

Die Erforschung der prähistorischen Kupfergewinnung in den Eisenerzer Alpen 1955 – 2005

Susanne Klemm, Wien/Eisenerz

Einleitung

Die Kupfererzlagerstätten der Eisenerzer Alpen wurden nachweislich bereits in prähistorischer Zeit vom Menschen genutzt, wie heute nicht nur aufgelassene Bergbaue sondern hauptsächlich die Fundstellen der Erzverhüttung nachweisen. Der Jubilar, ao. Univ.-Prof. DI DDr. Gerhard Sperl, gründete 1976 den Arbeitskreis Johnsbach des Montanhistorischen Vereins für Österreich, nachdem 1955 die ersten Spuren prähistorischer Kupfererzverhüttung in Gaishorn (Gem. Gaishorn am See) und auf der Neuburgalm (Gem. Radmer, Johnsbach) von Ernst Preuschen entdeckt wurden. Auf seine Anregung hin brachten die Mitarbeiter dieses Arbeitskreises, Forstleute, Jäger und Bewohner des Johnsbachtales die ersten wertvollen Informationen zur Lage zahlreicher Fundstellen in dem nordwestlichen Teil der Eisenerzer Alpen. G. Sperl wendete sich in seinen Publikationen immer wieder Fragen der prähistorischen Kupfergewinnung zu (1). In den Jahren 1992 – 1996 übte er die Leitung des Forschungsprojektes zum bronzezeitli-

chen Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau aus. Die Verfasserin des vorliegenden Beitrages, die seit 1980 bereits als Studentin auf Ausgrabungen in Johnsbach und im Paltental mitarbeitete und die seit 1992 die Grabungsleitung des Kupferschmelzplatzes S1 in der Eisenerzer Ramsau innehat, arbeitete 1994 – 1996 am Institut für Festkörperphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Leoben an der Auswertung ihrer Grabungen. 1996 übernahm die Verfasserin die Gesamtleitung des Forschungsprojektes. In Erinnerung an ihre Zeit in Leoben und die freundliche Betreuung ihrer wissenschaftlichen Arbeit widmet die Verfasserin dem Jubilar diesen Beitrag.

Geographischer Raum und geologischer Hintergrund

Die Eisenerzer Alpen sind Teil der Ostalpen und liegen im mittleren Teil der Obersteiermark in der Mitte Österreichs (Abb. 1). Im Norden bilden – von Westen nach Osten – die Enns mit dem Gesäuse bis Hieflau, östlich anschließend der Erzbach von Hieflau bis Eisenerz und

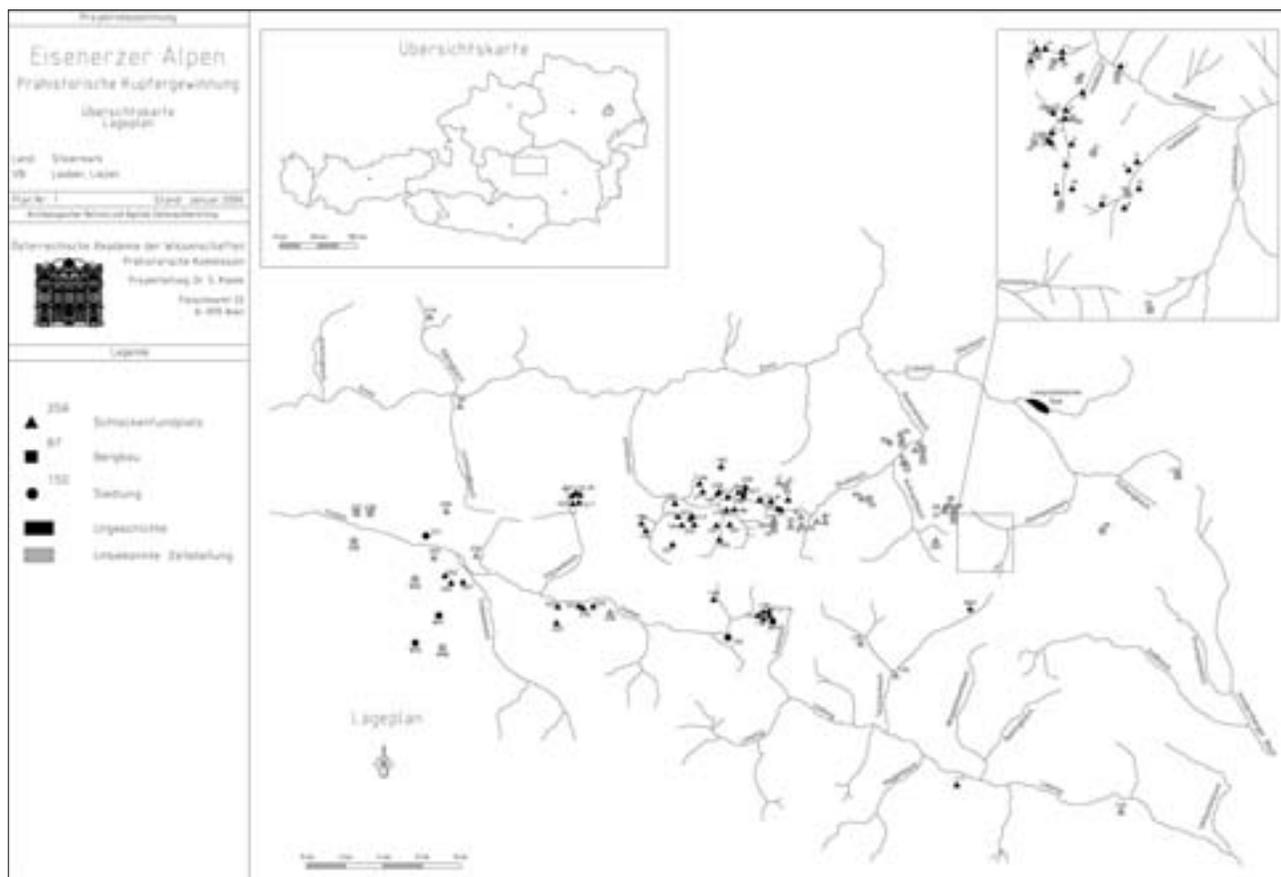


Abb. 1: Übersichtskarte der montanarchäologischen Fundstellen zur prähistorischen Kupfergewinnung in den Eisenerzer Alpen (Kartengrundlage KLEMM 2003, Karte 2, Ergänzungen nach WALACH & WALACH 2004 und WEINEK 2001).

schließlich im Osten der Vordernbergerbach die Grenze. Im Süden werden die Eisenerzer Alpen begrenzt von den Tälern der Palten und der Liesing. Im Westen schließt das Ennstal, im Osten das Becken von Trofaiach an. Nach Norden hin wird das Gebiet vom Lichtmessbach, dem Johnsbach, dem Stubbach/Radmerbach und dem Ramsaubach entwässert, von denen die drei zuletzt genannten Bäche, breitere Talschaften – das Johnsbachtal, die Radmer und die Eisenerzer Ramsau – durchfließen. Von den nach Süden entwässernden Bächen sind vor allem der Flitzenbach und der Teichenbach zu nennen. Die höchsten Erhebungen erreichen vielfach 2000 bis 2200 m Seehöhe, wie der (Eisenerzer) Reichenstein, das Wildfeld, der Kaiserschild und der Zeiritz Kampel, der Lugauer, der Leobner oder das Zinödl (von Ost nach West). Die höchste Erhebung am Nordwestrand des Verbreitungsgebietes ist der Große Ödstein mit 2355 m in Johnsbach.

