worden sein, in denen man Transporte von Fleisch in bereits geschlachteter Form (zum Beispiel Schweine) organisierte (Stopp et al. 2010: 215–219; Goldenberg et al. 2012: 102–104). Ob hier ein Zusammenhang mit dem gleichzeitig aufblühenden Salzbergbau in Hallstatt und seiner Schweinefleischproduktion bestand, müssen aber zukünftige Forschungen zeigen (Pucher et al. 2013). Allerdings ist die Rolle einer gleichzeitig betriebenen Almwirtschaft nicht überall geklärt. Befunde von der Kelchalm können bestenfalls für mitgeführtes Milchvieh sprechen, das

dann im Umfeld der Bergbauzonen geweidet wurde. Eine Symbiose mit einer spezialisierten Almwirtschaft jedenfalls ist für die Bergbauzonen bislang nicht sicher nachzuweisen.

Um eine Vorstellung von der wirtschaftlichen Bedeutung der Kupferproduktion zu erhalten, muss man sich nur den langen und letztlich erfolgreichen Produktionsverlauf vergegenwärtigen. Im Revier Mitterberg dürften allein über 24 000 Tonnen Schwarzkupfer erzeugt worden sein (Zschocke/Preuschen 1932; Stöllner et al. 2011: 115–128) und es ist durchaus nicht abwegig, dass zu bestimmten Zeiten es beinahe allein diese Lagerstätte war, die große Teile Mitteleuropas mit Kupfer versorgte (Pernicka et al. 2016). Wie solche Versorgungsnetze organisiert waren und welche Rolle dabei etwa die Gruppen und ihre Eliten im Alpenvorland spielten, ist aber noch weitgehend unklar, selbst wenn es Formen enger Kooperation im Zuge von Lebensmittel- und Kupfertauch gegeben haben wird. Zuletzt zeigt ja insbesondere die urnenfelderzeitliche Fundstelle Prigglitz in Niederösterreich (Trebsche 2013; Trebsche in: Stöllner/Oeggel 2015: 209–214) mutmaßlich enge wirtschaftliche Beziehungen zwischen dem Salzbergbau in Hallstatt und der eigenen Kupferproduktion: Die in Prigglitz wahrscheinlich gezüchteten und wahrscheinlich auch geschlachteten Schweine könnten nach der Auswahl der jeweils komplementären Auswahl der Fleischteile in Hallstatt weiterverarbeitet worden sein. Natürlich ist dann auch denkbar, dass das dort erzeugte Kupfer nach Hallstatt kam, was ja auch die eigene Gerätekultur offenbart, die sich deutlich von jenen aus den Kupfererzrevieren unterscheidet. Hier offenbaren sich Kooperationen, die vielfältige Ebenen hatten und die wir derzeit erst in Ansätzen verstehen.

So wohl organisiert der ostalpine Bergbau auch vor uns tritt, so prekär dürfte seine Versorgungslage in den Montangebieten selbst zeitweise gewesen sein. Dies offenbart etwa ein Blick in die Versorgung der frühneuezeitlichen Reviere in diesem Gebiet, die immer auch von Lebensmittelzulieferungen von außen abhängig gewesen waren (zum Beispiel Feichter-Haid 2013). Was erwirtschaftet wurde, musste teilweise und sogar ganz in Lebensmittel investiert werden und war eine Ernte aufgrund klimatischer Ungunst ausgefallen, konnte dies die Gemeinschaft und den Betrieb bedrohen. Dies ist zu beachten, wenn wir, vor allem für die frühen Phasen, nach archäologischen Nachweisen von Wohlstand suchen (zum Beispiel durch reiche Grabinventare oder fremde Güter). Vor allem in den früheren Phasen ist kaum eine Akkumulation von Reichtum in den Bergbaugebieten zu beobachten (siehe schon Shennan 1995). Erst mit der Spätbronzezeit deutet sich in Nordtirol, aber vielleicht auch im inneralpinen Salzburg eine stärkere Akkumulation von wirtschaftlichem Wohlstand an. Doch es wäre gefährlich, wollte man die besonders aus der Bronzezeit D und der Hallstattzeit A bekannten Grabausstattungen nun unbesehen direkt an die zeitgleichen nordalpinen Verhältnisse anschließen oder sie gar in eine soziologische Beziehung setzen (zum Beispiel Sperber 1992, 1999). Dafür unterscheiden sich die Grabsitten und auch die Verteilung bestimmter rangspezifischer Beigaben (zum Beispiel das Schwert) zu sehr und eben auch die dem zugrunde liegende Gesellschaftsordnung. Allein in den Nordtiroler



