

Montanarchäologie in der Obersteiermark - archäologische Belege der bronzezeitlichen Kupfererzverhüttung im Paltental

**Hubert Preßlinger, Trieben; Clemens Eibner, Heidelberg; Barbara Preßlinger,
Trieben und Georg Karl Walach; Leoben**

Archäologische Belege aus der Steinzeit

Bergmännische Aktivitäten der Ureinwohner hat es in der Obersteiermark bereits ab dem Mittelpaläolithikum gegeben, **Tabelle 1**. Es kommt auf die Definition an, was unter bergmännischer Aktivität zu verstehen ist. Geht man davon aus, dass das Suchen von geeigneten Steinmaterialien entlang von Bächen und Flüssen im weitesten Sinn als bergmännische Prospektion, bezeichnet werden kann, so ist die Bearbeitung der Findlinge aus Silex zu handsamen Werkzeugen ohne Zweifel eine montanistische Tätigkeit.

**Tabelle 1: Zeittafel zur Ur- und Frühgeschichte,
gültig für den zentralalpinen Raum**

Epoche	Bezeichnung
200 000 – 40 000 v. Chr.	mittlere Altsteinzeit (Mittelpaläolithikum)
40 000 – 10 000 v. Chr.	jüngere Altsteinzeit (Jungpaläolithikum)
10 000 – 8 000 v. Chr.	ausgehende Altsteinzeit (Endpaläolithikum)
8 000 – 5 000 v. Chr.	Mittelsteinzeit (Mesolithikum)
5 000 – 3 900 v. Chr.	Jungsteinzeit (Neolithikum)
3 900 – 2 300 v. Chr.	Kupferzeit
2 300 – 1 600 v. Chr.	Frühbronzezeit
1 600 – 1 350 v. Chr.	Mittelbronzezeit
1 350 – 780 v. Chr.	Urnengräberzeit (späte Bronzezeit)
780 – 450 v. Chr.	Hallstattzeit
450 – 15 v. Chr.	Latènezeit
15 v. Chr. – 480 n. Chr.	Römische Kaiserzeit
480 - 750 n. Chr.	Frühmittelalter
750 - 1000 n. Chr.	Hochmittelalter

Als Beispiel soll eine aus den Werkstoff „Silex“ hergestellte Breitklinge (**Abb. 1**) betrachtet werden (1). Die Klinge wurde auf einem Acker in der OG Möderbrugg

nach dem Pflügen gefunden. Das Fundobjekt ist eine große blattförmige Breitklinge und wurde von einem Neandertaler in mehreren Arbeitsschritten aus Silex geschlagen (Levalloistechnik) (2). Das kräftige Klingenblatt besitzt einen durch Reopolalisierung bedingten Oberflächenglanz. Die rötliche opalbraune Patina ist auf der gesamten Oberfläche erhalten. Sie ist mindestens 40.000 Jahre alt.



Abb. 1: Breitklinge aus Silex; Fundort: OG Möderbrugg; Alter: 40.000 – 100.000 Jahre.

Die Breitklinge ist einerseits ein multifunktionales Werkzeug, sie kann als Klinge oder als Schaber benutzt werden, anderseits ist sie von dem altsteinzeitlichen Klingenmacher (Steinschläger) so geschlagen worden, dass die Klinge handsam,

d. h. bequem, sogar viele Stunden lang mit der rechten Hand führend benutzt werden kann um die Arbeiten nach einer erfolgreicher Jagd, wie das aus der Decke Schlagen, das Zerwirken des Wildbretes u.s.w., erfolgreich zu erledigen, **Abb. 2.**



Abb. 2: Beispiel der Handhabung der Breitklinge vom Fundort OG Möderbrugg.

In der Jungsteinzeit tritt Serpentinit als ein weiterer Werkstoff für die Werkzeugherstellung in der montanarchäologischen Fundlandschaft der Obersteiermark auf, **Abb. 3.** Die Axtklinge besteht aus dunkelgrüngrauem einheimischem Serpentinit mit lauchgrüner Bänderung (3). Erhalten ist die stark zerstörte Schneidenpartie mit Aussplitterungen unterschiedlichen Alters und der Axtkörper bis zur ausgebrochenen Bohrung. Die Klinge ist schwach asymmetrisch gebaut und besitzt einen ganz schwach hochtrapezförmigen Querschnitt mit einer gewölbten und gerundeten Oberbahn, der etwas flacher gebildeten Unterbahn mit dem parabelförmigem Ansatz einer konkaven Schneidenzurichtung, wodurch sich das Bruchstück als Dechsel zu erkennen gibt und den parallelen ebenen Seitenflächen mit der demnach horizontal angebrachten Bohrung.

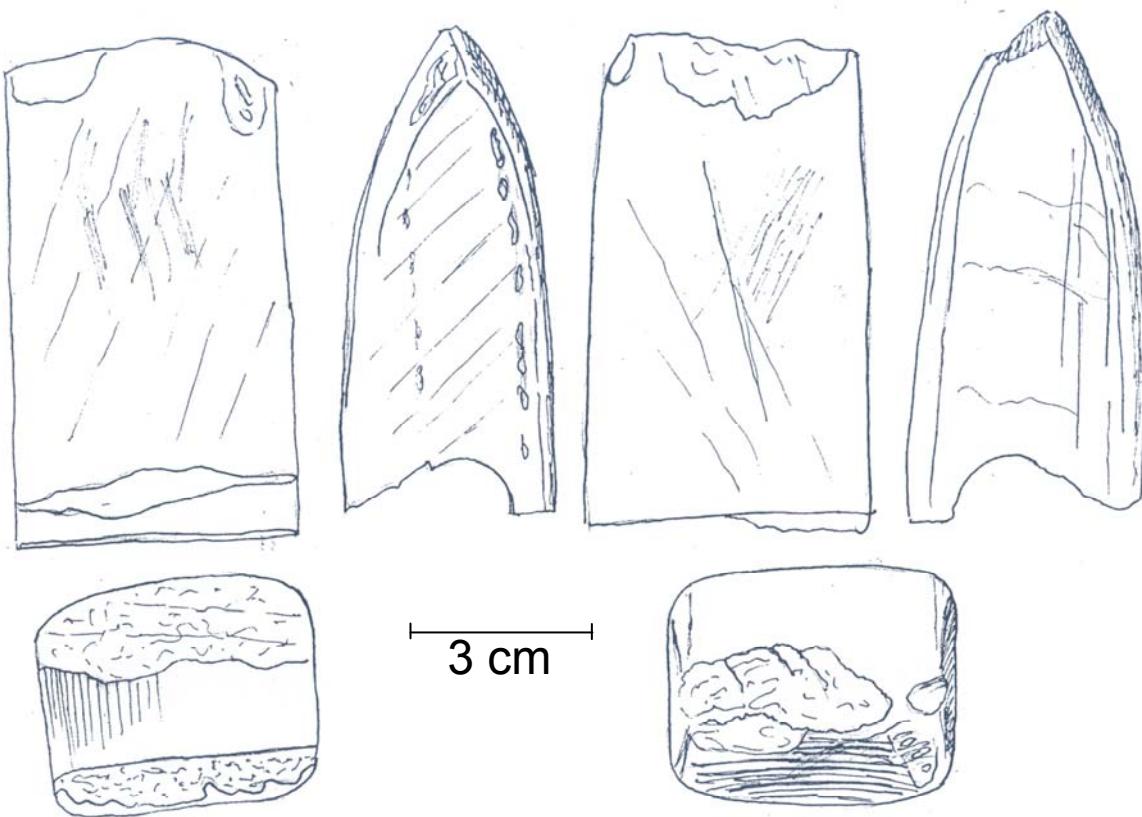


Abb. 3: Dechselfragment aus Serpentinit; Fundort: OG Möderbrugg; Alter 6.000 Jahre.

Fassen wir einleitend zusammen: „besondere Gesteine, die bergmännisch gewonnen und verarbeitet wurden“, hatten in der Geschichte der Menschen ab der mittleren Altsteinzeit einen besonderen Stellenwert für die Werkzeugherstellung. Der Mensch war es gewohnt bestimmte Tätigkeiten, wie Schneiden, Schnitzen, Schaben, Hacken, Bohren, usw., mit einem dafür bestimmten für die jeweilige Funktion optimierten Werkzeug aus Stein durchzuführen oder um mit Stein aus Holz und Knochen Werkzeuge zu fertigen.

Bearbeitet wurden die Werkzeuge und Waffen im Dorf, auf den Rastplätzen oder in den Jägerlagern. War der Silexrohling abgeschlagen, konnte der geübte Urzeitler brauchbare Werkzeuge in wenigen Minuten herstellen, d. h.: der Klingenhersteller hat bereits im Mittelpaläolithikum mit seiner erlernten Schlagtechnik das Werkzeug oder die Waffe aus Silex funktionstauglich hergestellt. Die steinzeitlichen Funde geben ein Zeugnis ab, dass die Menschen ab der mittleren Altsteinzeit „am Tauern bzw. über den Tauern“ erfolgreich auf die Jagd gegangen sind.

Archäologische Zeugnisse aus der Bronzezeit

Es braucht einen nicht zu verwundern, dass mit dem Auftreten eines neuen Werkstoffes – dem Kupfer und seinen Legierungen wie die Arsenbronze – die Werkzeuge optisch und funktional zunächst noch die gleiche geometrische Form aufweisen wie die Steinwerkzeuge.