Die Fundstellen der prähistorischen Kupfergewinnung (**Abb. 1**) folgen der sogenannten Grauwackenzone, einer geologischen Zone, die die Ostalpen von West nach Ost durchzieht und in ihrem nördlichen Teil besonders reich an Erzvorkommen ist. Die Grauwackenzone wird unterteilt in eine westliche und eine östliche Zone; den gesamten nördlichen Teil spricht man auch als nördliche Grauwackenzone an. Die Grenzziehung verläuft westlich der Eisenerzer Alpen in der Obersteiermark im Bereich des Südfußes des Grimming. Die Eisenerzer Alpen haben in ihrem nördlichen Bereich noch Anteil am Südrand der Nördlichen Kalkalpen (2). Die Fundstellen vor allem nördlich des Johnsbaches oder im nördlichen Teil der Radmer liegen an der Deckengrenze zwischen den Nördlichen Kalkalpen und den darunter lagernden Gesteinen der Norischen Decke der Grauwackenzone. Das Gebiet der Eisenerzer Ramsau mit seinen zahlreichen Fundstellen gehört zur Gänze der Wildfeld-Decke der Nördlichen Grauwackenzone an. Das südöstliche Verbreitungsgebiet der prähistorischen Fundstellen im Raum Trieben befindet sich bereits am Südrand der Grauwackenzone, die hier aus altpaläozoischen Grauwackenschiefern oder ordovizischen Kalken besteht. Die Vererzungstypen in der östlichen Grauwackenzone unterscheiden sich generell von der westlichen insofern, als die Kupfervorkommen meist an Eisenspatvererzungen der Norischen Decke gebunden sind. Es handelt sich um Kupfererze gang- bis klufförmiger Natur mit unterschiedlichen Anreicherungen der Wertstoffe. Die bekannten Vorkommen führen neben Chalkopyrit vor allem Fahlerze (3).

Forschungsgeschichte

Die ersten Hinweise auf prähistorische Kupfergewinnung in der Obersteiermark stammen aus dem Jahr 1955, als E. Preuschen Fundstellen der Kupfererzverhüt-

tung in Gaishorn (Gem. Gaishorn am See) und auf der Neuburg (Gem. Radmer und Johnsbach) und im Johnsbachtal beim Gschaidegger (Gem. Johnsbach) entdeckte. E. Preuschen, der sich besonders um die Erforschung des bronzezeitlichen Kupferbergbaus Mitterberg am Hochkönig in Salzburg verdient machte, führte im Oktober 1966 die erste Grabung eines Kupferschmelzplatzes, genannt „Griesmaier“, in Johnsbach durch (**Abb. 2**). Die ihm damals bereits bekannten Kupferschlackenfundplätze in der Region konnte er bedauerlicherweise nicht mehr publizieren, und sie sind somit der Forschung verloren gegangen (4).

1976 gründete G. Sperl auf Anregung C. Eibners den Arbeitskreis Johnsbach des Montanhistorischen Vereins für Österreich, Leoben, mit dem Ziel, die Spuren der urgeschichtlichen Kupfergewinnung in Johnsbach zu dokumentieren. 1978 übernahm H. Preßlinger diese Aufgabe im Paltental (5). Mit der Zusammenarbeit der Metallurgen G. Sperl und H. Preßlinger, des prähistorischen Archäologen C. Eibner und des Geophysikers G. Walach begann eine intensive und exemplarische interdisziplinäre Erforschung montanarchäologischer Fundstellen in den Eisenerzer Alpen. Der Schwerpunkt der Forschungstätigkeit lag seit jeher im Johnsbach- und Paltental. Parallel zur Entdeckung und ersten Dokumentation archäologischer Fundstellen erfolgten erste Analysen von Kupferschlacken, geophysikalische Vermessungen von Kupferschlackenfundplätzen und ab 1979 erste archäologische Ausgrabungen im Johnsbach- und Paltental. Die Fragen nach dem metallurgischen Prozess und der Bauweise der Verhüttungsanlagen standen anfangs im Vordergrund des Interesses. Während G. Sperl sich in den 1980er Jahren vermehrt anderen Themen, insbesondere der Erforschung des frühen Eisenwesens



Abb. 2: Die erste Grabung eines prähistorischen Kupferverhüttungsplatzes in den Eisenerzer Alpen. Grabung E. Preuschen 1966 in Johnsbach, Fundplatz „Griesmaier“ (nach PREUSCHEN 1968).

widmete, intensiviert das Team C. Eibner, H. Preßlinger und G. Walach ihre gemeinsamen Forschungen und zog immer wieder andere Kollegen der Montanwissenschaften bei. In den letzten Jahren ist es vor allem der Geochemiker W. Prochaska, der sich Fragen der Lagerstättenkunde und somit der Frage nach der Herkunft und Art des verhütteten Erzes sowie Umweltfragen wie der Schwermetallbelastung des Bodens im Umfeld der Verhüttungsplätze widmete. Zahlreiche Publikationen zeugen von diesen langjährigen Forschungsaktivitäten, die sich zuletzt besonders auf das Gebiet des oberen Flitzbachs an der Gemeindegrenze von Gaishorn am See zu Johnsbach und den Raum der Stadtgemeinde Trieben konzentrierte (6). Eine Erweiterung erfuhr diese Forschungs Kooperation in den letzten Jahren durch die Vergabe und Betreuung einiger Diplomarbeiten an der Universität Heidelberg (Betreuung C. Eibner und H. Preßlinger) und an der Bergakademie Freiberg in Sachsen, jetzt Universität Tübingen (Betreuung E. Pernicka), die sich mit Themen bzw. Fundmaterialien dieses Gebietes befassten (8). Diese intensivierten Forschungen waren seit 1999 durch die Anerkennung der Leistungen von H. Preßlinger für die montanarchäologische Forschung im Paltental durch die Steiermärkische Landesregierung und eine daraus resultierende finanzielle Förderung, die von der Stadtgemeinde Trieben verdoppelt wurde, möglich.

Im Jahr 1991 wurde der erste prähistorische Kupferschlackenfund aus der Eisenerzer Ramsau gemeldet. Der Bergbauingenieur H. Weinek entdeckte und dokumentierte erstmals gemeinsam mit dem Markscheider J. Resch von 1991 – 1994 zahlreiche montanarchäologische Fundstellen, potentielle Bergbaue und Kupferschlackenfundplätze in der Eisenerzer Ramsau. 1992 begann auf Initiative von H. Weinek und dem sich gerade konstituierenden Kulturverein Innerberger Forum

in Eisenerz die Ausgrabung des Kupferschmelzplatzes S1 in der Eisenerzer Ramsau unter der Leitung der Verfasserin. Der Kupferschmelzplatz S 1 (Kat.-Nr. 1, FP 60104.001; **Abb. 3**) (8) ist mit seinen sechs gesicherten Doppelofenanlagen und mindestens zehn Röstbetten, mehreren Halden und zahlreichen weiteren Objekten die größte, bisher untersuchte Verhüttungsanlage der Mittleren Bronzezeit in den Ostalpen (9). Das Ziel der montanarchäologischen Untersuchung dieses Kupferschmelzplatzes war zum einen die vollständige archäologische Dokumentation eines prähistorischen Verhüttungsplatzes sowie eine möglichst umfassende, exemplarische Erforschung dieser Anlage in Kooperation mit anderen Disziplinen. Die abschließenden Arbeiten des Forschungsprojektes unter der Projektleitung der Verf. werden derzeit von der Prähistorischen Kommission der ÖAW (Österreichische Akademie der Wissenschaften) und vom FWF (Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, P16483-G02) gefördert. So waren von Anfang an die Geophysik (G. Walach), Geochemie (H. Pirkl) und Botanik (Pollenanalytik, R. Drescher-Schneider; Schwermetallbelastung des rezenten Bewuchses, A. Drescher) in das Projekt eingebunden, ebenso erfolgten Schlacken- und Erzanalysen (R. Doonan, H. Neinavaie) bereits in den ersten Jahren (10). Seit 2003 konnte die interdisziplinäre Arbeit durch Untersuchungen zur archäomagnetischen Datierung (E. Schnepf) und Holzkohlebestimmungen (Anthrakologie, Fachbereich der Archäobotanik; O. Nelle) und Schlackenanalysen (O. Thalhammer) wesentlich bereichert werden (11). Für die Datierung des Verhüttungsplatzes werden neben der archäologischen Datierung mittels Fundgegenständen, die bereits genannte archäomagnetische Datierungsmethode sowie noch weitere Methoden wie ¹⁴C-Datierung und Dendrochronologie herangezogen.