Urnengräberfeldern ist die Häufung von Schwertbeigaben so auffällig, dass zwangsläufig von einer breiteren und anders strukturierten Elite auszugehen ist. Es scheint, dass sich darin eine für Montanreviere vielleicht typische Gesellschafts- und Ritualordnung spiegelt. Ähnlich ist dies auch für die jüngeren Sozialverhältnisse in den eisenzeitlichen Salzbergbauzentren von Hallstatt und Hallein-Dürrenberg betont worden (Hodson 1990; Stöllner 1998). Auch dort sind die in den Grabausstattungen manifesten Eliten zahlenmäßig breiter vertreten: Die Grabausstattungen verraten, dass nicht nur Reichtum akkumulierte, sondern auch Elemente einer zur Schau getragenen Distinktion (durch Elemente der Grabausstattungen) vorhanden waren. Teilweise sind Verweise auf eine lokale traditionshafte Identität zu erkennen, teilweise sind Gruppen mit besonderem Charakter und Herkunft zu isolieren. Sie machen deutlich, dass die örtlichen sozialen Verhältnisse vielgestaltig waren und auch mit Konkurrenz und Rivalität zwischen einzelnen Gruppen zu rechnen ist.

#### **4 Verwobenheit – theoretische Aspekte**

Wenn wir das Lebensumfeld der kupferproduzierenden Gemeinschaften betrachten, so wird schnell klar, dass sie insgesamt vor sehr ähnlichen Herausforderungen gestellt waren. Das traf schon zu Beginn der Aufsiedlung der Alpentäler am Beginn des 2. Jahrtausends zu, weil bestimmte Subsistenz-, Siedlungs- und Verkehrsbedingungen den Menschen und ihren Aktivitäten einen spezifischen Stempel aufprägten. Doch ist naheliegend, dass ihre Erfahrungen im alpinen Umfeld ähnlich gewesen waren und sich dadurch auch persönliche Erfahrungswelten in spezifischer Weise ähnelten. Durch die vielfältigen Arbeitswelten der Kupfergewinnung entstanden wohl identitätsstiftende Momente, die aus dem vielfältigen und gemeinsamen Zusammenwirken resultierten. Die ostalpine Kupferwirtschaft ist auch für die heutige Archäologie ein interessantes und ideales Beispiel. Sie erlaubt nach solchen Identitätsprozessen zu fragen, weil die Elemente einer Verwobenheit gut erkannt werden können. Die weite Verbreitung ähnlicher Erscheinungen lässt sich somit auch als eine gesellschaftliche Entwicklung über weite Räume mit ähnlichen technischen Prozessen darstellen. Wer nun aber erwartet, dass die Regionen bronzezeitlicher alpiner Kupferproduktion sich in ihrer materiellen Kultur zwischen dem frühen 2. Jahrtausend und der Mitte des 1. Jahrtausend v. Chr. gleichartig manifestierten, der irrt sich. Eher zeigen sich kulturelle Bindungen der einzelnen Alpentäler an jene Regionen, die geografisch am engsten mit den großen Flussläufen verbunden sind: Inn, Salzach und Enns im Osten entwässern nach Osten und so sind die Bezüge zur frühbronzezeitlichen Straubinger Kultur Südbayerns und Oberösterreichs besonders eng (zum Beispiel Möslein 1997). Dass das Alpenrheintal mit der Ostschweiz und dem Südwesten Deutschlands zu verbinden ist, kann auch in der Früh- und Mittelbronzezeit herausgearbeitet werden (zum Beispiel Krause 2003). Westalpine Elemente der späten frühbronzezeitlichen Arboner Kultur traten hinzu und

formten wie auch weiter im Osten Elemente der Eigenständigkeit, die erst ab dem 13. und 12. Jahrhundert v. Chr. von transalpinen und süddeutschen Elementen der sich formierenden Urnenfeldergruppen überformt wurden. Diese Dynamik erfasste auch den südalpinen Zweig der alpinen Gesellschaften in Südtirol und Trentino, wo sich vor allem die Träger der Laugen-Melaun-Gruppe als jene herausstellten, die spätestens seit dem 13./12. Jahrhundert v. Chr. auch die Techniken des »Mitterberger« Kupferproduktionsprozesses übernahmen (Marzatico et al. 2010; Silvestri et al. in: Stöllner/Oeggel 2015). Es ist auffällig, dass sich die Laugen-Melaun-Gruppe seit der Mittelbronzezeit (Bz C2) des 14. Jahrhundert v. Chr. als eigenständige keramische Gruppe manifestiert, sie aber zugleich überregional mit dem Riegsee-Horizont im 13. Jahrhundert verbunden war. Die Laugen-Melaun-Gemeinschaften traten auch durch ihre eigene Produktion in einen überregionalen Stoffaustausch mit ihrem Produkt »Kupfer« (zum Beispiel Gleirscher 1992). Noch in den Jahrhunderten zuvor war der kulturelle Bezugsrahmen wie wohl auch die ursprüngliche Herkunft der Siedler in den Talschaften eher aus den oberitalischen Primärsiedelzonen gewesen.