Montanarchäologische Ergebnisse

Bronzezeitliches Montanindustriegebiet Pfarralm im Johnsbachtal

Bei Begehungen in der Pfarralm/OG Johnsbach können am Forstweg und im Gerinne vereinzelt Schlackenstücke, die abgerundete Kanten aufweisen, d. h. verfrachtet worden sind, geborgen werden. Die Schlacken sind teilweise durch Sekundärmineralisation an der Oberfläche und an der Bruchfläche mit Malachit und Azzurit behaftet, dass heißt, sie sind der Kupfermetallurgie zuzuordnen. Nach der geometrischen Form der Schlacken sind sie der urzeitlichen Kupfererzverhüttung zuzurechnen.

An den Geländebrüchen, verursacht durch den Forstwegebau und durch die Auskolkung des Gerinnes, können einerseits bereits durch den gebrannten Lehm erkennbare rot gefärbte Linsen im Gelände erblickt werden, in denen eine Anhäufung von Schlacken festzustellen ist. Neben Schlacken unterschiedlicher Typen - aus Halde, aus Röstbett, aus Schlackenaufbereitung - sind in diesen Linsen gebrannter Ofenlehm, verschlackte Ofensteinen und beim genauerem Hinschauen auch Fragmente urzeitlicher Gebrauchsgeräte zu finden (4).

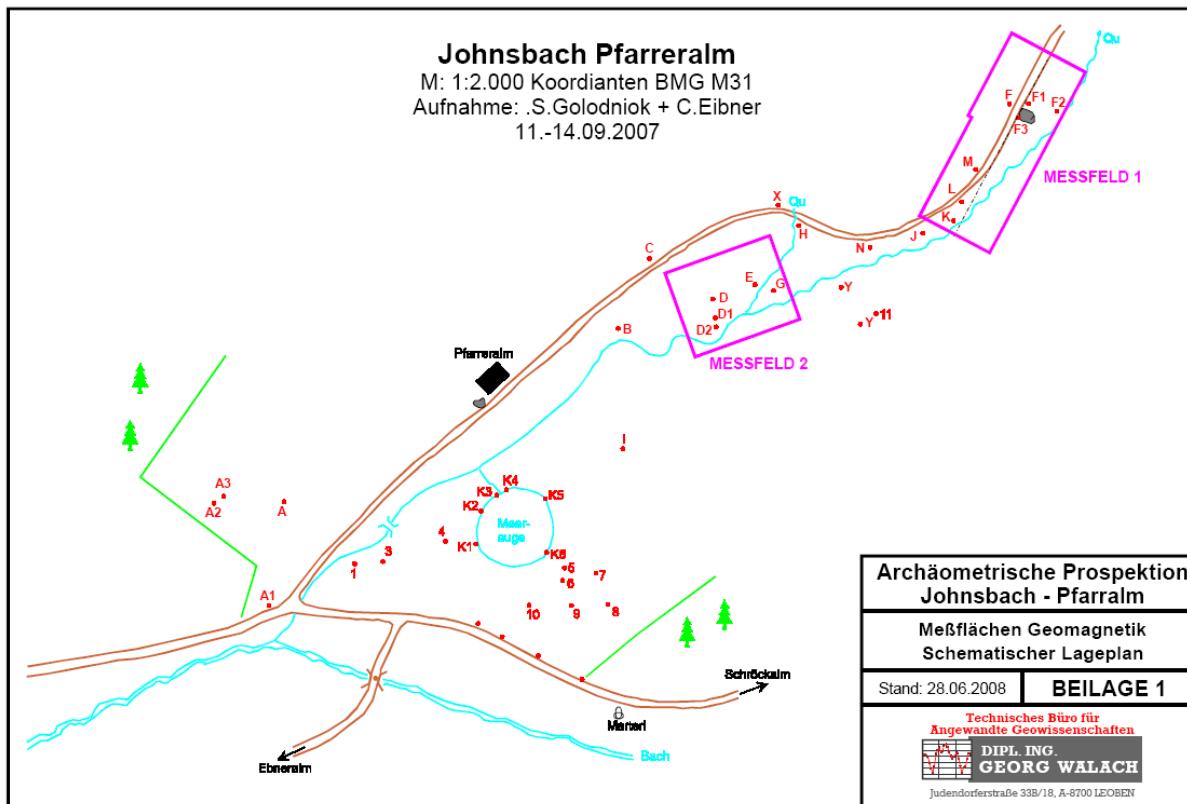


Abb. 4: Skizze der Geländeaufnahme in der Pfarralm/OG Johnsbach.

Aus der Bewertung der Skizze der Pfarralm/OG Johnsbach (**Abb. 4**) ist abzuleiten, dass es hier mehrere Verhüttungsplätze geben muss. Um als Montanarchäologe ohne zu graben im Gelände unter die Oberfläche blicken zu können werden die Meßmethoden der Geophysik benutzt. Durch den heißen Schmelzbetrieb werden die im Lehm (Erdreich) vorhandenen Eisenoxide bzw. die in den Laufschlacken eingebundenen Eisenoxide neu ausgerichtet (gepolt), wodurch sie sich vom natürlichen Magnetfeld der Umgebung messbar unterscheiden. **Abb. 5** zeigt den Isoanomalienplan des Messfeldes I in der Pfarr Alm. Darin ist links oben eine starke Anomalie von >250 nT vorhanden, die auf die Lage der Röstbette (mehrere Bauphasen) hinweist. Unterhalb der Röstbette liegen mehrere Schachtöfen. Noch über den Stein, in **Abb. 5** rechts oben, befindet sich die Schlackenhalde. Die Anomalie unterhalb des Steines kann eine Verfrachtung der oberen Schlackenhalde durch Naturereignisse sein, oder aber sie weist auf die Schlackenhalde einer zweiten Verhüttungsanlage hin, die bei dieser Messung außerhalb des abgesteckten Messfeldes liegt.

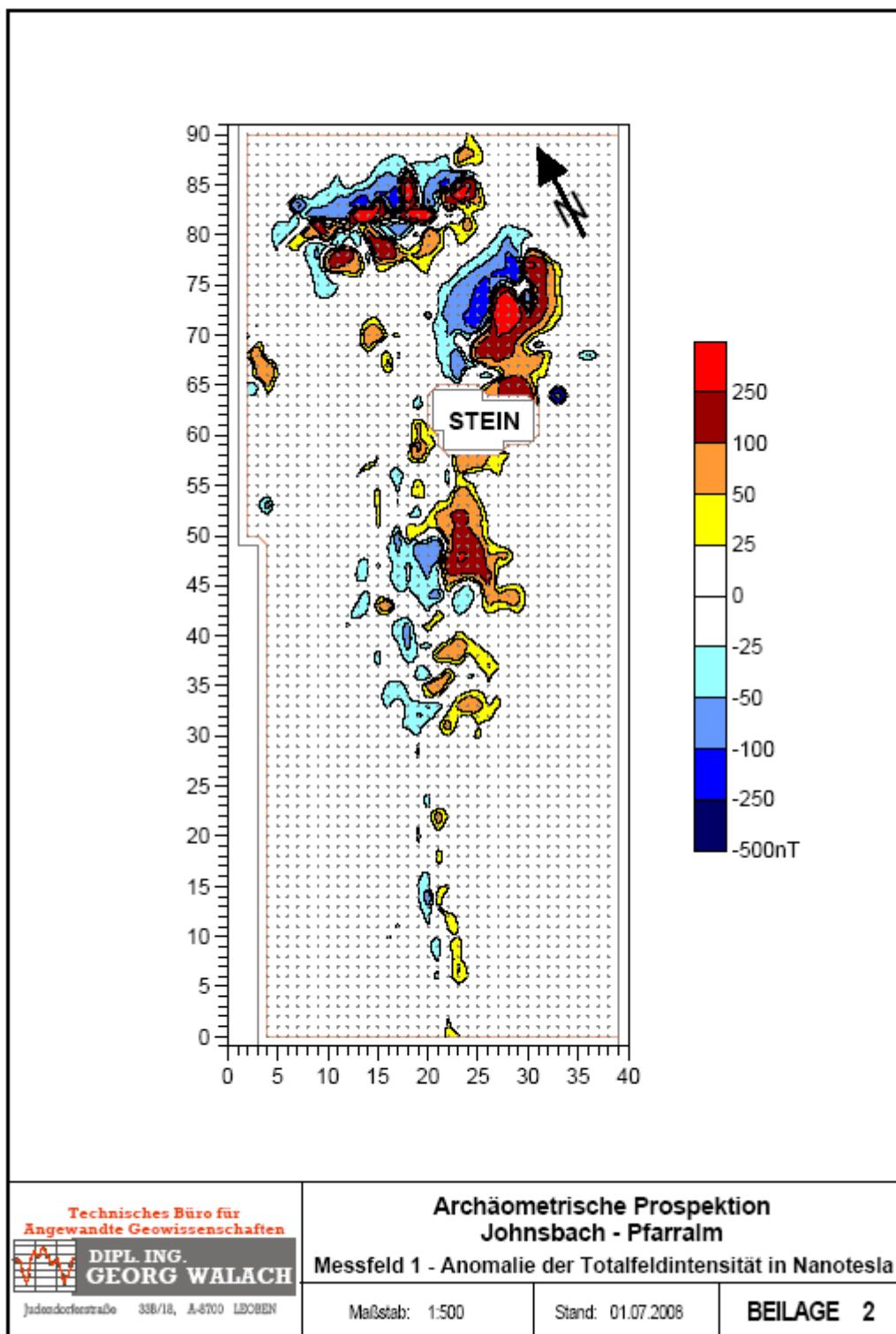


Abb. 5: Archäometrische Prospektionsergebnisse in der Pfarr Alm.