Abb. 3: Eisenerzer Ramsau, Gemeindealm. Der Kupferschmelzplatz S1 im Talboden westlich des Ramsaubaches. Blick von Nordwesten (Foto: S. Klemm).

Die Untersuchung des Umfeldes des Kupferschmelzplatzes S1 wurde durch das multidisziplinäre Forschungsprojekt „*Perspektiven zur Gestaltung und Nutzung von Bergbaufolgelandschaften*“ des österreichweiten Forschungsschwerpunktes *Kulturlandschaftsforschung* ermöglicht (12). Parallel zur archäologischen Landesaufnahme sämtlicher Fundstellen im Raum Eisenerz in den Jahren 1996 – 2000 standen gemäß dem Forschungsauftrag ökologische Fragestellungen sowie die Vegetations- und Besiedlungsgeschichte der Region Eisenerz im Mittelpunkt der Forschungen. Mit den umweltrelevanten Fragestellungen wurden bei der exemplarischen Untersuchung eines Kupferschmelzplatzes methodisch neue Wege begangen, indem

mehrere Regenwurmarten auf ihr Akkumulationsverhalten von Schwermetallen erfolgreich untersucht wurden (13).

Forschungsgeschichtlich von Bedeutung waren auch die im Zuge des Baus der Pyhrnautobahn A9 1989 – 1991 erfolgten Rettungsgrabungen weiterer urzeitlicher Kupferschmelzplätze in den Gemeinden Mautern im Liesingtal (Kat.-Nr. 117, FP 60330.001) und Gaishorn am See im Paltental (Kat.-Nr. 229, FP 67501.013). Die Fundstellen im Tal der Radmer gehen vor allem auf Fundmeldungen von H. Weinek wie auch von J. Wallner zurück. Für die Diskussion über die in der Urgeschichte ausgebeuteten Lagerstätten ist die mineralogische Untersuchung des Paradeisstollens in der Hinterradmer, eines frühneuzeitlichen Kupferbergbaus, durch L. M. Ofner interessant (14). Von der Gemeinde Kalwang im südöstlichen Teil der Eisenerzer Alpen gibt es wohl einige Fundmeldungen, deren prähistorisches Alter jedoch zum Teil ungesichert ist (Kat. 125, 126, W50 auf Abb. 1), da im Gebiet der Langen Teichen nachweislich Bergbau im Mittelalter und in der Neuzeit umgegangen ist.

Im Folgenden soll auf verschiedene Aspekte der Forschungsergebnisse der letzten 50 Jahre eingegangen und versucht werden, Forschungsziele für eine kurz-, mittel- bzw. langfristige Forschung zu formulieren. Zuerst soll jedoch die Grundlage jeder archäologischer Forschung – die gesicherten Nachweise von Fundstellen, deren Klassifizierung nach Fundstellenarten, deren Zeitstellung und andere Erkenntnisse aus der Untersuchung dieser Fundstellen sowie deren historischer Kontext besprochen werden.

Bestandsaufnahme der archäologischen Fundstellen in den Eisenerzer Alpen

Da die Fundmeldungen der montanarchäologischen Fundstellen seit 1979 in für Archäologen eher weniger leicht zugänglichen Zeitschriften veröffentlicht wurden und daher die Fundsituation sowie der Forschungsstand für Außenstehende schwer zu überblicken war, stellte sich die Verf. die Aufgabe, ein möglichst komplettes Fundstellenverzeichnis anzulegen und publizierte dieses 2003 (15). Die bis zum Herbst 2001 durchgeführte Bestandsaufnahme von sämtlichen archäologischen Fundstellen in den Eisenerzer Alpen durch die Verf. erlaubte eine Differenzierung in mehrere Fundstellenarten und Fundstellenunterarten. So wurden fünf Fundstellenarten unterschieden:

- > Bestattungsplätze
- > Depotfunde
- > Einzelfunde
- > Produktionsstätten
- > Siedlungen

Prähistorische Bestattungsplätze und Depotfunde fehlen zurzeit im Untersuchungsgebiet. Prähistorische Siedlungen sind äußerst selten und nur zwei davon datieren

nachweislich in die Bronzezeit – die Zeit der prähistorischen Kupfergewinnung. Es sind dies der mittelbronzezeitliche Siedlungsfund von Wald am Schoberpass (Kat.-Nr. 150, FP 60366.005) mit eindeutigem Bezug zur Kupfererzverhüttung und der Nachweis einer kupferzeitlichen sowie urnenfelderzeitlichen Besiedlung auf dem Kaiserköpperl bei Bärndorf (Kat.-Nr. 231, FP 67502.001), einer befestigten Höhensiedlung am Nordrand des Paltentales. Die Diskussion eines dritten Siedlungsfundes auf der Fundstelle „Schlosser“ in der SG Trieben (Kat.-Nr. 247, FP 67512.003) ist erst nach einer Gesamtpublikation der sichtlich schwierig zu deutenden Befunde und Funde möglich (16). Aus der Bronzezeit lagen bis Herbst 2001 sechs Einzelfunde vor, dabei handelt es sich um drei Bronzebeile (Gem. Radmer, Eisenerz, Vordernberg; **Abb. 4**) ohne genaue Herkunftsangaben, eine Bronzenadel vom Präbichl (Gem. Vordernberg), den Altfund einer Lanzenspitze von der Feistereralm (Gem. Wald am Schoberpass) sowie eine Sichel aus Bronze (Gem. Trieben). Unter der Fundstellenart Produktionsstätten wurden (potentielle) Bergbaufundstellen, Schlackenfundplätze und Kohlplätze als Fundstellenunterarten subsumiert. Einen einzigen Hinweis auf einen prähistorischen Kohlplatz gibt es von dem Kupferschmelzplatz in der Gem. Mautern (Kat.-Nr. 117, FP 60330.001).



Abb. 4: Mittelständige Lappenbeile aus Bronze, Eisenerz und Radmer (Stadtmuseum Eisenerz, Foto: S. Klemm).

Ein zentrales Problem der montanarchäologischen Forschung nicht nur in den Eisenerzer Alpen sondern im gesamten Ostalpenraum ist nach wie vor die genaue Zeitstellung von (potentiellen) Bergbauen und Kupferschlackenfundplätzen. Nur wenige Kupferschlackenfundplätze in den Eisenerzer Alpen können derzeit gesichert in eine bestimmte urgeschichtliche Zeitstufe datiert werden, und noch keine einzige als (potentieller) Bergbau deklarierte Fundstelle. Daher fällt eine große Reihe von Schlackenfundplätzen in die Gruppe mit unbekannter Zeitstellung, ebenso sämtliche Bergbaufundstellen (vgl. **Tabelle 1**). Die Verf. unterschied in ihrer Zusammenstellung 2003 in Kupferschlackenfundplätze und Kupferschmelzplätze, denn es erscheint nur anhand umfassender Informationen vertretbar, eine Fundstelle, wo Schlacken gefunden wurden, auch als Kupferschmelzplatz anzusprechen. Nur von jenen Schlackenfundplätzen, die die üblichen, prähistorisch aussehenden Schlacken (also keine reinen Plattenschlackenhalden)

Tabelle 1: Anzahl der Produktionsstätten zur Kupfergewinnung in den Eisenerzer Alpen (Stand Februar 2006).

Zeitstufen Produktionsstätten	Urgeschichte allgemein	Bronzezeit Urnenfelderzeit	Unbekannte Zeitstellung	Gesamt
Bergbau			21	21
Bergbau (Cu)	1		3	4
Schlackenfundplatz			4	4
Schlackenfundplatz (Cu)	81	5	28	114
Gesamt	82	5	56	143



Abb. 5: Schlackenhalde mit charakteristischem Bewuchs, prähistorischer Kupferschmelzplatz S7, Eisenerzer Ramsau (Kat.-Nr. 7, FP 60104.007; Foto: S. Klemm).

aufwiesen und von den Autoren z. B. anhand von Keramikbruchstücken als prähistorisch eingestuft wurden, wurde die Datierung in die Urgeschichte übernommen. So manche der Bergbaufundstellen sind vorerst nur als potentielle Bergbaue anzusprechen, insofern nicht geophysikalische Untersuchungsergebnisse bekannt oder entsprechende Aufschlüsse vorhanden und überprüfbar sind (17). Eine Überprüfung zahlreicher Fundstellen, insbesondere der Fundstellen in Johnsbach (18), und damit verbunden u. U. eine erneute Beurteilung aus archäologischer Sicht bleibt nach wie vor erforderlich.