Es sind daher drei Faktoren zu beachten, in der die Frage materiell manifestierter Identitätsstiftungen einzubetten ist. Es sind dies (1) die regionalen und kleinregionalen Lebens- und Arbeitswelten (Kupfererzgewinnung, Landwirtschaft und pastorale Lebens- und Wirtschaftsformen). Dazu kommen (2) die interregionalen Austauschprozesse, die zur Subsistenzdeckung der alpinen Gemeinschaften meist nach Süden und nach Norden in die großen Agrarzonen (süddeutsch-westösterreichisches Alpenvorland, Poebene) gingen. Über diese Wege wurden auch die Kupferprodukte vertauscht. Und schließlich sind es (3) die über einzelne Tal- und Flusssysteme hinausgehenden inneralpinen Beziehungen über Gebirgskämme und alpine Mittelgebirgslandschaften hinweg, die nach derzeitigem Kenntnisstand auch zu einer Verbreitung und Adaption technischer Prozesse zum Beispiel des Kupfererzbergbaues oder der Kupferverhüttung geführt haben. Insofern müssen wir mit unterschiedlichen Identitätsebenen rechnen und mit weiteren habituellen Praktiken jenseits der Arbeitswelten. Warum ist dies aber für die Kupferproduktion wichtig? Kommunikation und Kooperation zwischen einzelnen Gemeinschaften waren wichtige Voraussetzungen, und diese funktionierten umso besser, je verständlicher und vertrauter sich das Gegenüber verhielt (etwa durch ähnliche Sitten und kulturelle Zeichen, die anders als die Sprache von der Archäologie rekonstruiert werden können).

Der inneralpine Austausch war also wesentlicher Motor einer Entwicklung, die die Durchsetzung der Kupfergewinnungsstrategien ab dem späten 14. Jahrhundert v. Chr. in vielen alpinen Tälern ermöglichte. Dadurch wurde die am Mitterberg maßgeblich entwickelte Gewinnungstechnik und die damit verbundenen Wirtschaftspraktiken zwischen Oberhalbstein im Westen, dem Trentino im Süden und dem Wiener Wald/Niederösterreich verbreitet (zu den zeitlichen Abläufen siehe schon Stöllner 2009). Dieser Prozess über die Ost- und Südalpen hinweg ist tatsächlich eine Frage europäischer



Dimension, denn es entstand dadurch ein für die Blüte der Spätbronzezeit maßgeblicher Produktionsraum. Alpines Kupfer verbreitete sich seit der Mittelbronzezeit in einem breiten Streifen von Südkandinavien, Mittel- und Süddeutschland, Böhmen sowie bis in den mittleren Donauraum und das nördliche Karpatenbecken (dazu zum Beispiel Krause 2003; Lutz/Pernicka 2013; Pernicka/Lutz in: Stöllner/Oeggel 2015). Später kamen noch Oberitalien, das Mittelmeerbecken und der Südostalpenraum hinzu (neue Daten koordiniert von M. Bode, Bochum).

## 5 Erfahrungswelten zwischen Technik und Landschaft

Um die Erfahrungswelten der alpinen »Kupfergemeinschaften« zu rekonstruieren, muss betont werden, dass es verschiedene Erfahrungswelten gewesen sind, die ökonomische Austauschnetze ebenso wie die Verwobenheit täglicher Lebenspraktiken einschloss. Zugleich sind verschiedene Formen der Wissensvermittlung und der Wissensvermehrung zu betrachten, wie sie in den spezifischen Sphären von Produktion wie auch der weiteren Nutzung und des Verbrauchs des Rohstoffes Kupfer herausgearbeitet werden können. Das angewendete Wissen von Kupferbergbau und Lagerstättennutzung (insbesondere im Tiefbergbau), Erzaufbereitung und Kupfererzverhüttung ist komplex. Vieles in den Prozessen war habitualisiertes, verkörpertes Wissen, das über »stille« Lernprozesse über Generationen weitergegeben wurde. Dazu gehörten wahrscheinlich eine Vielzahl der verschiedensten manuell und seriell durchgeführten Bearbeitungsschritte wie zum Beispiel die Schlägel- und Keilhauenarbeit unter Tage, reichende und ziehende Förderarbeiten, Poch- und Wascharbeiten in der Aufbereitung oder auch Blasebalgbedienung und die Hitzekontrolle im Verhüttungssofen (Abbildung 4). Sogenanntes unausgesprochenes, »stilles« Wissen (zum Beispiel Polanyi 1985 [1958]) ging Hand in Hand mit externalisierbaren Wissensformen. Erze mussten erkannt und dieses Wissen anderen erläutert und mit anderen diskutiert werden. Die Herstellung der Abbau- und Fördergeräte musste im Rahmen einer Arbeitsteiligkeit zwischen Metall- und Holzbearbeitung abgestimmt werden. Empirische Aspekte des Tastens und Erkennens von Mineralzusammensetzungen waren notwendigerweise auch zu klassifizieren, wenn zwischen Waschen und Pochen abgestimmt wurde. Ebenso war die Beschickung des Ofens an bestimmte Regeln eines über Jahrhunderte aufgebauten Erfahrungswissens gebunden, umso mehr wenn bestimmte Bestandteile der Charge (Derberz, aufbereitete Konzentrate) angeliefert wurden. Die mögliche Vermittlungsform des Wissens steht somit in enger Beziehung mit der Art des technischen Wissens selbst, das, wie wir heute vermuten, in den Kupfererzrevieren von den Spezialisten weitergegeben wurde. Die Art solcher Vermittlungen kann man ergründen, wenn man sich die praktische Verstrickung der Tätigkeiten klar macht und sie entsprechend der theoretischen Ansätze von Pierre Bourdieu (1977) und Tim Ingold erklärt (2000). Die schon von Marcel Mauss