Die Pfarr Alm ist ein bronzezeitliches Verhüttungszentrum (Industriezentrum), in dem vermutlich mehrere Jahrhunderte Kupfererze verhüttet worden sind (5). Logisch ist es daher, dass auch in unmittelbarer Nähe der Schlackenhalden die Wohnplätze der Berg- und Hüttenarbeiter und die der Familien zu finden sein müssen.

Hier kommt dem Archäologen bei der Suche im Gelände „das Meerauge“ als ein Hinweis auf eine optimale Wohngegend zu Hilfe. Bei der genaueren Beurteilung des Bodens, der durch die Trittsigeln der Rinder teilweise aufgelockert wurde, sind oberhalb des Meerauges gebrannter Hüttenlehm zu finden, der ein eindeutiger Hinweis auf Haus- und Hüttenbau und damit auf ein Wohngebiet ist. Dass das Meerauge ein signifikanter Kultplatz ist, soll hier festgehalten werden. Diese Skizze von der Pfarralm ist ein Beispiel von vielen Verhüttungszentren in der Grauwackenzone, dies gilt natürlich auch für die Verhüttungszentren in den Ennstaler und Eisenerzer Alpen.

Bronzezeitliches Montanindustriegebiet Flitzen Alm im Paltental

Wie in der Pfarralm sind in der Flitzen Alm (6) eine Anhäufung von Verhüttungsplätzen zu finden, **Tabelle 2**. Die Nummernvergabe an die einzelnen Verhüttungsplätze erfolgte nach dem Zeitpunkt des Auffindens der Verhüttungsplätze. Man kann in der **Tabelle 2** sieben Verhüttungsplätze in der Flitzen Alm zählen. Einzelne Verhüttungsplätze wurden geophysikalisch Vermessen wie Flitzen I und II. Auf Flitzen II wurden in den Jahren 2001 bis 2003 montanarchäologische Grabungen durchgeführt (7). Übrigens, die Verhüttungsplätze I und II wurden 1983 bei einer Begehung des Arbeitskreises „Montanarchäologie Paltental“ gefunden, der von einem Holzknecht des Stiftes Admont den Hinweis bekommen hat, dass er einen Platz kenne, wo ein Meteorit eingeschlagen hat, weil dort alle Steine aufgeschmolzen sind. Diesen Hinweis ist der Arbeitskreis „Montanarchäologie Paltental“ natürlich nachgegangen. Die anderen Verhüttungsplätze wurden durch Begutachtung von Windwürfen – Flitzen III, IV, V – sowie bei der Prospektion der Gerinne – Flitzen VI – und aus Auswertungen der chemischen Analysenergebnisse von Bohrproben – Flitzen VII gefunden.

Tabelle 2: Zusammenstellung der urzeitlichen Verhüttungsplätze im Palten- und Liesingtal (Stand 2007)

Nr.	Fundplatz	Gemeinde	Jahr	Seehöhe (m)	Fundsituation
1	Diwald	Gaishorn	1955/1983	710	Gemeindeweg
2	Versunkene Kirche	Trieben	1978	840	Gerinne
3	Oberschwärzen	Gaishorn	1979	1080	Forstweg
4	Tanter I	Gaishorn	1980	730	Forstweg
5	Braunruck I	Wald/Sch.	1980	1280	Forstweg
6	Braunruck II	Wald/Sch.	1980	1300	Forstweg
7	Haberl Alm	Wald/Sch.	1980	1450	Jagdsteig
8	Tanter II	Gaishorn	1982	740	Gerinne
9	Prettscherer	Rottenmann	1982	910	Gerinne
10	Braunruck III	Wald/Sch.	1982	1320	Forstweg
11	Flitzen I	Gaishorn	1983	1300	Windwurf
12	Flitzen II	Gaishorn	1983	1230	Forstweg
13	Flitzen III	Gaishorn	1983	1210	Jagdsteig
14	Braunruck IV	Wald/Sch.	1984	1230	Forstweg
15	Frauenbachmündung	Mautern	1988	700	Gemeindeweg
16	Kaiserköpperl	Rottenmann	1988	820	Grabung
17	Stieber	Gaishorn	1989	700	Autobahnbau
18	Tanter III	Gaishorn	1989	720	Autobahnbau
19	Vötterl	Gaishorn	1989	720	Autobahnbau
20	Vorwald	Wald/Sch.	1989	840	Autobahnbau
21	Wolfsgraben	Kammern	1989	660	Autobahnbau
22	Schlosser	Trieben	1993	740	Aushub
23	Braunruck V	Wald/Sch.	1997	1330	Forstweg
24	Mini Kreuz	Trieben	1998	720	Gerinne
25	Treffner Alm	Gaishorn	1999	1500	Gerinne
26	Meilerplatz I	Gaishorn	1999	1300	Forstweg
27	Meilerplatz II	Gaishorn	1999	1300	Forstweg
28	Langteichen	Kalwang	2001	1130	Forstweg
29	Flitzen IV	Gaishorn	2003	1220	Windwurf
30	Flitzen V	Gaishorn	2003	1190	Windwurf
31	Flitzen VI	Gaishorn	2003	1320	Gerinne
32	Flitzen VII	Gaishorn	2003	1250	Jagdsteig

Den Isoanomalienplan (8) und die Interpretation der geomagnetischen Übersichtsvermessung im Raster von 2x2 Metern vom Verhüttungsplatz Flitzen I zeigt **Abb. 6**. Es ist in **Abb. 6** links oben eine Anomalie von 100 nT, welche das Röstbett anzeigt, in der Mitte der Bereich der Schachtöfen und rechts die Schlackenhalde (1 Nanotesla = 10^{-9} Tesla; Tesla ist die Einheit der magnetischen Flussdichte oder Induktion) zu erkennen. Dieses Ergebnis wird einerseits durch die Schlackenfunde im Wurzelbereich der durch Windwurf freigelegten Bäume, anderseits durch die gleichartigen archäologischen Befunde an anderen Schmelzplätzen bestätigt.

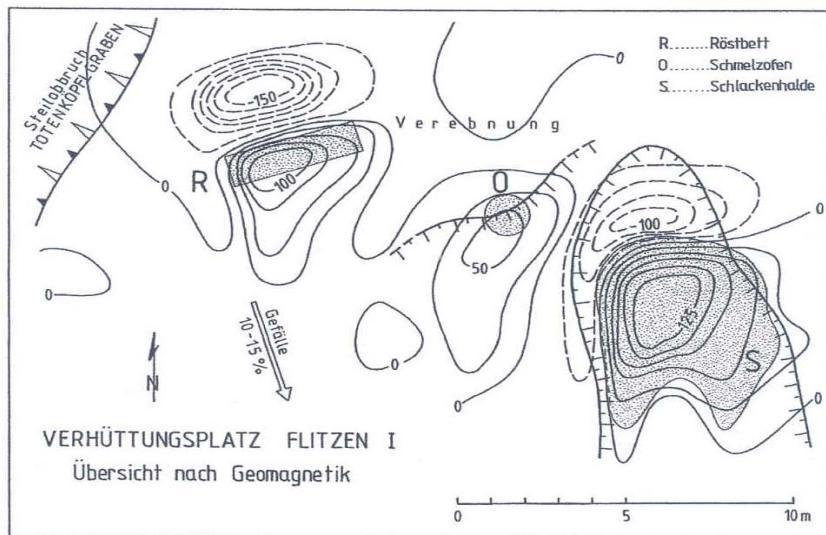


Abb. 6: Isoanomalenplan der geomagnetischen Übersichtsvermessung am Verhüttungsplatz Flitzen I/OG Gaishorn; Angaben in Nanotesla.

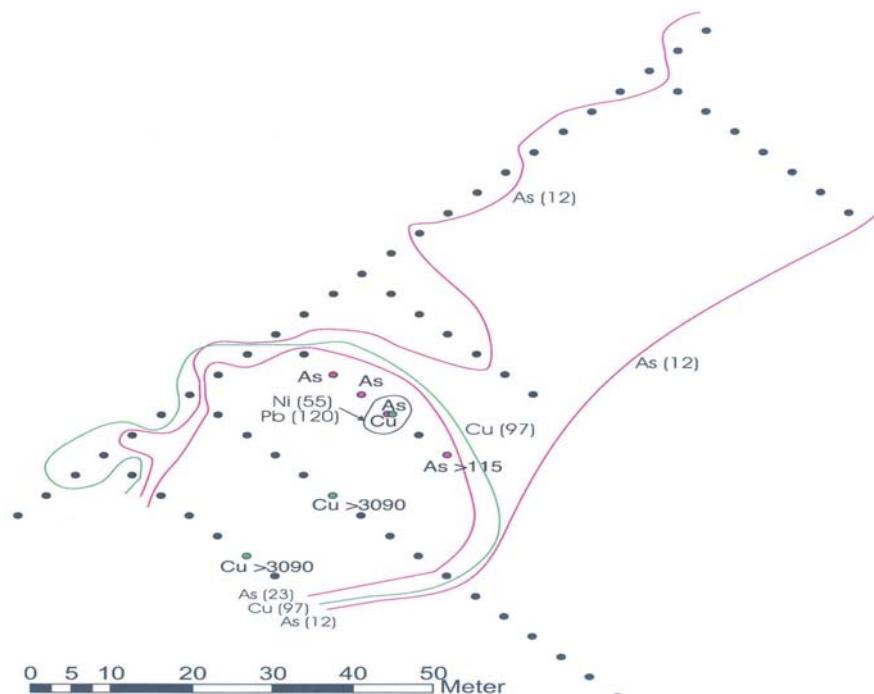


Abb. 7: Ergebnis der geochemischen Bodenprobenuntersuchung des Verhüttungsplatzes Flitzen I/OG Gaishorn; Verteilung der Elemente Cu, As, Pb und Ni; Angaben in Masse-pptm.