Die Bestandsaufnahme von sämtlichen archäologischen Fundstellen im Gebiet der Eisenerzer Alpen bis zum Herbst 2001 durch die Verf. wurde mittlerweile durch einige Fundmeldungen erweitert. Ein Vergleich mit den Verzeichnissen in PRESSLINGER 2002, WALACH & WALACH 2004 (19) und WEINEK 2001 (20) erbrachte einige noch nicht bekannte Fundstellen. In der Verbreitungskarte (Abb. 1) nahm die Verf. jene als prähistorisch gekennzeichneten Fundstellen auf, die mit einiger Sicherheit kartiert werden konnten (21).

Weder die Kartierung noch die Aufstellung in der **Tabelle 1** erheben den Anspruch auf Vollständigkeit. Sie können beim derzeitigen Informationsstand lediglich eine Vorstellung von der Anzahl und Art der Fundstellen

sowie ihrer Verbreitungsdichte geben. Wir können somit mit mindestens 87 und höchstens 114 Kupferschlackenfundplätzen in den Eisenerzer Alpen rechnen, ev. auch mit einigen mehr (**Abb. 5**). Die Zahl der aufgenommenen (potentiellen) Bergbaufundstellen ist demgegenüber verschwindend gering. Alleine 13 der 25 genannten Fundstellen liegen in der Eisenerzer Ramsau (**Abb. 6**).

So spiegelt die Verbreitungskarte vor allem den Forschungsstand wider und zeigt gleichzeitig den äußeren Rahmen des Gebietes an, wo wir Nachweise prähistorischer Kupfergewinnung (Bergbau und Verhüttung) zu erwarten haben. Wie die systematische archäologische Landesaufnahme 1997 in der Eisenerzer Ramsau im Rahmen des Kulturlandschaftsforschungsprojektes ergab, sollten im Gebiet des Kaltenbaches, Halsbaches und auf der Eisenerzer Seite des Radmerhalses (vgl. den vergrößerten Ausschnitt auf Abb. 1) sämtliche Fundstellen der prähistorischen Kupfergewinnung, die obertägig zu erkennen waren, aufgenommen sein. Doch ist nicht auszuschließen,

dass Fundstellen, einfache Siedlungen zum Beispiel, nicht entdeckt werden konnten. Wie vereinzelte Kupferschlackenfundplätze westlich und südlich der Eisenerzer Ramsau (vgl. Abb. 1, Kat.-Nr. 94-98, 264 und W50) andeuten, ist auch in diesen angrenzenden Gebieten u. U. mit zumindest einer ähnlichen Dichte an Fundstellen zu rechnen. Desgleichen gilt für die Fundstellen in der Vorderradmer und der Hinterradmer. Da von den kartierten Kupferschlackenfundplätzen in der Gem. Radmer keine klaren Hinweise auf eine gesicherte Datierung in die Urgeschichte bekannt sind, wurden diese Fundstellen den Fundstellen unbekannter Zeitstellung zugeordnet. Für die meisten oder auch alle mag ein prähistorisches Alter in Frage kommen. Das Verbreitungsbild in Johnsbach zeigt eine ähnliche Dichte, die primär auf die frühen Fundmeldungen seit 1976 und spätere Aufnahmen von Fundstellen durch die Verf. sowie von H. Weinek zurückzuführen ist. Die Fundstellenkonzentrationen im Paltental und im Bereich des Flitzenbaches spiegeln ebenso die Konzentrierung der Forschung in diesen Gebieten wider. Der südöstliche Teil der Eisenerzer Alpen, beiderseits des Liesingtales ist weitgehend unerforscht. Doch kann aufgrund der geologischen Voraussetzungen vorab einmal angenommen werden, dass südlich des Liesingbaches Fundstellen eher in Talnähe zu suchen wären und nördlich im Bereich der Langen und Kurzen Teichen der mittelalter-



Abb. 6: Der (prä)historische Kupferbergbau auf dem Kaltenbachriedel, Eisenerzer Ramsau (Kat.-Nr. 21, FP 60104.021; Foto: S. Klemm).

liche und neuzeitliche Bergbau den urgeschichtlichen stark überprägt hat. Inwiefern der urgeschichtliche Bergbau auch am östlichen Rand der Eisenerzer Alpen umgegangen ist (Kat.-Nr. 105, FP 60108.005), bleibt noch zu prüfen. Die beiden Fundstellen von Kupferschlackenstücken in Mühlau (Kat.-Nr. 216, FP 67410.001) und in Stift Admont (Kat.-Nr. 162, FP 67401.001), die außerhalb des eigentlichen Verbreitungsgebietes liegen, wurden zwar in diese Aufstellung einbezogen, eine Fundlage in situ sowie eine Datierung in die Urgeschichte erscheinen fraglich.

Die Fundstellen liegen auf einer Seehöhe von ca. 650 – 1600 m, in der Eisenerzer Ramsau von 1030 – 1560 m. Sie befinden sich nur zu einem geringen Teil in den Talböden bzw. Randgebieten der Täler selbst, großteils jedoch in bereits höher gelegenen, mehr oder minder steilen Hängen und auf den Almböden im Gebirge. Schlackenfundplätze liegen bevorzugt in Wassernähe. Die in der Bronzezeit hergerichteten Arbeitspodien der Kupferhütten sind heute noch zum Teil im Gelände sichtbar, da die Hütten oft in Steilhänge eingebaut wurden. Für die Eisenerzer Ramsau ist zudem kennzeichnend, dass die einmal hergerichteten horizontalen Flächen in Mittelalter und Neuzeit für die Errichtung von Kohlplätzen ausgenutzt wurden (22).

Die Bauform der bronzezeitlichen Kupferhütten

Eines der wichtigsten Ergebnisse der montanarchäologischen Forschung der letzten 25 Jahre ist die Rekonstruktion des Bauplans der bronzezeitlichen Kupferhütte. In den Jahren 1979/80 wurden bei der Ausgrabung des Kupferschmelzplatzes „Versunkene Kirche“, KG St. Lorenzen, SG Trieben (Kat.-Nr. 245, FP 67512.001), die ersten aussagekräftigen Befunde zur urgeschichtlichen Kupfererzverhüttung in der Obersteiermark bzw. in den Eisenerzer Alpen gewonnen. Die Rekonstruktion einer prähistorischen Kupferhütte, wie sie nun für die gesamten Ostalpen gültig ist, war C. Eibner somit erstmals möglich (23). Die in den folgenden Jahren durchgeführten Teiluntersuchungen urgeschichtlicher Kupferschmelzplätze unter der Leitung von C. Eibner bestätigten diese Ergebnisse, z. B. in Gaishorn-Oberschwärzen 1980 (Kat.-Nr. 224, FP 67501.008), Johnsbach-Kohlangger II und III 1983 (Kat.-Nr. 203, FP 67404.034) und Ehrnau 1989 (Kat.-Nr. 117, FP 60330.001). Die langjährige, umfassend dokumentierte Ausgrabung des Kupferschmelzplatzes S1 (Kat.-Nr. 1, FP 60104.001) in der Eisenerzer Ramsau seit 1992-2005 durch die Verf. bestätigte nicht nur die bisherigen Kenntnisse, sondern erweiterte diese in zahlreichen Details.