betonten Körpertechniken dürften eine wichtige Rolle gespielt haben, wenn Geräte zum Beispiel im engen Umfeld des Kupfererzbergwerkes angewandt werden sollten, oder Abläufe bei der Erzwäsche oder im Schmelzvorgang für die Erreichung eines erfolgreichen Zwischenergebnisses Hand in Hand abgestimmt erfolgen mussten (Mauss 1936).

Wenn man nun die konkreten Beispiele solcher täglich verwobener Praktiken und die damit verbundenen Wissensübertragungen betrachtet, so sind die Beispiele vielfältig. Sie umfassen technische Praxis und Erfahrungswissen ebenso wie die Aspekte spezifischer Alltagskultur. So kann die Verwendung von Schlackengrus in der Magerung von grobkeramischen Kochtöpfen seit der späten Frühbronzezeit bis in die Spätbronzezeit zwischen Unterinn- und Salzsachtal, zum Teil auch in Kleinräumen ohne spezifische Tätigkeit in der Kupfergewinnung beobachtet werden. Unabhängig davon, ob der Schlackengrus thermische Effekte hatte (etwa in der Hitzespeicherung), so scheint diese Eigenheit spezifisch genau für jene Regionen zu sein, in denen sich eine dauerhafte »Kupferwirtschaft« seit der späten Frühbronzezeit und schrittweise bis zum späten 14. Jahrhundert v. Chr. etablieren konnte (dazu Töchterle 2015; Stöllner et al. 2016). Andere Aspekte umfassen die Verwendung ähnlicher Gerätschaften in diesem Kernraum, etwa Abbau- und Fördergeräte ebenso wie Hüttentechnik (Schachtöfen, Röstbette und so weiter) oder auch Elemente der Nassaufbereitung der Erze, wozu bestimmte Gerätschaften und Anlagen (Pochgeräte, Holzwerkzeuge, Aufbereitungskästen), eingesetzt wurden. Obwohl es etwa zwischen den Revieren des Kitzbühler Raums und dem älteren Mitterberg kleinere Unterschiede gibt, so sind die Bezüge so eng, dass mit einer Übertragung durch mobile Spezialisten gerechnet werden muss. Auch im Zuge eines schrittweisen Ausbreitens und Neuerschließens von Lagerstättenzonen entlang der Flusssysteme Salzach, Saalach und Kitzbühler Ache (siehe die Diskussion unter anderem bei Koch-Waldner/Klaunzer 2015; Stöllner et al. 2016).

Ein weiterer Aspekt ist mir wichtig, weil er sich auf eine gewisse Resilienz und Verharrung auf technische und wirtschaftliche Abläufe bezieht, so sie einmal erfolgreich etabliert waren. Die prähistorische Kupfergewinnung der Ost- und Südalpen konnte sich bekanntermaßen über einen sehr langen Zeitraum, circa dem 19./18. und der Mitte des 1. Jahrhunderts v. Chr. nicht nur erfolgreich behaupten, sondern sie hielt lange auch an den einmal etablierten technischen Prinzipien fest, selbst wenn einzelne Innovationen die technischen Prozesse veränderten. Dabei hätte eine ältere Forschung eher mit dem Begriff »Verharrung« eine gewisse alpine Rückständigkeit beschrieben. Man kann aber auch den von Douglass North diskutierten Begriff der »Pfadabhängigkeiten« bemühen und argumentieren, dass die im Zuge der Erschließung der Kupfergewinnung eingeschlagenen »Pfade« eine gewisse Einengung auf daraus abgeleitete Innovationsprozesse und wirtschaftliche Weiterentwicklungen mit sich brachte (North 2005).