Nach einem bestimmten Raster wurden am Verhüttungsplatz Flitzen I auch mit einem Bohrstock Bodenproben entnommen und diese geochemisch bewertet. Die Skizze in **Abb. 7** zeigt eine nahezu kreisförmige geochemische Anomalie von Kupfer mit einem Durchmesser von etwa 50 Metern. Arsen ist Hang aufwärts bis zu 100 Meter verfrachtet. Co, Ni und Pb dagegen zeigen ein immobiles Verhalten (9). Wie

dieses Beispiel zeigt, kann die Bodengeochemie erfolgreich zur Exploration urzeitlicher Verhüttungsplätze eingesetzt werden.



Abb. 8: Der Abt des Stiftes Admont Mag. Bruno Hubl im Gespräch mit Prof. Dr. Clemens Eibner bei der Besichtigung der Grabung Flitzen II/OG Gaishorn.

Bevor man mit einer montanarchäologischen Grabung beginnt, ist die Erlaubnis vom Bundesdenkmalamt und den Grundbesitzten einzuholen. So hat die Montanarchäologen, wie im **Abb. 8** zu erkennen ist, mehrmals der Abt Bruno des Stiftes Admont besucht und hat sich für ausführliche Gespräche über die Montanarchäologie Zeit genommen (6), (10). Er hat die montanarchäologischen Tätigkeiten auch uneingeschränkt unterstützt, mehr noch, er hat sie gefördert. Dies hat die montanarchäologischen Arbeiten in der Flitzen/OG Gaishorn und auch am Blahberg/OG Admont, sehr erleichtert.

In den Jahren 2001 bis 2003 konnte in mehreren Kampagnen der großräumige Platz Flitzen II untersucht werden. Die großflächige geophysikalische Prospektion ließ schon erkennen, dass hier mehrere Phasen unterschiedlich orientierter Röstbetten, die sich teilweise überlagerten, anzutreffen waren. Die mit viel Einsatz unter der Teilnahme von Freiberger und Heidelberger Studentinnen und Studenten (7) freigelegten Reste belegen einen Betrieb bis in die ausgehende Urnenfelderzeit und als Überraschung in der letzten Grabungskampagne in einer Halde einzelne

Tierknochen von Schwein, Schaf und Ziege, wenige aber doch einigermaßen charakteristische Keramikbruchstücke und eine Schüttung von Schlackensand.

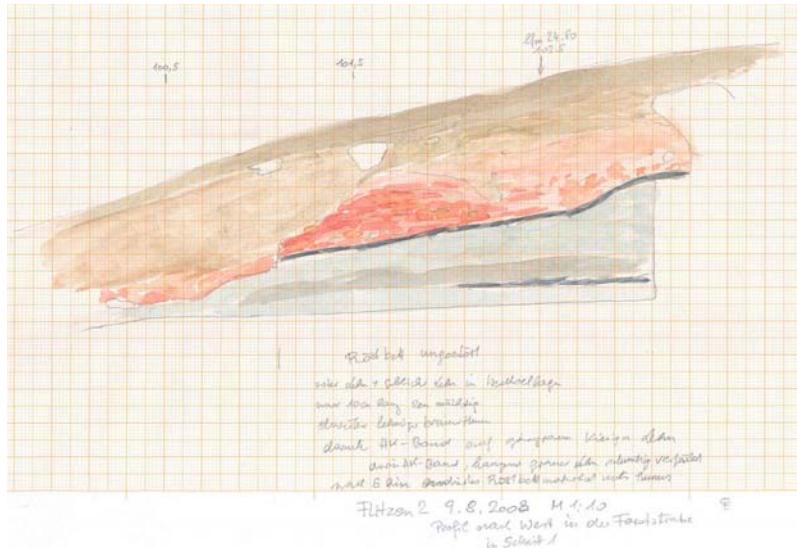


Abb. 9: Ein Seitenprofil mit den beiden Röstbetten am Verhüttungsplatz Flitzen II/OG Gaishorn.

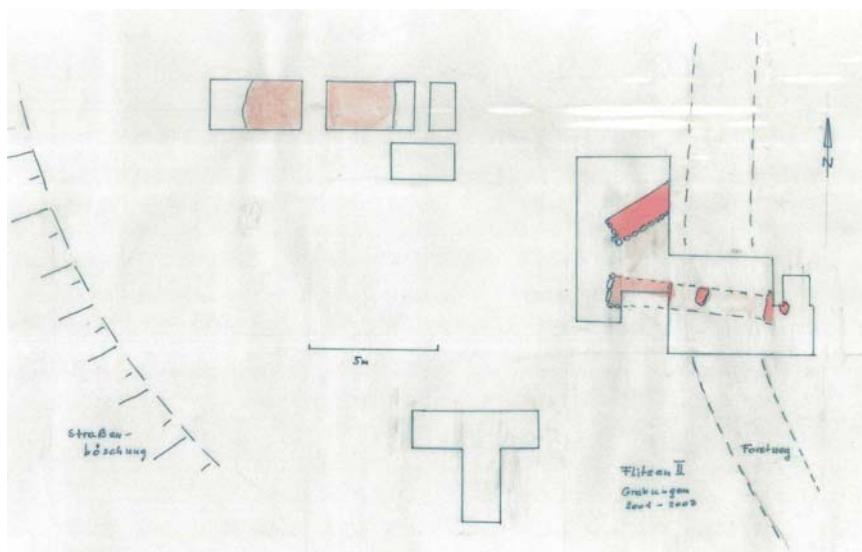


Abb. 10: Überblick über die montanarchäologischen Grabungsergebnisse am Verhüttungsplatz Flitzen II/OG Gaishorn.

Der großflächige und auffällige Schmelzplatz Flitzen II ist mit Sicherheit mehrphasig, **Abb. 9 und 10**. Im steil ansteigenden Forstweg oberhalb der Forststraße wurde ein WNW – OSOO orientiertes Röstbett zerstört, das in lehmig- kalkigen Untergrund gebettet ist. Im Westen lagen dabei größere Steinblöcke der Einfassung in situ, das Ostende war stark gestört.

Ungefähr einen halben Meter tiefer wurde ein älteres Röstbett mit einer etwa 40° nach NO verschwenkten Längsrichtung westlich des Forstweges angetroffen, dessen Steineinfassung im S und W erhalten ist. Die Steineinfassung ist auffälliger Weise aus Kalksteinblöcken gesetzt. Westlich von diesen Befunden liegt in 15 bis 20 m Entfernung in der Steilflanke zur Forststraße von einer Verebnung beginnend eine bis zu 30 cm mächtige Lage von Sandschlacke, die nicht zu den beschriebenen Befunden passt.

Als Ergebnis lässt sich über die Thermolumineszenz-Datierung (11) und die Keramikführung zusammenfassen, dass in der Mittelbronzezeit der Schmelzplatz mit dem ältesten Röstbett angelegt wurde, nach einem massiven Umbau mit Ausplanierung von Hangschutt erfolgte in der Urnenfelderzeit der Betrieb am jüngeren Röstbett und zuletzt erfolgte ein Betrieb in größerer Entfernung im NW, bei dem Sandschlacke als Zuschlagstoff für den Schachtofenbetrieb (Stahlluppenherstellung?) produziert wurde. Diese Phase gehört wohl in die Hallstattzeit aus der offenbar auch die Eisenluppe stammt. Im Nahbereich wurde der Lehm gewonnen, die Verebnung wurde rezent in den letzten Jahrhunderten zur Holzkohlengewinnung genutzt.

Was zeichnet ein Verhüttungszentrum wie die Pfarralm oder die Flitzen Alm mit den vielen Verhüttungsanlagen aus? Unbestritten die Nähe zu den Kupfererzlagerstätten. Unmittelbar oberhalb von Flitzen VII zeigt eine Pingenserie an, dass hier Bergbau auf Kupfererze betrieben wurde. Oberhalb dieser Pingenserie liegt die Treffner Alm, diese ist gleichfalls übersäht von Pingen und Tagbaustufen. Auch im Gerinne des Flitzenbachs findet man Kupferkiese auf Grüngestein. Diese Anmerkung über die Kupfererzversorgung gilt für andere Verhüttungszentren im Paltental wie Meilerplatz oder Braunruck in gleicher Weise. Weitere Rohstoffe für einen Hüttenbetrieb sind Holzkohle und Holz, welches im Einzugsgebiet der Flitzen Alm in ausreichender Menge vorhanden war.

Ein weiterer Grund ist das Vorhanden sein von Lehmlagerstätten. Lehm wurde als Baustoff für die Röstbette und die Schachtofen benötigt und dies in größeren Mengen. Daher befinden sich in unmittelbarer Nähe der Hüttenanlagen auch die

dafür benötigten Lehmlagerstätten, wie oberhalb von Flitzen II oder wie oberhalb von der versunkenen Kirche. Weiters werden Zuschläge zur Schlackenbildung wie Quarz und Schlacke in einer bestimmten Korngröße benötigt. Daher ist an einigen Verhüttungsplätzen Schlackensand vorhanden. Auch Ofensteine wurden für den Bau der Schachtofen eingesetzt. Dass Wasser bei einem Hüttenbetrieb gebraucht wird, sollte nicht vergessen werden.

