

**Zeitschrift:** as. : Archäologie Schweiz : Mitteilungsblatt von Archäologie Schweiz = Archéologie Suisse : bulletin d'Archéologie Suisse = Archeologia Svizzera : bollettino di Archeologia Svizzera

**Herausgeber:** Archäologie Schweiz

**Band:** 45 (2022)

**Heft:** 1

**Artikel:** Montanlandschaft Oberhalbstein : prähistorische Kupferproduktion in Graubünden

**Autor:** Reitmeier-Naef, Leandra / Bucher, Julia / Della Casa, Philippe

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1002263>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 13.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Abb. 1

Blick nach Süden auf die obere Talstufe des Oberhalbsteins mit dem Marmorera-Stausee, zu dessen Ost- und Westufer sich zahlreiche montanarchäologische Fundstellen gruppieren.

*Vue vers le sud de la partie supérieure de la vallée de l'Oberhalbstein, avec le lac artificiel de Marmorera sur les rives duquel sont groupés de nombreux sites d'activités minières.*

Veduta verso sud sul terrazzo superiore della valle dell'Oberhalbstein con il lago artificiale Marmorera, che presenta, sulla sua riva est-ovest numerosi siti di archeologia montana.

d o s s i e r



## Montanlandschaft Oberhalbstein – prähistorische Kupferproduktion in Graubünden

Leandra Reitmaier-Naef, Julia Bucher, Philippe Della Casa, Caroline O. Grutsch, Andreas Hauptmann,

Monika Oberhänsli, Thomas Reitmaier, Mathias Seifert, Peter Thomas und Rouven Turck

### Neuerscheinung

Im Frühjahr 2022 erscheint eine Monographie zum Thema:

*L. Reitmaier-Naef (2022) Die prähistorische Kupferproduktion im Oberhalbstein (Graubünden, Schweiz). Der Anschnitt Beiheft 49. Bochum.*

Als Open Access-Publikation frei verfügbar unter:

<https://doi.org/10.46586/DBM.202>

Seit Jahrzehnten als prähistorisches Bergbaugesamt bekannt, war das Oberhalbstein in den vergangenen Jahren erstmals Gegenstand systematischer montanarchäologischer Forschungen. Dabei wurden nicht nur Dutzende neue Fundstellen entdeckt, sondern erstmals auch zentrale Verhüttungsbefunde wie Öfen und Röstbette ausgegraben. Zudem konnten gleich mehrere Kupferbergwerke aus der Bronze- und Eisenzeit untersucht werden – eine schweizweite Premiere! Dank ausführlicher Geländearbeiten, Materialauswertungen und Laboranalysen kann nun der gesamte «Oberhalbstein-Prozess» vom Erz bis zum Metall rekonstruiert werden.

## Einleitung

Die Mittelbündner Talschaft Oberhalbstein, romanisch Surses, umfasst das Einzugsgebiet der Julia oberhalb des Crap Ses (Conterser Stein). Sie verbindet das Albulatal im Norden über den Julier- bzw. Septimerpass mit dem Engadin bzw. Bergell im Süden. Sowohl geographisch als auch kulturgeschichtlich lassen sich eine obere (südliche) und eine untere (nördliche) Talstufe unterscheiden. Letztere ist wegen der geringeren Höhenlage durch eine allgemein offenere, stärker strukturierte Landschaft und ein etwas milderes Klima geprägt. Bereits ab der frühen Bronzezeit lassen sich hier Spuren einer ganzjährigen, primär auf einer bäuerlichen Subsistenzwirtschaft basierenden Besiedlung feststellen. Spätestens ab der Mittelbronzezeit sind im Fundmaterial dieser Siedlungsplätze dann vermehrt Hinweise

auf Nord- und Südkontakte im Zuge transalpinen Güter- und/oder Personenverkehrs fassbar. Neben Ackerbau, Viehzucht und Alpenpasshandel zählte ab der Spätbronzezeit schliesslich auch der Abbau und die Verhüttung der lokal anstehenden Kupfererze zur Wirtschaftsstrategie der hier ansässigen Bevölkerung. Dies belegen neben Verhüttungsschlacken aus den Siedlungsfundstellen zahlreiche räumlich abgesetzte Werkplätze, sog. Schmelzplätze.

Wenngleich direkte Belege für prähistorischen Erzabbau bislang fehlten, ist das Oberhalbstein in der Fachwelt bereits seit Jahrzehnten als urgeschichtliche Montanlandschaft bekannt. Abgesehen von wichtigen Grundlagenarbeiten insbesondere durch J. Rageth, W. Fasnacht und A. Schaar harnte das Tal allerdings lange einer systematischen montanarchäologischen Erforschung. Diesem Desiderat haben sich der Fachbereich Prähistorische Archäologie der Universität Zürich und der Archäologische Dienst Graubünden im Rahmen eines internationalen Forschungsprojektes mit Partnern aus Deutschland (Deutsches Bergbau-Museum Bochum, Curt-Engelhorn-Zentrum Mannheim) und Österreich (Universität Innsbruck) in den 2010er Jahren angenommen. Auf der Grundlage umfangreicher Geländesurveys, Ausgrabungen, Materialauswertungen und verschiedener archäometrischer Untersuchungen können nun erstmals die wesentlichen Grundzüge der urgeschichtlichen Kupfergewinnung im Oberhalbstein nachgezeichnet werden. Im Folgenden werden die Forschungsergebnisse entlang der technologischen Verarbeitungskette – der *chaîne opératoire* – erläutert.