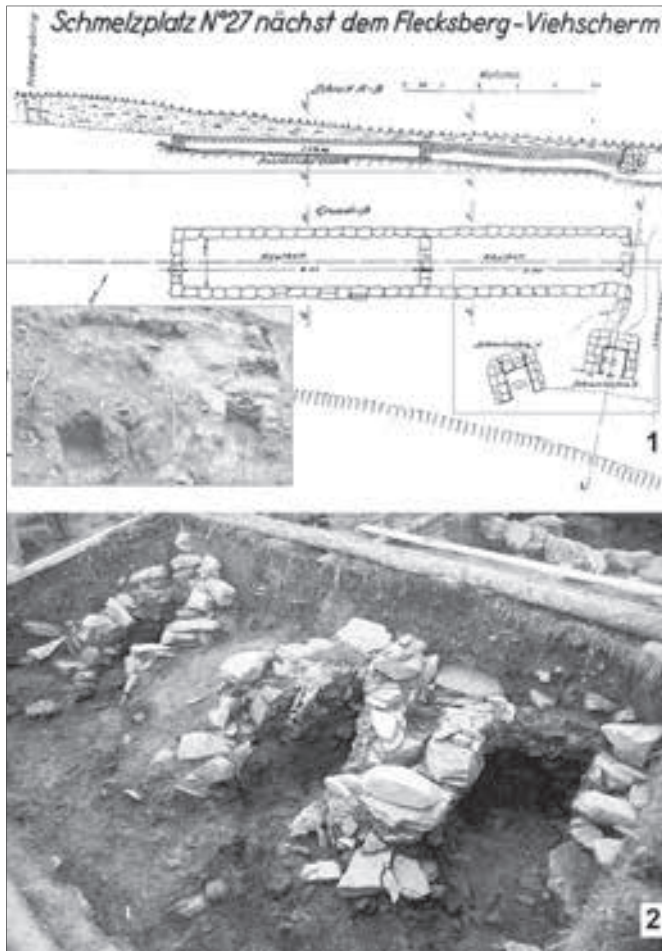


Abbildung 4: Typische ostalpine Verhüttungsplätze vom Mitterberg, ein rechteckiges Röstbett ist oberhalb der beiden in Trockenbauweise errichteten Schachtöfen; Schlacke ist unterhalb der Öfen aufgehaldet (verändert Zschocke/Preuschen 1932: Taf. 3 und 5) (1); Schachtöfen der älteren Spätbronzezeit aus Jochberg im Kupfererzrevier »Wurzhöhe« im Kitzbühler Revier, Grabung Univ. Innsbruck (Foto: DBM, G. Weisgerber) (2)

## 6 Zum Abschluss

Alle von mir diskutierten Aspekte weisen auf einen lebendigen Austausch innerhalb eines ost- und südalpinen wirtschaftlichen und sozialen Netzwerkes. Dieses Netzwerk wurde zum einen durch die Mobilität von Spezialisten und zum anderen von einer wirtschaftlichen Kooperation verschiedener Gruppen (Pastoralisten, Bergbau- und Agrargemeinschaften) im Rahmen eines Güteraustausches (Lebensmittel gegen Salz gegen Metalle) gesteuert. Solche Entwicklungen dürften auch zur Einführung verschiedener Formen sehr

spezifischer Wissenskomplexe geführt haben, die einzelne alpine Siedlergruppen eingeschlossen, aber andere auch ausgeschlossen haben. Diese Aspekte können auch mit der Einführung und Verbreitung von Symbolen der »Objektsprache« (Abbildung 5), zum Beispiel bestimmter regional diverser Bestattungssitten vor allem seit der späten Mittelbronzezeit sowie bestimmter Artefaktgruppen beschrieben werden. Sie spiegeln regionale Kooperationen in sozialer und wirtschaftlicher Praxis über längere Zeit und erlauben vor allem zwischen dem 14. und dem 6. Jahrhundert v. Chr. bestimmte Aussagen zu Regionalidentitäten, die zwischen dem Nordtiroler Inntal, den Kitzbühler Alpen sowie dem inneralpinen Saalach und Salzachtal, dem Salzkammergut oder auch Ost- und Südtirol sowie Trentino vor allem in der frühen Eisenzeit variiert scheinen.



Abbildung 5: Gekerbte Hölzchen und Holzstäbchen von den Aufbereitungsplätzen Sulzbachmoos/ Troiboden (1) und Kelchalm (2) (Fotos/Zeichnungen RUB, H.-J. Lauffer; DBM: M. Schicht)

Die in diesen Landschaften lebenden Gesellschaften hatten ähnliche Alltagspraktiken zu meistern, die im Zuge der Kupferproduktion eingeführt worden sind und die mit den vielfältigen Notwendigkeiten in einer risikoreichen Landschaft zu tun hatten. Das hat sicherlich auch die Weltsicht der Menschen beeinflusst. Man kann auch annehmen, dass die vielfältigen Aktivitäten rund um die Kupferproduktion die Gemeinschaften zur Kooperation gezwungen haben, dennoch ist diese Vorstellung keinesfalls selbstverständlich. Wenn verschiedene Gemeinschaften in den einzelnen Talschaften in einer eher prekären Umwelt lebten, in der die Versorgung und die Existenz der eigenen Gruppe und Gemeinschaft schwierig war, könnte es auch zu erhöhter Konkurrenz und mithin auch zu einer feindseligen Haltung zwischen einzelnen Gruppen gekommen sein. Insofern könnten soziales Prestigegehebe und kriegerische Auseinandersetzungen ein Mittel gewesen sein, sich und seiner Gruppe eine bessere Ausgangssituation im Rahmen solcher letztlich prekären Lebenswelten zu verschaffen (wie zum Beispiel beschrieben für das Hochland von Neuguinea: Roscoe 2009). Bisher sind solche Praktiken nicht durch den anthropologischen Befund bestätigt, dennoch wird man die gestiegene Bedeutung von eindrucksvollen Schutz- und Angriffswaffen (zum Beispiel der Helme vom Typ Pass Lueg: zuletzt Lippert 2011; der Hortfund vom Piller Sattel: Egg/Tomedi 2002) vor allem seit dem 13. Jahrhundert nicht ganz außer Acht lassen dürfen.