Neben der für den Schmelzprozess notwendigen technologischen Infrastruktur sollten auch die menschlichen Erfordernisse von einem Verhüttungszentrum erfüllt sein, d. h. es sollte ein längerfristiges Wohnen und ein glückliches Familienleben sowie Ackerbau und Viehzucht, Vorratshaltung, usw. in der Nähe der Verhüttungsanlagen möglich sein. Ein funktionierendes Dorfleben auch in den entlegenen Alpentälern war also eine Voraussetzung für eine blühende nachhaltige bronzezeitliche Montanindustrie. Pfarr Alm, Schröck Alm, Flitzen Alm, Treffner Alm um nur einige zu nennen, mit ihren weiten Almböden, aber auch die Talböden mit ihren Talflanken wie Tanter und Schwarzenbach erfüllen diese Kriterien.

In der Bronzezeit war die Anzahl der Dörfer und die Bevölkerungsdichte in den Dörfern der Ennstaler- und Eisenerzer Alpen von der Nachfrage nach Kupfer und Bronze abhängig. Die zentrale Lagerhaltung von Getreide für eine Dorfgemeinschaft in der mittelbronzezeitlichen Siedlung „Schlosser“ in der KG Schwarzenbach/OG Trieben gibt dafür ein Zeugnis ab. Dass die Menschen in den Siedlungen durch den Metallprodukthandel auch gute Beziehungen zu den nordwestlichen und südöstlichen Voralpengebieten besessen haben, ist wohl jedem einleuchtend. Entsprechend viel benutzte Handelswege sind wohl vorhanden bzw. werden noch freigelegt.

Archäometallurgische Ergebnisse

Rekonstruktion der Hüttenanlagen

Die Bauausführung der Hüttenanlage und der Ablauf des Schmelzprozesses zur Rohkupfererzeugung lässt sich aus den Forschungsergebnissen des Arbeitskreises „Montanarchäologie Paltental“ nach **Abb. 11** folgendermaßen beschreiben (6), (12)-(14):

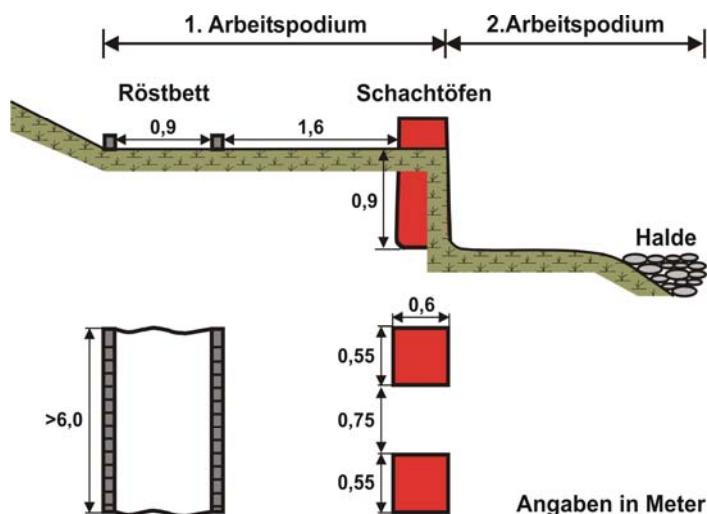


Abb. 11: Schema der Anordnung der bronzezeitlichen metallurgischen Aggregate; gezeichnet nach montanarchäologischen Grabungsergebnissen des Arbeitskreises Montanarchäologie Paltental.

- Zuerst wurden durch das Anlegen von Terrassen in den Berghang Arbeitspodien geschaffen, die mit gestampftem Lehm planiert waren.
- Auf dem am höchsten gelegenen Arbeitspodium wurde, durch eine Steinsetzung umfasst, das Röstbett (Breite 0,9 m, Länge > 6 m) schichtförmig aufgebaut, wobei eine nach ihrer Funktion noch nicht eindeutig geklärte Unterteilung in mehrere Segmente üblich war. Dass das Rösten wichtig war, zeigen die zahlreichen Umbauphasen der Röstbette, z.B. an den Verhüttungsplätzen Flitzen II und Versunkene Kirche.
- Neben dem Rösten der Kupfererze und der Zuschläge zur Schlackenbildung erfolgte auf dem oberen Arbeitspodium auch die diskontinuierliche Beschickung der Schachtöfen mit geröstetem Erz, Zuschlägen (Quarz, Sandschlacke) und Holzkohle.

- Entsprechend dem Materialfluss wurden auf der tiefer liegenden Terrasse die Schachtofen in die Geländestufe hineingesetzt. Als kleinste metallurgische Baueinheit wurden mindestens zwei Schachtofen errichtet.
- Auf dem unteren Arbeitspodium wurde neben dem Abstechen der flüssigen Schlacke und dem Ziehen des festen Schwarzkupferkuchens aus dem Schachtofen der Wind (=Luft) eingeblasen. Die Windzufuhr erfolgte von vorne durch Tondüsen mit Hilfe von aus Ziegenbälgen gefertigten Blasebälgen.
- Die abgestochene Schlacke (Laufschlacke) wurde nach dem Erstarren gebrochen und Hang abwärts auf die Halde geworfen bzw. als Sekundärrohstoff aufbereitet.

Die einheitliche Bauweise der bronzezeitlichen Kupferhütten in den Ostalpen, die über 1500 Jahre nach diesem Muster errichtet wurden, führt zu dem Schluss, dass die Kupfererzeugung überregional nach gleichen Bauvorgaben bewerkstelligt wurde (Natürlich gab es Ausnahmen in der Hüttenkonzeption, wie z.B. am Verhüttungsplatz Oberschwärzen).

Diese Aussage wird insbesondere durch die Feststellung bekräftigt, dass sämtliche Betreiber der Schmelzhütten ein einheitlich hohes metallurgisches Können besessen haben müssen, wozu eine solide Ausbildung erforderlich war. Des Weiteren bezeugt dieses Ergebnis, dass in der gesamten Bronzezeit die über ein Jahrtausend angewandte Verfahrenstechnik der Rohkupfererzeugung im Schachtofen von den Hüttenarbeitern bereits schmelzmetallurgisch optimiert benutzt wurde.

Chemische Analysen von metallurgischen Produkten

Das Schmelzen der Kupfererze im Schachtofen ergibt zwei Produkte, den Metallkuchen (=Rohkupfer) und die Schlacke (=Laufschlacke), **Abb. 12**. Der Metallkuchen (auch Schwarzkupfer genannt) wird zu Fertigprodukten weiterverarbeitet und war in der Bronzezeit ein wertvoller Besitz. Aber auch die Schlacke aus der Rohkupfererzeugung war als Produkt nicht nur ein Haldenmaterial, sondern auch ein Rohstoff, der nicht nur in der Metallhütte selbst als Schlackenbildner im Schachtofen, als Magerung für den Hüttenlehm und als

Baumaterial für die Schachtöfen verwendet wurde, er wurde auch in der Keramikherstellung als Magerung eingesetzt (15).

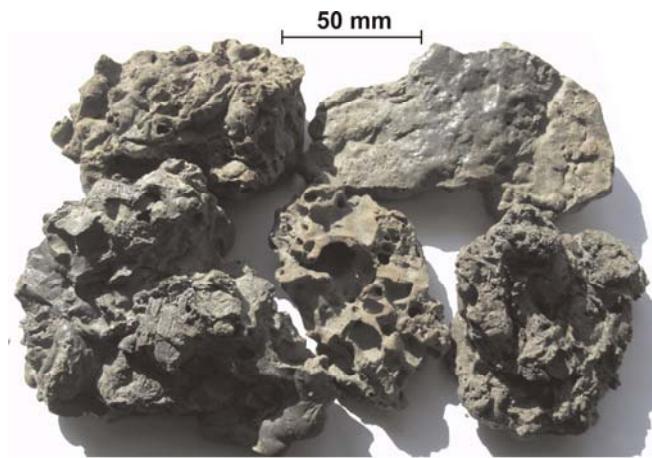


Abb. 12: Laufschlackenstücke vom Verhüttungsplatz Versunkene Kirche/OG Trieben.

Die bronzezeitlichen Laufschlacken der Rohkupfererzeugung sind in ihrer Grundzusammensetzung nach der Molekulartheorie der Schlacken Silicatschlacken (16) mit einem SiO_2 -Anteil von 30 – 40 Masse-%, einem FeO_n -Anteil von 25 – 35 Masse-% und einem CaO -Anteil von 8 – 12 Masse-%, **Tabelle 3**. Starke Konzentrationabweichungen in den einzelnen Laufschlacken sind bei den Elementen Kupfer und Schwefel festzustellen. Die Kupfergehalte liegen im Bereich von 0,4 – 3 Masse-%, die Schwefelgehalte im Bereich von 0,2 – 1,5 Masse-%.