Die für die gesamten Ostalpen, von Tirol, Salzburg, Steiermark bis Niederösterreich, typische Bauform prähistorischer Kupferhütten zeigt eine in den Hang eingebaute Anlage mit zwei Arbeitspodien, auf dessen oberstem Podium mindestens ein rechteckiges, seichtes Röstbett oder Röststadel eingetieft war (Abb. 7). Die Ränder dieser ca. 0,20 m tiefen Gruben mit ebener Sohle sind mit senkrecht gestellten Steinen befestigt und vielfach auch mit einem eigens aufbereiteten sandigen Ton verstärkt. Durchschnittlich 0,60 m tiefer, den Röstanlagen hangabwärts vorgelagert, befinden sich immer zwei Schmelzöfen, eine so genannte Doppelofen- oder Zwillingsofenanlage (Abb. 8). Das hauptsächliche Abfallprodukt – die Verhüttungsschlacke – und unbrauchbares Baumaterial, wie stark von der Hitze angegriffene Ofenwandsteine und anderes, wurde talwärts auf Halde geworfen. Mehrfache Lagen von so genannter Schlackenhaut an den Ofeninnenwänden ebenso wie die Schichtung der Haldenablagerungen (Abb. 9) zeugen von der mehrfachen Nutzung und Reparatur der einzelnen Schmelzöfen.

Weitere Untersuchungsergebnisse

An dieser Stelle kann nicht die Vielzahl von Einzelergebnissen referiert werden. Es sei auf die diversen Publikationen, vor allem auch in der Zeitschrift *res montanarum* verwiesen (24). Die neuen Erkenntnisse betreffen den metallurgischen Prozess wie auch die Baustoffe für Schmelzöfen und Röstanlagen. Die Bestimmung letzterer, deren Eigenschaften und Herkunft, ist aus technischer und aus archäologischer Sicht von Interesse. Die bisherigen Ergebnisse teilen uns mit, dass das jeweilige örtlich anstehende Gestein verwendet wurde.



Abb. 7: Das Röstbett 7 auf dem Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau. Die durchgehende Schlackenschicht über der Sohle des Röstbettes ist großteils bereits entfernt (Foto: S. Klemm).

Die Verhüttungsschlacken sind nicht nur wichtige Zeugen des metallurgischen Prozesses, ihre chemische Zusammensetzung weist auch auf die verhütteten Erze hin. Die in jüngster Zeit in Zusammenhang mit der Kupferkies-/Fahlerzproblematik durchgeführte Beprobung einer größeren Zahl von Fundstellen in den Eisenerzer Alpen weist auf Unterschiede in den Vorkommen der diversen Talschichten hin. Eine der offenen Fragen ist nach wie vor, ob der Chemismus der Schlacken auf eine unterschiedliche Prozessführung oder auf Unterschiede in den Erzvorkommen zurückzuführen ist oder auf beides (25). Untersuchungen von Kupfermineralisationen in den Eisenerzer Alpen, z. B. OFNER 2002, zeigen, wie wesentlich die Analysen von Erzvorkommen für die gesamte Thematik sind.

Eine große Unterstützung der archäologischen Landesaufnahme (Entdeckung und Dokumentation



Abb. 8: Die Doppelofenanlage mit Ofen 1 und 2, Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau (Foto: S. Klemm).

von Fundstellen) in den Eisenerzer Alpen ist seit vielen Jahren die geophysikalische Prospektion durch G. Walach (26). G. Walach und C. Eibner zeigten die sich wiederholenden Übereinstimmungen von geophysikalischen Untersuchungs- und Grabungsergebnissen. Die Untersuchungsergebnisse der Vermessungen von Schlackenfundplätzen unterstützten daher in der Folge auch die Entscheidungen, wo der Spaten bei den archäologischen Grabungsarbeiten anzusetzen war. Die Ausdehnung der Schlackenfundplätze, die der hauptsächlichlichen Strukturen wie Röstbett, Öfen und Halde, wenn auch nicht alle Einzelbefunde, werden verlässlich geortet. In der Kulturlandschaft auffallende morphologische Strukturen, insbesondere bei Auftreten von Quellen oder Teichen, die als potentielle Bergbaue angesprochen werden, sind mittels geophysikalischer Vermessung identifizierbar.



Abb. 9: Halde 1, Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau. Das Schichtpaket von Halde 1 im oberen Teil der Profile besteht aus mehreren anthropogenen Schichten (Foto: S. Klemm).

Für die Prospektion von Kupferschlackenfundplätzen sind auch Bewuchsmerkmale, so genannte Zeigerpflanzen, von Bedeutung. Bestimmte Flechten und Moose (Kupfermoose) sind charakteristisch, in der Eisenerzer Ramsau auch der Gewöhnliche Stern-Steinbrech (*Saxifraga stellaris* ssp. *robusta*; **Abb. 10**) und der Kleine Sauerampfer (*Rumex acetosella* ssp. *acetosella*); sie gelten als besonders resistent gegenüber Schwermetallen (27). Die heutige Schwermetallbelastung des Bodens war Gegenstand unterschiedlicher Untersuchungen in der Eisenerzer Ramsau und im Gebiet des Flitzenbaches. Die Erkenntnisse der Bodengeochemie wie auch die bereits genannten Regenwurmuntersuchungen ergaben in erster Linie eine kleinräumige Belastung und sind somit in Übereinstimmung mit den pollenanalytischen Resultaten (28). Umweltrelevante Untersuchungen zur Zusammensetzung des Waldes in der Bronzezeit waren Thema von pollenanalytischen und anthrakologischen Untersuchungen im Raum Eisenerz; ein Rückgang des Waldes ist für die Mittlere Bronzezeit belegt, gleichermaßen ein Anstieg der Siedlungsanzeiger. Die Bestimmung mehrerer Tausend Holzkohlenstücke vom Kupferschmelzplatz S1 auf ihre Gehölzart beschreibt die (mögliche) Auswahl der Hölzer, welche für das Rösten und Schmelzen des Erzes in der Mittleren Bronzezeit zum Einsatz kamen (29).

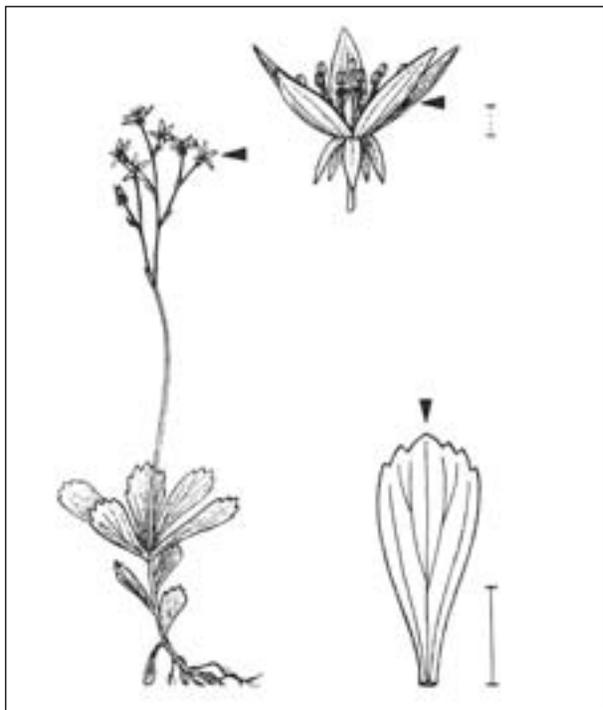


Abb. 10: *Saxifraga stellaris* ssp. *robusta* – Gewöhnlicher Sternsteinbrech. Zeigerpflanze auf Kupferschmelzplätzen in der Eisenerzer Ramsau (nach JÄGER & WERNER 1995).