Materialität spielt somit eine Rolle in der Erinnerungskultur der alpinen Kupfererzreviere, etwa um eine Gruppenidentität im Verhältnis zu einer Region weit außerhalb des eigenen täglichen Lebensfeldes zu festigen, mit der man aber im Sinne weiter wirtschaftlicher Netzwerke kooperieren oder sich auseinandersetzen musste. Dies mag vor allem in den späteren Phasen der Entwicklung nochmals verstärkt worden sein. Wenn man sich die zunehmende Bedeutung materieller Symbole überregionalen Charakters vor Augen hält (zum Beispiel Schwertformen, Helme, materialschwere Schmucktrachten) könnte man auch mit einer Zunahme sozialer Kontrolle und »Überwachung« der Abläufe in einzelnen Talschaften argumentieren (wie in der Urnenfelderzeit seit dem 13./12. Jahrhundert bis zur frühen Eisenzeit). Es ist auffällig, wie unterschiedlich die archäologischen Gruppen in Hallstatt oder den inneralpinen Gebieten vor allem in der frühen Eisenzeit vor uns treten. Es scheint, dass die zwei Seiten der Beziehungen, einerseits die Weitung des wirtschaftlichen Netzwerkes vor allem in der Spätbronzezeit und andererseits die Verbreitung ähnlicher technischer Praktiken Hand in Hand mit einer Zunahme regionaler Identitäten in den ost- und südalpinen Tälern verliefen.

## Literatur

- Anfinset, Nils (2000): Copper Technology in Contemporary Western Nepal. A Discussion of its Form, Function and Context. In: Olausson, Deborah; Vankilde, Helle (eds.): *Material Culture Studies in Scandinavian Archaeology*. Acta Arch. Lundensia 8/31: 203–212.

- Anfinset, Nils** (2011): Social and Technological Aspects of Mining, Smelting and Casting Copper – An Ethno-archaeological Study From Nepal. Veröffentlichungen aus dem DBM 181, Bochum: Deutsches Bergbau Museum.
- Bourdieu, Pierre** (1977): Outline of a Theory of Practice. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Cierny, Jan** (2008): Prähistorische Kupferproduktion in den südlichen Alpen. Der Anschnitt Beiheft 22, Bochum.
- Egg, Markus; Tomedi, Gerhard** (2002): Ein Bronzehelm aus dem mittelbronzezeitlichen Depotfund vom Piller, Gemeinde Fliess, in Nordtirol. Archäologisches Korrespondenzblatt 32: 543–560.
- Eibner, Clemens; Presslinger, Hubert** (1991): Eine befestigte Höhensiedlung im Bereich des urzeitlichen Kupfererzbergbaugebietes in der Obersteiermark. In: Uslar, Rafael von (Hg.): Vorgeschichtliche Fundkarten der Alpen. Röm.-Germ. Forschungen 48, Mainz: 427–450.
- Fechter-Haid, Anita** (2013): The »Pfennwerthandel« in the Mining Region of Kitzbühel. In: Oegg, Klaus et al. (eds.): Proceedings of the 2nd Mining in European History-Conference of the FZ HiMAT, 07.–10. November 2012, Innsbruck: 139–144.
- Gleirscher, Paul** (1992): Die Laugen-Melaun-Gruppe. In: Metzger, Ingrid; Gleirscher, Paul (Hg.): Die Räter/ I Reti [= Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Alpenländer, Neue Folge 4], Bozen: 117–134.
- Goldenberg, Gert et al.** (2012): Prähistorischer Kupferbergbau im Maukental bei Radfeld/Brixlegg. In: Goldenberg, Gert; Töchterle, Ulrike; Oegg, Klaus; Krenn-Leeb, Alexandra (Hg.): Forschungsprogramm HiMAT. Neues zur Bergbaugeschichte der Ostalpen. Archäologie Österreichs Spezial 4, Wien: 61–110.
- Goldenberg, Gert** (2013): Prähistorischer Fahlerzbergbau im Unterinntal – Montanarchäologische Befunde. In: Montanwerke Brixlegg; Oegg, Klaus; Schaffer, Veronika (Hg.): Cuprum Tyrolense. 5550 Jahre Bergbau und Verhüttung in Tirol. Edition Tirol: 89–122.
- Hodson, Frank Roy** (1990): Hallstatt – The Ramsauer Graves. Monographien RGZM 16, Mainz.
- Höppner, Bernd; Bartelheim, Martin; Huijsmans, Melitta; Krauss, Robert; Martinek, Klaus-Peter; Pernicka, Ernst; Schwab, Roland** (2005): Prehistoric Copper Production in the Inn Valley (Austria), and the Earliest Copper in Central Europe. Archaeometry 47/2: 293–315.
- Ingold, Tim** (2000): The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill, London, New York: Routledge.
- Koch-Waldner, Thomas** (2013): Prehistoric Copper Production in the Region of Kitzbühel, North Tyrol – Mining and Smelting. In: Anreiter, Peter et al. (eds.): Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies. Proceedings of the 2nd Mining in European History-Conference SFB HiMAT 12.-15. November 2012, Innsbruck: 73–79.
- Krause, Rüdiger** (2003): Studien zur kupfer- und frühbronzezeitlichen Metallurgie zwischen Karpatenbecken und Ostsee. Vorgeschichtliche Forschungen 24. Rahden/Westf.: Leidorf.
- Krause, Rüdiger** (2009): Organisation des bronzezeitlichen Bergbaues: Siedlungshierarchien und metallurgische Prozesse. In: Oegg, Klaus; Prast, Mario (Hg.): Die Geschichte des Bergbaues in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten. Proceedings zum 3. Milestone-Meeting SFB HiMAT 2008, Innsbruck: 61–78.
- Lippert, Andreas** (2011): Die zweischaligen ostalpinen Kammhelme und verwandte Helmformen der späten Bronze- und frühen Eisenzeit. Archäologie in Salzburg 6, Salzburg.
- Lutz, Joachim; Pernicka, Ernst** (2013): Prehistoric Copper from the Eastern Alps. Open Journal of Archaeometry: 122–127.
- Marzatico, Franco; Valzolgher, Erio; Oberrauch, Hanns** (2010): Dating the Later Bronze Age Metal Production in the South-Central Alps. Some Remarks on the Relative and Absolute Chronology of the Luco/Laugen Culture. In: Anreiter, Peter et al. (eds.): Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies – Proceedings for the 1st Mining in European History-Conference of the SFB HiMAT, 12.–15. November 2009, Innsbruck: 129–144.
- Mauss, Marcel** (1936): Les techniques du corps. Journal de Psychologie 32/3–4, 1936.