Tabelle 3: Zusammenstellung chemischer Analysen der Hauptkomponenten von bronzezeitlichen Lauf- und Plattenschlacken

Fundplatz	Fe_{ges}	SiO_2	MnO	CaO	MgO	Al_2O_3	P_2O_5	K_2O	S	Cu	Fe^{2+}	Fe^{3+}
Vers. Kirche	23,7	38,0	0,13	8,5	1,7	5,0	0,27	2,0	0,34	1,37	18,5	5,2
Haberl Alm	26,6	32,8	0,67	11,9	6,4	3,5	0,26	1,2	1,46	2,28	23,8	2,7
Oberschwärzen	20,2	38,4	0,36	11,6	1,2	8,0	0,27	2,3	0,25	0,80	14,3	5,8
Kaiserköppel	44,8	30,5	0,82	6,1	1,5	4,7	0,18	1,0	0,19	0,68	40,4	4,2
Burgstallkogel	44,3	30,3	0,26	2,7	0,8	5,8	1,55	n.b.	0,02	0,08	n.b.	n.b.

n.b. – nicht bestimmt;

Versunkene Kirche, Haberl Alm, Oberschwärzen ↔ Laufschlacken vom Schmelzplatz; Kaiserköppel, Burgstallkogel ↔ Plattenschlacken aus Siedlung.

Die Plattenschlacken in **Tabelle 3** unterscheiden sich von den Laufschlacken nicht nur in der äußereren Form sondern auch in der chemischen Zusammensetzung. Der Anteil an FeO_n ist in den Plattenschlacken, **Abb. 13**, doppelt so hoch wie in den Laufschlacken. Auch der Kupfergehalt und der Schwefelgehalt ist in den

Plattenschlacken wesentlich geringer, d. h. die Plattenschlacken stammen eindeutig aus einem anderen metallurgischen Prozess als die Laufschlacken der Schachtofenmetallurgie.

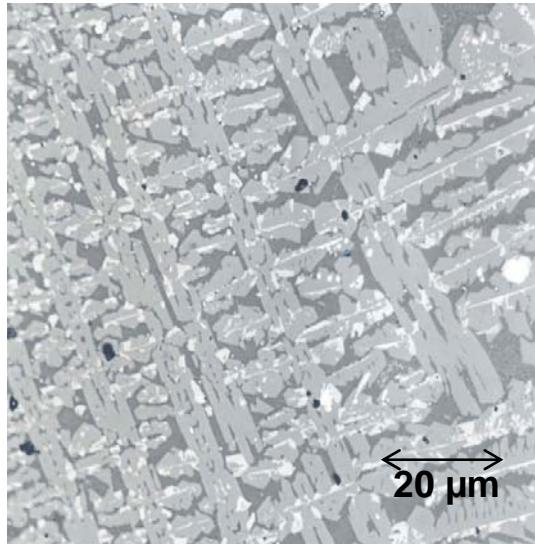


Abb. 13: Gefüge einer Plattenschlacke; Fundort: Kaiserköpperl/OG Rottenmann, ungeätzt.

Bei der metallurgischen Bewertung der Kupfererzverhüttung kann davon ausgegangen werden, dass sich die Unterschiede in den verarbeiteten Erzen und Zuschlagstoffen in der Schmelztechnologie sowie in den Spurenelementspektren der Metallprodukte und Schlacken niedergeschlagen haben. Die Analysen der Laufschlacken unterscheiden sich von Talschaft zu Talschaft gruppenweise in den Hauptspurenelementen sowie auch in den Nebenspurenelementen. Manchmal lassen sich auch innerhalb einer Region, z.B. im Paltental, Unterscheidungen treffen, **Tabelle 4.**

Tabelle 4: Zusammenstellung chemischer Analysen ausgewählter Spurenelemente von spätbronzezeitlichen Kupferschlacken; Angaben in Masse-ppm, Schwefel in Masse-%

Nr.	Probeort	Tal	As	Co	Ni	Sb	Zn	Pb	Cu	S
1	Schlosser	P	1020	382	38	116	117	25	5679	0,19
2	Versunkene Kirche	P	895	353	50	103	246	33	7341	0,34
3	Meilerplatz I	P	865	201	173	928	312	43	11490	0,47
4	Flitzen I	P	1490	558	41	327	273	68	5210	0,17
5	Flitzen II	P	1040	163	451	254	252	50	6399	0,33
6	Flitzen III	P	1020	377	41	411	258	44	6973	0,28
7	Langteichen I	L	33	65	105	16	181	25	9064	1,38
8	Braunruck I	P	133	96	42	147	127	27	6604	0,49
9	Braunruck III	P	364	205	80	281	105	8	14593	0,79
10	Haberl Alm	P	370	62	56	454	205	22	8855	0,66
11	Köberl Alm	J	124	65	74	354	141	15	13360	0,60
12	Ploden Odelstein	J	212	59	63	624	160	7	15660	0,67
13	Schröck Alm	J	118	65	142	211	132	4	20120	0,71
14	Kohlanger I	J	185	69	63	602	192	23	9591	0,53
15	Pfisterberger Alm	J	151	86	84	707	690	40	12030	0,65
16	Foitlbauer Alm	J	353	57	50	1050	269	20	9942	0,42
17	Kühgatsch Boden	J	79	54	53	60	85	20	7828	0,38
18	Goaßsteig	J	291	42	44	314	99	10	6483	0,41

P – Paltental, L – Liesingtal, J - Johnsbachtal

Geht man zunächst auf die in **Tabelle 4** angeführten Analysen näher ein, so haben die Laufschlacken des unteren Paltentales (von Gaishorn abwärts) höhere Arsen- Kobalt- und Bleigehalte. Ab Gaishorn Palten aufwärts (Haberl Alm bis Langteichen 1) sind die Gehalte von Arsen und Kobalt in den Laufschlacken wesentlich niedriger. Die Laufschlacken aus dem Johnsbachtal sind im Vergleich zu dem Paltental durch einen höheren Antimongehalt unterscheidbar. Weitere Elemente, die bei der Zuordnung der Laufschlacken berücksichtigt werden können, sind z.B. Al, K, Mg, V, Ce, La, Au, Ag, und U. Dieser kleine Exkurs in die Chemie der Laufschlacken zeigt, dass man für die einzelnen Talschaften in den Alpen sehr wohl Unterscheidungsmerkmale herausarbeiten und diese in Zukunft für Beurteilungen heranziehen kann (17), (18).

Schwierig ist es derzeit noch einzelne Fertigprodukte den Talschaften zuzuordnen (19), (20). Einerseits weil noch viel zuwenig chemische Analysen von Roh- und Fertigprodukten für statistische Auswertungen vorhanden sind (**Tabelle 5**), anderseits weil die Fertigprodukte umgeschmolzen und bei der Bronzeherstellung

legiert wurden. Dabei wird die quantitativ verwendbare Spurenelementematrix durch die Legierungsmittel im Vergleich zu der der Laufschlacken völlig verändert.

Tabelle 5: Zusammenstellung der chemischen Analysen von bei den montanarchäologischen Grabungen freigelegten Metallprodukten, Angaben in Masse-%.

Probe	Fundplatz	Cu	Fe	As	Co	Ni	Sb	Sn
Schwarzkupfer (Rohprodukt)	Versunkene Kirche	76	7,5	13,5	0,19	0,24	2,78	n.b.
Schwarzkupfer (Rohprodukt)	Flitzen II	93	3,4	1,6	0,06	2,1	0,15	0,01
Schwarzkupfer (Rohprodukt)	Flitzen II	95	1,9	1,3	0,01	0,99	0,52	<0,01
Schwarzkupfer (Rohprodukt)	Kaiserköpperl	79	4,1	2,5	1,11	3,8	5,55	2,1
Schwarzkupfer (Bronzerohling)	Kaiserköpperl	83	0,1	n.b.	0,01	n.b.	0,03	16,4
Nadel (Fertigprodukt)	Kaiserköpperl	89	<0,3	1,8	0,22	n.b.	0,16	8,1
Triangel (Fertigprodukt)	Kaiserköpperl	84	0,2	n.b.	0,01	0,1	n.b.	10,7

n.b. – nicht bestimmt

Für die Erzeugung eines Metallproduktes aus Kupfererzen waren in der Bronzezeit viele Prozessschritte notwendig. Als solche sind anzuführen: Abbau der Erze, Zerkleinern, Trennen der Kiese vom Gangmaterial, Rösten, Schmelzen, Raffinieren, Legieren bis hin zur Formgebung des Produktes durch Gießen und Schmieden. Dazu waren nicht nur ein Fachwissen der Schmelzer in den einzelnen Prozessschritten, wie Mengenverhältnisse, Temperatur, Behandlungsdauer, geeignete Anlagen (Ofendimensionen, Ofenbauweise, Ofenmaterialien) und Werkzeuge sondern auch ein handwerkliches Können der Schmiede sowie ein vertieftes Wissen über die Eigenschaften der Werkstoffe Kupfer, Arsenbronze und Zinnbronze erforderlich.

Aus dem Rohprodukt (Schwarzkupfer, **Tabelle 5**) mit den hohen Fe-, S-, As- und Sb-Gehalten konnte kein Kupferblech getrieben werden, denn das Rohmaterial war viel zu spröde, d.h. die beschriebenen Elemente Fe, S, As und Sb mussten durch einen Raffinationsschritt aus der Rohkupferschmelze entfernt werden, erst danach konnte ein Kupferblech erzeugt werden. Gussprodukte, wie Weihgegenstände oder Schmuckstücke, bei denen eine fehlerfrei Oberfläche erwünscht war, wurden mit Zinnlegierungsmittel legiert, wobei ein bestimmtes Mengenverhältnis Kupfer zu Zinn in der Bronzeschmelze eingestellt wurde. Die Gebrauchsgegenstände wie ein

Messer oder ein Schwert mussten ihre Werkstoffeigenschaften wie Schneidehaptigkeit oder Schlagfestigkeit bei ihren täglichen Einsatz (Funktion) erfüllen. Sie wurden durch das entsprechende Legieren und dem gekonnten Schmieden (Kaltverformen) erreicht.