Der historische Kontext

Wie bereits diskutiert, ist die genaue Zeitstellung der montanarchäologischen Fundstellen ein großes Desiderat der archäologischen Forschung, ja im Grunde die wichtigste Voraussetzung für eine historische Interpreta-

tion sämtlicher Untersuchungsergebnisse. Die lange Zeit in der archäologischen Forschung allgemein übliche Datierung des urgeschichtlichen Kupferbergbaus und der Verhüttungsspuren in die Urnenfelderzeit oder auch Späte Bronzezeit ist schon lange nicht mehr haltbar. Die Erkenntnisse der montanarchäologischen Forschung vor allem auch im Westen Österreichs haben zu einer differenzierten Betrachtung beigetragen. Eine immer größere Zahl von Abbauen oder Verhüttungsplätzen datieren in die Mittlere Bronzezeit, ebenso die datierbaren Fundstellen in den Eisenerzer Alpen: Die Kupferhütte auf dem Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau war nach jüngsten Ergebnissen während der gesamten Mittleren Bronzezeit (16. – 13. Jhdt. v. Chr.) immer wieder in Betrieb. Der Schlackenfundplatz und mögliche Siedlungsplatz „Schlosser“, SG Trieben, datiert in diesen Zeitraum. Die Keramik von dem Kupferschmelzplatz Kohlanger II bzw. III in der Gem. Johnsbach (Grabung C. Eibner, 1983) datiert vermutlich in die Frühe bis Mittlere Bronzezeit. Die Keramik des bekannten und viel untersuchten Kupferschmelzplatzes „Versunkene Kirche“, SG Trieben, ist gleichfalls in der Tradition der Mittleren Bronzezeit zu sehen, wie die Rekonstruktionen zweier Großgefäße aus zahlreichen Einzelteilen durch die Verf. ergaben. Die Verf. stimmt jenen Prähistorikern zu, die die Stufe Bronzezeit D noch der vorangegangenen Kultur der Mittleren Bronzezeit oder Hügelgräberbronzezeit zurechnen und nicht der späteren Entwicklung der Urnenfelderkultur (eigentliche Späte Bronzezeit mit den Stufen Ha A und B). Da nur eine verschwindend geringe Zahl von Siedlungen der Bronzezeit im östlichen Teil der Ostalpen untersucht wurde, ist hier der Bedarf an Forschung besonders groß. Mit der Siedlungsforschung verknüpft sind auch die Fragen nach Herstellung und Vertrieb der Roh- und Fertigprodukte. Damit und in engem Zusammenhang mit der Frage nach der Zeitstellung der prähistorischen Kupfergewinnung in den einzelnen Bergbaurevieren in Österreich steht die Frage nach der möglicherweise abwechselnden Nutzung unterschiedlicher Erzlagerstätten, der Kupferkies- und der Fahlerzvorkommen. Gemäß größerer Serien von Metallobjektanalysen sollen in der Frühen und dann wieder in der Späten Bronzezeit Fahlerz, in der Mittleren Bronzezeit Kupferkies abgebaut worden sein (30). Ob diese These für den östlichen und/oder nur für den westlichen Ostalpenraum bestätigt werden kann, ist weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Ausblick

Für eine zukünftige kurz-, mittel- bis langfristige montanarchäologische Forschung in den Eisenerzer Alpen sind aus der Sicht der prähistorischen Archäologie mehrere Punkte zu nennen:

Ein vordringliches Desiderat ist eine Gesamtvorlage der archäologischen Grabungsbefunde sämtlicher Grabungen mit Plänen, Fotos, detaillierten Beschreibungen der Befunde sowie der Fundgegenstände wie Keramik und Gerätschaften aus Stein und anderen Materialien. Eine

derartige Gesamtdarstellung ist für den Kupferschmelzplatz S1 in Arbeit. Ausführliche Publikationen der Grabungsbefunde und Funde sind deshalb so wichtig, weil nur anhand von genau beschriebenen Ergebnissen Grundlagen für einen typologischen Vergleich und weiterführende Forschungen wie zum Beispiel für Arbeiten im Bereich der experimentellen Archäologie geschaffen werden. Kurz- bis mittelfristig sollte eine kontinuierliche Überprüfung sämtlicher, vor allem der lang bekannten Fundstellen durchgeführt werden, da die natürliche Erosion, der Forststraßenbau sowie die Forst- und Almwirtschaft in den letzten Jahren große Veränderungen mit sich brachten und laufend bringen. Langfristig wäre es wünschenswert, wenn das gesamte Verbreitungsgebiet ähnlich wie der Bereich in der Eisenerzer Ramsau systematisch begangen und ein möglichst vollständiger Fundstellenkataster erarbeitet wird. Dies ist nicht nur für den Denkmalschutz erforderlich, sondern ebenso für jede weiterführende Forschung. Ein Augenmerk ist auch ganz besonders auf potentielle Siedlungsflächen zu legen. Siedlungen sind, sofern sie nicht mit Wall- und Grabenanlagen befestigt sind, vergleichsweise schwer zu finden, ihre Entdeckung unterliegt wie auch jene von Bestattungsplätzen vielfach dem Zufall.

Die Notwendigkeit, die Zeitstellung der Fundstellen systematisch zu erfassen, wurde bereits thematisiert. Die Untersuchungen zur Datierung sollte mit allen zur Verfügung stehenden Methoden je nach Einsatzmöglichkeit angewandt werden. Dabei wäre es aus Gründen des Denkmalschutzes wichtig, möglichst schonend vorzugehen. Neben der archäologischen Datierung von Fundstücken, dürfte die ¹⁴C-Methode am besten geeignet sein, da die erforderliche Menge Holzkohle durch eine einfache Bohrung an ausgewählten Stellen gewonnen werden kann, ohne dass größere und tiefere, den anthropogenen Schichtverband zerstörende Eingriffe notwendig wären wie dies bei der Probennahme für die Thermolumineszenzdatierung von Schlacken der Fall wäre. Bei letztere sind auch die Fehlerbereiche noch viel zu hoch. Bei Grabungen wird zukünftig die viel versprechende archäomagnetische Datierungsmethode besonders zweckmäßig sein, da Schmelzöfen und Röstanlagen beste Voraussetzungen für den Einsatz dieser Methode bieten. Außerdem wird nach Abschluss der Untersuchungen auf dem Kupferschmelzplatz S1 ein Stück der archäomagnetischen Kalibrationskurve für die Mittlere Bronzezeit im Alpenraum vorliegen. Wünschenswert wäre die Sammlung von Daten für eine zukünftige dendrochronologische Kurve (am ehesten Tanne) für die Bronzezeit.

Neben archäologischen Untersuchungen von Siedlungsplätzen wären Grabungen von Bergbaufundstellen von großer Bedeutung. Auch Fundstellen der Erzaufbereitung, die in anderen Teilen der Ostalpen bereits untersucht wurden, fehlen vollständig in den Eisenerzer Alpen.

Parallel zu den rein archäologischen Forschungen sind die Geowissenschaften gefragt, ihre Forschungen in Kooperation mit der prähistorischen Archäologie fortzu-

führen. Die Erforschung der Lagerstätten, eine detaillierte Beschreibung der vielen unterschiedlichen Kupfermineralisationen im Untersuchungsgebiet ist mittel- bis langfristig sicherlich die bedeutendste Aufgabe der Geowissenschaften. Eine Untersuchung der einzelnen Talschaften, wie sie bereits begonnen wurde, sollte weitergeführt und verdichtet werden. Probennahmen auf und im Umfeld von Kupferschlackenfundplätzen ebenso wie Untersuchungen auf (potentiellen) Bergbaufundstellen sind in enger Kooperation mit der Archäologie bzw. dem Denkmalschutz durchzuführen, damit eine archäologische Kartierung und Dokumentation stattfindet und eine Gesamtinterpretation des historischen Kontextes gewährleistet ist. Der wissenschaftliche interdisziplinäre Diskurs ist ein fortwährender Prozess, der eine laufende Verständigung zwischen den einzelnen Disziplinen erfordert, da jede Disziplin eigene Voraussetzungen und Möglichkeiten mitbringt und neben gemeinsamen auch eigene Forschungsziele formuliert. Untersuchungen zur Umweltproblematik, Fragen zur Schwermetallbelastung des Bodens, sind bereits in Ansätzen erfolgt und sollten fortgesetzt werden. Offene Fragen gibt es nach wie vor zum Hüttenwesen. So werden in Zusammenhang mit der Verhüttung von Kupferkies oder Fahlerzen eine differenzierte Betrachtung der Grabungsbefunde und weitere Untersuchungen des Fundmaterials notwendig. Das langfristige Ziel der Summe aller Untersuchungen ist die Beschreibung der technischen, wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung in der alpinen Bronzezeit und die Auswirkungen der menschlichen Aktivitäten auf Umwelt und Kulturlandschaft.