- Möslein, Stephan** (1997): Die Straubinger Gruppe der donauländischen Frühbronzezeit, frühbronzezeitliche Keramik aus Südostbayern und ihre Bedeutung für die chronologische und regionale Gliederung der frühen Bronzezeit in Südbayern. Bericht der Bayerischen Bodendenkmalpflege 38: 37–106.
- Much, Matthäus** (1886): Die Kupferzeit in Europa und ihr Verhältnis zur Cultur der Indogermanen, Wien.
- North, Douglass C.** (2005): *Understanding the Process of Economic Change*. Princeton NJ: Princeton University Press.
- Pearce, Mark** (2015): The Spread of Early Copper Mining and Metallurgy in Europe: An Assessment of the Diffusionist Model. In: Hauptmann, Andreas; Modarressi-Tehrani, Diana (eds.): *Archaeometallurgy in Europe III. Proceedings of the 3rd International Conference Deutsches Bergbau-Museum Bochum 2011*, Bochum: 45–54.
- Perini, Renato** (2005): Testimonianze de attività metallurgica dall' eneolitico alle fasi finali dell eta del Bronzo nel Trentino. In: Perini, Renato, *Scritta di archeologia II*, Trento: 1115–1146.
- Pernicka, Ernst; Lutz, Joachim; Stöllner, Thomas** (2016): Bronze Age Copper Produced at Mitterberg, Austria, and its Distribution. *Archaeologia Austria* 100: 19–55.
- Polanyi, Michael** (1985): *Implizites Wissen*: Frankfurt am Main: suhrkamp [Orig. (1958): *The Tacit Dimension*].
- Pucher, Erich; Barth, Fritz Eckart; Seemann, Robert; Brandstätter, Franz** (2013): Bronzezeitliche Fleischverarbeitung im Salzbergtal bei Hallstatt. *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission* 80, Wien.
- Roscoe, Paul** (2009): Social Signaling and the Organization of Small-Scale Society: The Case of Contact-Era New Guinea. *Journal of Archaeological Method and Theory* 16: 69–116.
- Shennan, Stephen J.** (1995): Bronze Age Copper Producers of the Eastern Alps: Excavations at St. Veit-Klinglberg. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie* 27. Bonn: Habelt.
- Sperber, Lothar** (1992): Zur Demographie des spätbronzezeitlichen Gräberfeldes von Volders in Nordtirol. *Veröff. Tiroler Landesmus. Ferdinandeum* 72: 37–74.
- Sperber Lothar** (1999): Zu den Schwertträgern im westlichen Kreis der Urnenfelderkultur: Profane und religiöse Aspekte. In: *Eliten in der Bronzezeit: Ergebnisse zweier Kolloquien in Mainz und Athen 1999*. Monographien RGZM 43, Mainz: 605–659.
- Sperber, Lothar** (2004): Zur Bedeutung des nördlichen Alpenraumes für die spätbronzezeitliche Kupferversorgung in Mitteleuropa mit besonderer Berücksichtigung Nordtirols. In: Weisgerber, Gerd; Goldenberg, Gert (Hg.): *Alpenkupfer – Rame delle Alpi*. Der Anschnitt, Beiheft 17. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum: 303–346.
- Stadler, Harald** (1992): Die eisenzeitlichen Gräber im Virgental und die Frage der Ostausdehnung der Fritzens-Sanzano-Gruppe. In: Gleirscher, Paul; Metzger, Ingrid (Hg.): *Die Räter. I Reti*. Schriftenreihe ARGE-Alp, Bozen: 551–565.
- Stöllner, Thomas** (1998): Grab 102 vom Dürrnberg bei Hallein. Bemerkungen zu den Dürrnberger Kriegergräbern der Frühlatènezeit. *Germania* 76: 59–168.
- Stöllner Thomas** (2009): Prähistorische Montanreviere der Ost- und Südalpen – Anmerkungen zu einem Forschungsstand. In: Oegg, Klaus; Prast, Mario (Hg.): *Die Geschichte des Bergbaues in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten*. Proceedings zum 3. Milestone-Meeting SFB HiMAT 2008, Innsbruck: 37–60.
- Stöllner Thomas** (2010): Copper and Salt – Mining Communities in the Alpine Metal Ages. In: Anreiter, Peter et al. (Hg.): *Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies*. Proceedings 1st Mining in European History –Conference SFB HiMAT 12.–15. November 2009, Innsbruck: 297–314.
- Stöllner, Thomas** (2011): Das Alpenkupfer der Bronze- und Eisenzeit: Neue Aspekte der Forschung. In: Schmotz, Karl (Hg.): *Vorträge des 29. Niederbayerischen Archäologentages*, Deggendorf: 25–70.
- Stöllner, Thomas; Schwab, Roland** (2009): Hart oder weich? Worauf es ankommt. Pickel aus dem prähistorischen Bergbau in den Ostalpen. *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Wien* 139 (Festschrift für Fritz Eckart Barth): 149–166.