Bisher wurden die montanarchäologischen Grabungsergebnisse der Kupfererzverhüttungsanlagen in denen das Rohkupfer erzeugt wurde behandelt. Es stellt sich nun die Frage, wo wurden die Prozessschritte Raffinieren, Legieren, Gießen und Schmieden durchgeführt? Diese Prozessschritte wurden in den Siedlungen getätig. Dazu sind archäologische Ergebnisse aus den Siedlungen in Maitschern/OG Wörschach, vom Kaiserköpperl/ OG Rottenmann, und vom Kulm/OG Trofaiach vorhanden (21), (22). Neben der Besiedlungsgeschichte für das Paltental, die aus der Chronologie in **Tabelle 6** nachvollzogen werden kann, ist am Kaiserköpperl auch die Technikgeschichte rückzuverfolgen. Aus den bei montanarchäologischen Grabungen geborgenen Funden von Plattenschlacken, Rohprodukten und Fertigprodukten kann man die genannten Prozessschritte zur Herstellung von Fertigprodukten mit Hilfe der metallurgischen Untersuchungsergebnisse beinahe vollständig rekonstruieren.

Tabelle 6: Siedlungsphasen am Kaiserköpperl/ Gemeinde Rottenmann, die Einteilung erfolgte nach Keramikfunden (23), (24).

Siedlungsphasen	Zeitstufe	Jahresangabe (v. Chr.)	Charakteristische Keramik
Kaiserköpperl I	Kupferzeit	ab ca. 4000	Orangerote, quarzgemagerte Keramik und dunkelbraun reduziert gebrannte Feinware mit Einstichmustern; Fußgefäß u. Becher
Kaiserköpperl II	Frühe u. mittler Bronzezeit	ca. 2000 – ca. 1350	Reduziert gebrannte Ware; teilweise Graphittonware; Schalen und Großgefäß
Kaiserköpperl III	Ältere Urnenfelderzeit	ca. 1350 – ca. 1100	Braune gut geglättete Ware; wenig Fundmaterial, darunter Doppelkon
Kaiserköpperl IV	Jüngere Urnenfelderzeit	vor 800	Verzierung: Kanneluren, Riefen u. Torsionsband-Abrollung (Ältere Befestigungsphase)
Kaiserköpperl V	Junghallstattzeit	ca. 600 - 450	Osthallstattische verzierte Schalen; westhallstattische gerillte Schalen; grobe eiförmige Töpfe (Jüngere Befestigungsphase)
Kaiserköpperl VI	Frühlatène Zeit	ca. 450 - 350	Graphitton-Situlen (Jüngere, unfertige Umbauphase)

Die Kulturfunde, im Besonderen die Keramikfunde, geben einen Einblick über das Leben der Bevölkerung in der Bronzezeit. Neben der Siedlung auf dem Kaiserköpperl wurden vom Arbeitskreis „Montanarchäologie Paltental“ Grabungen in der mittelbronzezeitlichen Siedlung in Schwarzenbach, OG Trieben, durchgeführt. Hier konnte nachgewiesen werden, dass an einem mittelbronzezeitlichen Industriestandort in der 1. Betriebsphase eine Erzaufbereitung betrieben wurde, in der 2. Betriebsphase sich ein mittelbronzezeitlicher Kupfererzverhüttungsbetrieb angesiedelt und in der 3. Industriephase eine Lagerhaltung für Getreide in Großgefäßen zur Versorgung der Montanarbeiter stattgefunden hat (25). Die am Siedlungsplatz in Schwarzenbach geborgene Keramik gibt wiederum einen Einblick in das einheimische Töpferhandwerk sowie ein Zeugnis über die Frauen und Kinderarbeit in der mittleren Bronzezeit, **Abb. 14 und 15.**



Abb. 14: Keramikfund am mittelbronzezeitlichen Verhüttungs- und Siedlungsplatzes Schlosser/OG Trieben; grobe Ware.



Abb. 15: Keramikfunde am mittelbronzezeitlichen Verhüttungs- und Siedlungsplatzes Schlosser/OG Trieben; feine Ware.

Archäologische Funde aus der Eisenzeit - der Werkstoff Stahl

Aus der Kulturschicht der Urnenfelderzeit am Verhüttungsplatz Flitzen II stammen auch eine Stahlluppe und einzelne Stahlfragmente. Derzeit kann noch nicht gesichert nachgewiesen werden, dass die Stahlluppe auch in diesem Verhüttungszentrum im Schachtofen erschmolzen wurde. Dass man mit dem Werkstoff „Stahl“ in der Obersteiermark in der Urnenfelderzeit bereits gearbeitet hat, bezeugen die Stahlrohlinge bzw. auch die Stahlfertigprodukte (26), (27) aus der Siedlung „Kaiserköpperl“, Abb. 16.

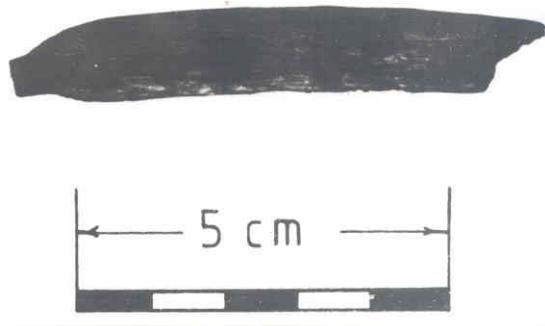


Abb. 16: Hallstattzeitliches Messer aus Stahl; Fundort: Kaiserköpperl/OG Rottenmann.

Die urnenfelderzeitliche Schmiedetechnologie wird an Hand der nächsten zwei Abbildungen erklärt. Das Gefüge der Stahlmatrix eines urnenfelderzeitlichen Messers in **Abb. 17** besteht aus Ferrit mit wenigen Perlitinseln (28), (29). Es ist auch klar zu erkennen, dass das Messer durch Feuerschweißen aus mehreren Stahlstäben entstanden ist. Die **Abb. 17** zeigt weiters, dass das Messer (der Ferrit) kaltverformt worden ist. Das Gefüge der Schneide gibt die **Abb. 18** wieder. Es zeigt den Übergang von Ferrit zu Perlit, den Bereich zwischen Ferrit und Perlit erkennt man am Widmannstättengefüge. Das bedeutet, dass die Schneide durch Glühen in Holzkohle bei Temperaturen um 1000°C aufgekohlt wurde.

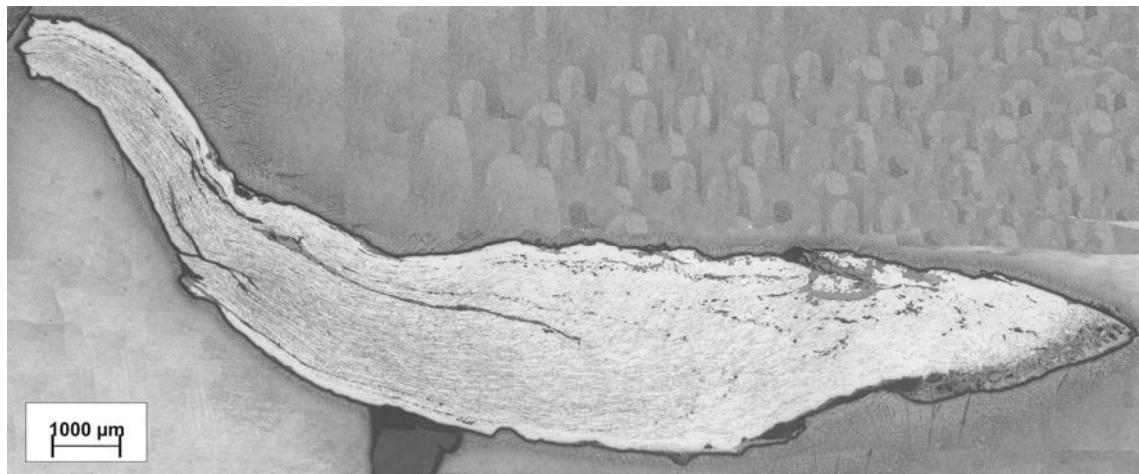


Abb. 17: Messerfragment, Depotfund 1, Rabenwand/OG Bad Aussee; Übersicht über das Gefüge der Stahlprobe; Nital-Ätzung.

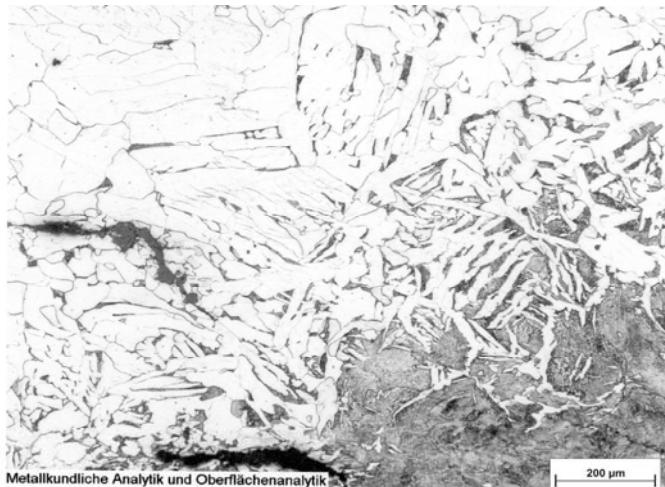


Abb. 18: Gefüge der Schneide des Messerfragmentes; links oben Ferrit, in der Mitte Widmannstättengefüge, rechts unten Perlit; Nital-Ätzung.