Anmerkungen:

- (1) Die für die Eisenerzer Alpen relevanten Publikationen von G. Sperl bis 2001 sind in KLEMM 2003, 149 ff. aufgelistet.
- (2) EBNER 1997. – Vgl. auch WEBER 1997 und OFNER 2002, 24 ff.
- (3) Vgl. EBNER 1997 mit umfassender Literatur. – Siehe auch spezifisch OFNER 2002 und PRESSLINGER & PROCHASKA 2002, 12 f.
- (4) Im Landesmuseum Schloss Trautenfels befinden sich einige Fundgegenstände, die durch E. Preuschen in die Sammlung kamen. Es handelt sich um Klopffesteine und Schlacken, das Fundmaterial ist unpubliziert.
- (5) SPERL 1988, PRESSLINGER 1986.
- (6) Bibliographie bis 2001 in KLEMM 2003, 149 ff. – Für die letzten Jahre siehe insbes. die Beiträge in *res montanarum* 28, 2002 und 33, 2004.
- (7) Z. B. HAUSTEIN 2003. – HAUSTEIN et al. 2004. – KUNSTMANN 2004.
- (8) Die in Klammer angeführten Katalog-Nummern (Kat.-Nr.) und Fundpunkt-Nummern (FP) beziehen sich auf das Fundstellenverzeichnis in KLEMM 2003. Die Katalog-Nummern stimmen mit den Nummern auf Abb. 1 überein. Weitere Abkürzungen: Gem. Gemeinde, KG Katastralgemeinde, OG Ortsgemeinde, SG Stadtgemeinde, VB Verwaltungsbezirk.
- (9) KLEMM 2003, bes. 34 ff. und KLEMM 2004. Eine Gesamtpublikation ist in Vorbereitung.

- (10) KLEMM 2003; dies. 2004. – ADETUNJI et al. 1996. – DOONAN et al. 1996. – DRESCHER 2004. – DRESCHER-SCHNEIDER 2003. – Andere Ergebnisse noch unpubliziert.
- (11) AIDONA et al. im Druck. – SCHNEPP et al. 2005. – Publikationen in Vorbereitung.
- (12) Das Kulturlandschaftsforschungsprojekt 1996 – 2000 wurde gefördert vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kunst und der Abteilung Wissenschaft und Forschung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung. Vgl. KLEMM 2003, 7 ff.
- (13) EMMERER et al. 2003.
- (14) Die vor mehreren Jahren begonnen Arbeiten in der Hinteradmer, mit dem Ziel einen frühneuzeitlichen Kupferbergbau wieder zu gewältigen, allerdings ohne archäologische Betreuung, sind mittlerweile abgeschlossen.
- (15) KLEMM 2003.
- (16) EIBNER 2004.
- (17) Z. B. WALACH 2004b.
- (18) Bei einer Begehung der Verf. für das Bundesdenkmalamt Graz im Herbst 2005 auf der Pfarralm in Johnsbach konnten die Fundstellen Pfarralm 1 – 3 identifiziert werden und eine neue in den Fundkataster aufgenommen werden.
- (19) WALACH & WALACH 2004, S. 13, Tabelle 1 und 2, Abb. 1.
- (20) WEINEK 2001, Anhang S. 150 ff. und Beilage 2.
- (21) Auf der Verbreitungskarte wurden die in KLEMM 2003 verwendeten Katalog-Nummern angeführt und nur in zwei Fällen bereits weitergeführt. Bei anderen Fundstellen, wo keine genauen Daten publiziert sind, wurden die von den Autoren genannten Bezeichnungen oder Nummern verwendet, den Nummern von G. Walach wurde ein W vorgesetzt. Zumindest 4 Schlackenfundplätze und 4 potentielle Bergbaue, die bei WALACH & WALACH 2004, im Gebiet der Treffneralm/Johnsbach sowie in Gaishorn genannt werden, scheinen nicht auf Abb. 1 und in Tab. 1 auf.
- (22) KLEMM 2003, 41 ff.
- (23) EIBNER 1982.
- (24) Zuletzt insbesondere *res montanarum* 28, 2002; 33, 2004; 34, 2004. Vgl. auch die Beiträge in *Der Anschnitt Beiheft* 17, 2004 und die Bibliographie in KLEMM 2003.
- (25) Vgl. dazu auch PRESSLINGER & PROCHASKA 2004.
- (26) Zuletzt WALACH 2004 a und 2004 b.
- (27) EMMERER et al. 2003. – EMMERER & HAFELLNER 2005.
- (28) PROCHASKA & RANTITSCH 2004. – EMMERER et al. 2003. – EMMERER & HAFELLNER 2005. – DRESCHER-SCHNEIDER 2003.
- (29) Mitteilung O. Nelle, unpublizierter Projektbericht.
- (30) GOLDENBERG 1998. – STÖLLNER 2003 mit weiterführender Literatur.
- AIDONA et al. im Druck
AIDONA E., SCHOLGER R., MAURITSCH H. J., SCHNEPP E. & KLEMM S., Spatial distribution of archaeomagnetic vectors within archaeological samples from Eisenerz (Austria). *Geophysical Journal International* (im Druck).
- BACHMANN 2003
BACHMANN H.-G., Bunt- und Edelmetalle aus mitteleuropäischen Komplexerz-Lagerstätten: Fahlerz-Verhüttung von der Bronzezeit bis zur Renaissance. In: STÖLLNER Th., KÖRLIN G., STEFFENS G. & CIERNY J. (Hrsg.), *Man and Mining – Mensch und Bergbau. Studies in honour of Gerd Weisgerber on occasion of his 65th birthday. Der Anschnitt, Beiheft* 16, 2003, 25-35.
- DOONAN et al. 1996
DOONAN R. C. P., KLEMM S., OTTAWAY B. S., SPERL G. & WEINEK H., The East Alpine Bronze Age copper smelting process: evidence from the Ramsau Valley, Eisenerz, Austria. *Archaeometry* 94. The Proceedings of the 29th International Symposium on Archaeometry, Tübitak 1996, 17-22.
- DRESCHER 2004
DRESCHER A., Vegetationskundliche Untersuchungen an prähistorischen Kupferschmelzplätzen in der Eisenerzer Ramsau (Steiermark) - Erste Ergebnisse. In: WEISGERBER G. & GOLDENBERG G. (Hrsg.), *Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt, Beiheft* 17, Bochum 2004, 347-354.
- DRESCHER-SCHNEIDER 2003
DRESCHER-SCHNEIDER R., Die Vegetations- und Besiedlungsgeschichte der Region Eisenerz auf der Basis pollenanalytischer Untersuchungen im Leopoldsteiner See und in der Eisenerzer Ramsau. In: KLEMM S., *Montanarchäologie in den Eisenerzer Alpen, Steiermark. Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen zum prähistorischen Kupferbergbau in der Eisenerzer Ramsau. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission* 50, Wien 2003, 174-197.
- EBNER 1997
EBNER F., Die geologischen Einheiten Österreichs und ihre Rohstoffe. In: WEBER L. (Hrsg.), *Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs. Archiv für Lagerstättenforschung* 19, Wien 1997, 49-229.
- EIBNER 1982
EIBNER C., Kupfererzbergbau in Österreichs Alpen. *Prähistorische Archäologie in Südosteuropa. Südosteuropa zwischen 1600 und 1000 v. Chr.* 1, Berlin 1982, 399-408.
- EIBNER 2004
EIBNER C., Die mittelbronzezeitliche Fundstelle „Schlosser“ in Schwarzenbach, Stadtgemeinde Trieben. *res montanarum* 33, 2004, 27-30.
- EMMERER et al. 2003
EMMERER B., STEINLECHNER E., TRINKAUS P. & GÖSSLER W., Ökologische Untersuchungen von prähistorischen Kupferschlackenhalde in der Eisenerzer Ramsau. In: KLEMM S., *Montanarchäologie in den Eisenerzer Alpen, Steiermark. Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen zum prähistorischen Kupferbergbau in der Eisenerzer Ramsau. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission* 50, Wien 2003, 165-173.
- EMMERER & HAFELLNER 2005
EMMERER B. & HAFELLNER J., Zur aktuellen Vegetation auf Abraum- und Schlackenhalde historischer Kupferbergbaue in der Montanstufe der Niederen Tauern und der Eisenerzer Alpen (Steiermark, Österreich). *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines Steiermark* 134, 2005, 121-152.