- Stöllner, Thomas; Hanning, Erica; Hornschuch, Annette** (2011): Ökonometrie des Kupferproduktionsprozesses am Mitterberg Hauptgang. In: Oegg, Klaus; Goldenberg, Gert; Stöllner, Thomas; Prast, Mario (Hg.): Die Geschichte des Bergbaues in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten. Proceedings zum 5. Milestone-Meeting des SFB HiMAT vom 07.–10.10.2010 in Mühlbach, Innsbruck: 115–128.
- Stöllner, Thomas; Oegg, Klaus** (Hg.) (2015): Bergauf Bergab. 10 000 Jahre Bergbau in den Ostalpen. Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung Bochum und Bregenz. Veröff. DBM 207, Bochum: VML.
- Stöllner, Thomas; Rüden, Constance von; Hanning, Erica; Lutz, Joachim; Kluwe, Sabrina** (2016): The Enmeshment of Eastern Alpine Mining Communities in the Bronze Age. From Economic Networks to Communities of Practice. In: Körlin, Gabriele; Prange, Michael; Stöllner, Thomas; Yalçın, Ünsal (eds.): From Bright Ores to Shiny Metals. Festschrift for Andreas Hauptmann on the Occasion of 40 Years Research in Archaeometallurgy and Archaeometry. Der Anschnitt, Beiheft 29 (Bochum): 75–107.
- Stopp, Barbara; Hüster Plogmann, Heidemarie; Schibler, Jörg** (2010): Production, Consumption and Ritual: The Evidence of the Animal Bones in the Tyrolian Area During the Bronze Age. In: Anreiter, Peter et al. (Hg.): Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies. Proceedings of the 1st Mining in European History-Conference SFB HiMAT 12.–15. November 2009, Innsbruck: 215–219.
- Töchterle, Ulrike** (2015): Der Kiechlberg bei Thaur als Drehscheibe zwischen den Kulturen nördlich und südlich des Alpenhauptkammes. Ein Beitrag zum Spätneolithikum und zur Früh- und Mittelbronzezeit in Nordtirol. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 261, Teil 1 und 2, Bonn.
- Trebsche, Peter** (2013): Resources and Nutrition in the Urnfield Period Mining Site of Priggnitz-Gasteil in Lower Austria – Preliminary Report on the Excavation from 2010 to 2012. In: Anreiter, Peter et al. (eds.): Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies. Proceedings of the 2nd Mining in European History-Conference SFB HiMAT 07.–10. November 2012, Innsbruck: 33–38.
- Zschocke Karl; Preuschen, Ernst** (1932): Das urzeitliche Bergbaugebiet von Mühlbach-Bischofshofen. Materialien zur Urgeschichte Österreichs 6, Wien.