Im Vergleich zur Kupfer- und Bronzeverarbeitung in den Schmieden hat sich die Stahlverarbeitung wie folgt weiterentwickelt: Zunächst wurden aus Stahlluppen oder aus dem Altmetall Stahlstäbe geschmiedet. Mit den Stahlstäben wurde durch Gärben und Rohformschmieden mit Feuerschweißen die gewünschte Rohform, z.B. Messer oder Sichel, erzeugt, d. h.: das Rohprodukt wurde aus vielen Stahlstäben (Mehrlagenwerkstoff) durch eine Heißformgebung hergestellt.

Als nächste Prozessstufe wurde bei einem Messer die Härte der Schneide durch partielles Glühen in einem Holzkohlebett bei 1000°C erzielt. Die an Spurenelementen armen Stahlstäbe, ein chemisch konstanter Rohstoff, erleichterten dabei das Einhalten der notwendigen Behandlungstemperatur und –zeit. Diese mehrstufige Schmiedetechnologie für die Rohstahlverarbeitung beherrschten die inneralpinen Schmiede bereits ab der Urnenfelderzeit perfekt.

Oberhalb des Verhüttungszentrum Flitzen Alm liegt die Treffner Alm. Hier wurden nicht nur Kupfererze abgebaut sondern zahlreiche Pingen und Stufen von Tagbauen zeugen von einer Jahrtausend langen Bergbautätigkeit auf Eisenerze.

Fazit

Vieles ließe sich über das Wissen und Können zur Metallprodukterzeugung und Rohproduktverarbeitung in der Bronzezeit noch anführen. Zusammenfassend ist zu bescheinigen, dass die in der Urzeit erzeugten Metallprodukte ihre geforderten Eigenschaften voll erfüllten.

Neben den montanarchäologischen Grabungsergebnissen und den daraus gewonnenen Erkenntnissen wurde in dieser Veröffentlichung versucht zu erklären, warum von den Menschen die Werkstoffe Silex, Kupfer, Bronze und Stahl in der Werkzeugherstellung eingesetzt worden sind. Zusammenfassend kann man dies mit einem Satz beantworten: "Weil der jeweilige Werkstoff in der jeweiligen Epoche in ausreichender Menge zur Verfügung stand und weil das erzeugte Werkstück in seinem Einsatzgebiet über längere Zeit die vom Anwender geforderte Funktionstauglichkeit zufrieden stellend erfüllt hat".

Anmerkungen

- (1) Eibner, Clemens; Preßlinger, Hubert und Neuper, Wernfried: Ein bemerkenswerter altsteinzeitlicher Fund einer Breitklinge aus Möderbrugg. – In: Schild von Steier, 2008, im Druck.
- (2) Bick, Almut: Die Steinzeit. – Konrad Theiss Verlag GmbH, Stuttgart 2006; S. 20.
- (3) Eibner, Clemens; Preßlinger, Hubert und Neuper, Wernfried: Ein Steinaxtbruchstück aus Möderbrugg. – In: Schild von Steier, 2008, im Druck.
- (4) Preßlinger, Hubert; Eibner, Clemens; Holzinger, Andreas; Kreiner, Daniel; Preßlinger, Barbara und Weinek, Horst: Begehungsprotokolle Pfarralm 2007, unveröffentlicht.
- (5) Walach, Georg Karl: Geophysikalische Vermessungsergebnisse Pfarralm 2008, unveröffentlicht.
- (6) Preßlinger, Hubert; Eibner, Clemens; Walach, Georg und Preßlinger, Barbara: Die Ur- und Frühgeschichte der Marktgemeinde Gaishorn am See. – In: Heimatbuch Gaishorn am See. – Hrsg: Weiß Karl, Marktgemeinde Gaishorn am See (2007), S. 16 – 33.
- (7) Preßlinger, Hubert; Eibner, Clemens; Walach, Georg und Preßlinger, Barbara: Fünf Jahre Arbeit im Projekt „Erforschung der Ur- und Frühgeschichte der Steiermark am Beispiel Paltental“ – eine Danksagung. – In: res montanarum (2004), Heft 33; S. 7 – 10.
- (8) Walach, Georg: Methodik und Beispiele zur geophysikalischen Prospektion urgeschichtlicher Kupfergewinnungsstätten in den Ostalpen. – In:

- Unsichtbares sichtbar machen, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg; Stuttgart (1998), Band 41; S. 93 – 98.
- (9) Prochaska, Walter und Rantitsch, Gerd: Die Verteilungsmuster von Schwermetallen im Bereich eines urzeitlichen Kupferschmelzplatzes im Paltental. – In: *res montanarum* (2004), Heft 33; S. 23 – 27.
 - (10) Titelseite *res montanarum* (2002), Heft 28.
 - (11) Urban, Kathia: Datierung prähistorischer Schmelzplätze im Paltental mittels Thermolumineszenz an Schlackenproben. – Diplomarbeit TU Bergakademie Freiberg, 2006.
 - (12) Preßlinger, Hubert und Eibner, Clemens: Montanarchäologie im Paltental (Steiermark) – Bergbau, Verhüttung, Verarbeitung und Siedlungstätigkeit in der Bronzezeit. – In: *Der Anschnitt* (2004), Beiheft 17; S. 63 – 74.
 - (13) Preßlinger, Hubert; Walach, Georg und Eibner, Clemens: Bronzezeitliche Verhüttungsanlagen zur Kupfererzeugung in den Ostalpen. – In: *BHM* 133 (1988), Heft 7; S. 338 – 344.
 - (14) Preßlinger, Hubert: Der Bau metallurgischer Anlagen in der Spätbronzezeit. – In: *res montanarum* (2002), Heft 28; S. 5 – 10.
 - (15) Preßlinger, Hubert; Harmuth, Harald; Prochaska, Walter und Eibner, Clemens: Metallurgische Schlacken – ein Sekundärrohstoff in der Bronzezeit. – In: *BHM* 146 (2001), Heft 5; S. 222 – 226.
 - (16) Preßlinger, Hubert: Schlackenkundliche Untersuchungsergebnisse von bronzezeitlichen Schlacken aus dem Paltental. – In: *res montanarum* (1998), Heft 19; S. 17 - 24.
 - (17) Preßlinger, Hubert und Prochaska, Walter: Chemische Analysen von bronzezeitlichen Laufschlacken. – In: *res montanarum* (2002), Heft 28; S. 10 – 14.
 - (18) Preßlinger, Hubert; Prochaska, Walter und Walach, Georg: Beurteilung der chemischen Analysenergebnisse von bronzezeitlichen Laufschlacken und metallischen Rohprodukten – eine Einteilung nach Talschaften. – In: *res montanarum* (2004), Heft 33; S. 37 – 39.
 - (19) Preßlinger, Hubert: Chemische Analysen von spätbronzezeitlichen Metallprodukten – ein Hinweis auf die Erzeugungsstätten. – In: *res montanarum* (2004), Heft 33; S. 40 – 42.
 - (20) Preßlinger, Hubert: Metallprodukte in der Ur- und Frühgeschichte – Aussagewert der metallurgischen und werkstoffkundlichen Untersuchungsergebnisse. – In: Linzer Archäologische Forschungen, Linz 1998; Katalog – Berge, Beile, Keltenstanz; Band 27; S. 64 – 73.
 - (21) Preßlinger, Hubert und Gruber, Alois: Urnenfelderzeitliche Bronzegießerei in Wörschach. – In: *Da schau her* (1985), Heft 1; S. 7 - 9.
 - (22) Preßlinger, Hubert: Schlackenkundliche Bewertung einer urnenfelderzeitlichen Plattenschlacke aus der Höhensiedlung am Kulm bei Trofaiach. – In: Fundberichte aus Österreich, Wien 2000, Band 38; S. 174 – 177.
 - (23) Preßlinger, Hubert und Eibner, Clemens: Montanwesen und Siedlungen in der Bronzezeit im Paltental (Österreich). – In: *Der Anschnitt* 48 (1996), Heft 5/6; S. 158 – 165.
 - (24) Eibner, Clemens: Archäologische Untersuchungen im Paltental. – In: *res montanarum* (1998), Heft 19; S. 6 – 11.
 - (25) Eibner, Clemens: Die mittelbronzezeitliche Fundstelle „Schlosser“ in Schwarzenbach, Stadtgemeinde Trieben. – In: *res montanarum* (2004), Heft 33; S. 27 – 30.

- (26) Eibner, Clemens und Preßlinger, Hubert: Eine befestigte Höhensiedlung im Bereich des urzeitlichen Kupfererzbergbaugebiets in der Obersteiermark. – In: Vorgeschichtliche Fundkarten der Alpen; Hrsg: v. Uslar, R.; Römisch-Germanische Forschungen; Verlag v. Zabern, Mainz a. Rhein 1991, Band 48; S. 427 – 450.
- (27) Preßlinger, Hubert und Eibner, Clemens: Die urzeitliche Wehranlage der Berg- und Hüttenleute von Bärndorf, Gemeinde Rottenmann. – In: Da schau her (1983), Heft 3; S. 18 – 20.
- (28) Preßlinger, Hubert: Metallkundliche Untersuchungen an Depotfunden in Bad Aussee. – In: Fundberichte aus Österreich, Wien 2005, Band 43; S. 325 – 330.
- (29) Preßlinger, Hubert: Der Mythos über das Härteln von Stahl. – In: res montanarum (2007), Heft 41; S. 60 – 64.