Literatur:

- ADETUNJI, WILLIAMS & DOONAN 1996
ADETUNJI J., WILLIAMS J. M. & DOONAN R. C. P., Mössbauer spectroscopic studies of ancient bronze slags. In: ORTALLI I. (Hrsg.), *International Conference on the Applications of the Mössbauer Effect, ICAME-95, Rimini (Italy)*, 10-16 Sept. 1995. *Conference proceedings vol. 50, Bologna* 1996, 796-771.

- GOLDENBERG 1998
GOLDENBERG G., L'exploitation du cuivre dans les Alpes autrichiennes à l'Age du Bronze. In: MORDANT C., PERNOT M & RYCHNER V. (Hrsg.), L'Atelier du bronzier en Europe du XXe au VIIe siècle avant notre ère. Actes du colloque international Bronze '96, Neuchâtel/Dijon. Tome II : Du minerai au métal, du métal à l'objet, 1998, 9-23.
- HAUSTEIN et al. 2003
HAUSTEIN M., ROEWER G., KRBETSCHKEK M. R. & PER-NICKA E., Dating archaeometallurgical slags using thermoluminescence. *Archaeometry* 45, 3, 2003, 519-530.
- HAUSTEIN 2004
HAUSTEIN M., Die Thermolumineszenzdatierung einer alten Metallhüttenschlacke aus dem Paltental. *res montanarum* 33, 2004, 31-33.
- JÄGER & WERNER 1995
JÄGER E. J. & WERNER K. (Hrsg.), *Exkursionsflora von Deutschland*. Bd. 3, 9. Aufl., Jena 1995
- KLEMM 2003
KLEMM S., Montanarchäologie in den Eisenerzer Alpen, Steiermark. Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen zum prähistorischen Kupferbergbau in der Eisenerzer Ramsau. *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission* 50, Wien 2003, 1-206.
- KLEMM 2004
KLEMM S., Der prähistorische Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau (Steiermark) – ein Vorbericht. In: WEISGERBER G. & GOLDENBERG G. (Hrsg.), *Alpenkupfer – Rame delle Alpi*. Der Anschnitt, Beiheft 17, Bochum 2004, 189-198.
- KUNSTMANN 2004
KUNSTMANN L., Ergebnisse der archäometallurgischen Untersuchungen zum Röstprozess in der spätbronzezeitlichen Kupfermetallurgie in den Ostalpen. *res montanarum* 33, 2004, 33-36.
- OFNER 2002
OFNER L. M., Charakteristik der Kupfermineralisationen im Raum Eisenerz – Radmer – Johnsbach (Grauwackenzone/Steiermark). Diplomarbeit Montanuniversität Leoben, 2002, 1-196.
- PRESSLINGER 1986
PRESSLINGER H., Arbeitskreis Paltental. In: *Montanhistorischer Verein für Österreich Leoben* (Hrsg.), *Montanhistorischer Verein für Österreich Leoben. Festschrift anlässlich seines 10jährigen Bestehens*, Oktober 1986.
- PRESSLINGER 2002
PRESSLINGER H., Der Bau metallurgischer Anlagen in der Spätbronzezeit. *res montanarum* 28, 2002, 5-10.
- PRESSLINGER & EIBNER 1989
PRESSLINGER H. & EIBNER C., Bautechnische Ausführung bronzezeitlicher Kupferhütten. *Montanarchäologische Grabungen an drei Verhüttungsplätzen*. Da schau her 10/1, 1989, 7-9.
- PRESSLINGER H. & EIBNER 2004
PRESSLINGER H. & EIBNER C., Montanarchäologie im Paltental (Steiermark) – Bergbau, Verhüttung, Verarbeitung und Siedlungstätigkeit in der Bronzezeit. In: WEISGERBER G. & GOLDENBERG G. (Hrsg.), *Alpenkupfer – Rame delle Alpi*. Der Anschnitt, Beiheft 17, Bochum 2004, 63-74.
- PRESSLINGER & PROCHASKA 2002
PRESSLINGER H. & PROCHASKA W., Chemische Analysen von bronzezeitlichen Laufsclacken. *res montanarum* 28, 2002, 10-14.
- PRESSLINGER, PROCHASKA & WALACH 2004
PRESSLINGER H., PROCHASKA W. & WALACH G., Beurteilung der chemischen Analyseergebnisse von bronzezeitlichen Laufsclacken und metallischen Rohprodukten – eine Einteilung nach Talschaften. *res montanarum* 33, 2004, 37-39.
- PREUSCHEN 1968
PREUSCHEN E., Kupfererzlagertstätten in der Steiermark. In: *Der Bergmann. Der Hüttenmann. Gestalter der Steiermark*. Katalog der 4. Landesausstellung 1968, Graz 1968, 185-188.
- PROCHASKA, MAURER & PRESSLINGER 2002
PROCHASKA W., MAURER E.-M. & PRESSLINGER H., Die Schwermetallbelastung in der Umgebung eines urzeitlichen Kupferschmelzplatzes im Paltental. *res montanarum* 28, 2002, 14-17.
- PROCHASKA & RANTITSCH 2004
PROCHASKA W. & RANTITSCH G., Die Verteilungsmuster von Schwermetallen im Bereich eines urzeitlichen Kupferschmelzplatzes im Paltental. *res montanarum* 33, 2004, 23-26.
- SCHNEPP et al. 2005
SCHNEPP E., SCHOLGER R., MAURITSCH H. J., LANOS P., CECH B. & KLEMM S., Archaeomagnetic Dating in Austria. In: CERNAJSEK T., HAUSER C. & VETTERS W.: 8. "Erbe"-Symposium, *Berichte der Geologischen Bundesanstalt* 65, 155-156, Wien/Schwaz, 2005.
- SPERL 1988
SPERL G., Metallurgie des urgeschichtlichen Kupferwesens im Alpenraum. *Berg- und Hüttenmännische Monatshefte* 133/11, 1988, 495-498.
- SPERL 2004
SPERL G., Geschichte und Stand der Montanarchäologie in Österreich. *res montanarum* 34, 2004, 85-92.
- SPERL & PRESSLINGER 1980
SPERL G. & PRESSLINGER H., Frühes Berg- und Hüttenwesen rund um das Gesäuse. *Österreichischer Kalender für Berg, Hütte und Energie*, Wien 1980, 151-157.
- STÖLLNER 2003
STÖLLNER Th., Bemerkungen zur bronzezeitlichen Gewinnung von sog. Fahl- und Kupferkieserzen in Salzburg und Nordtirol. In: BACHMANN 2003, 30-34.
- WALACH 2004a
WALACH G., Die bronzezeitliche Kupfergewinnung im Paltental- und im Liesingtal, Prospektionsbefunde und vergleichende Bewertung. *res montanarum* 33, 2004, 15-22.
- WALACH 2004b
WALACH G., Prähistorischer Kupferbergbau in den Eisenerzer Alpen (Steiermark). *res montanarum* 34, 2004, 60-64.
- WALACH & WALACH 2004
WALACH G. & WALACH G. K., Frühes Berg- und Hüttenwesen zwischen Paltental-, Liesing-, Johnsbachtal und Admont – Verzeichnis der Bodendenkmale. *res montanarum* 33, 11-14.
- WEBER 1997
WEBER L. (Hrsg.), *Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs*. *Archiv für Lagerstättenforschung* 19, Wien 1997.
- WEINEK 2001
WEINEK H., Kupfervererzung, urgeschichtlicher Kupfererzbergbau und Prospektion von montanhistorischen Bodendenkmälern in der Grauwackenzone der Eisenerzer Alpen, Raum Eisenerz – Radmer – Johnsbach, Steiermark. *Dissertation Montanuniversität Leoben*, 2001, 1-172.