## Die Erze

Geologisch betrachtet liegt das Oberhalbstein im Grenzbereich zwischen den Zentral- und Ostalpen, wo die Überschiebung der ostalpinen Decken über das Penninikum der Zentralalpen aufgeschlossen ist. In diesem Überschiebungsgebiet liegt auch die oberpenninische Platta-Decke, in der sich

Abb. 2  
Karte des Untersuchungsgebiets mit den im Text erwähnten Fundstellen.  
*Carte de la région étudiée avec les sites mentionnés dans le texte.*  
*Carta della zona indagata con i siti menzionati nel testo.*

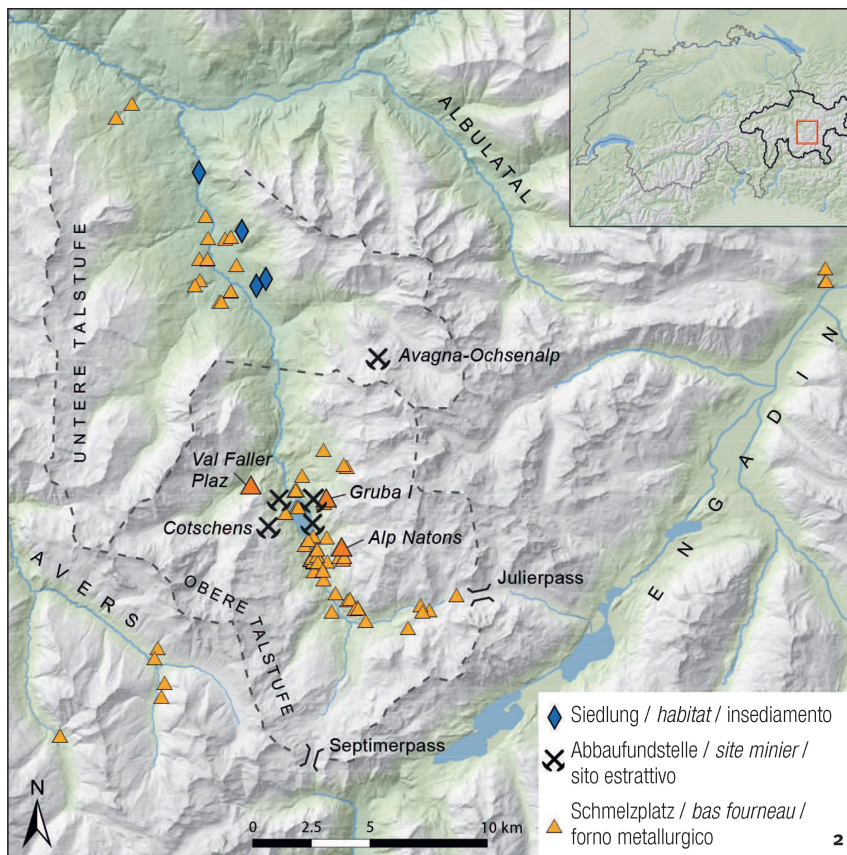
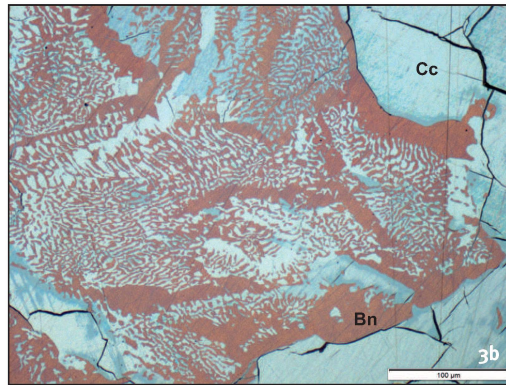
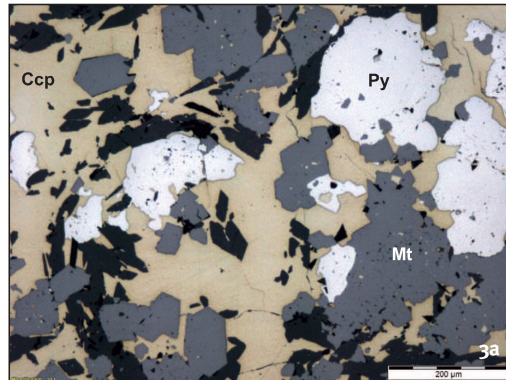


Abb. 3

Mikroskop-Aufnahme zweier unterschiedlicher Kupfererze: a) Vererzung mit den Mineralen Chalkopyrit (Ccp), Pyrit (Py) und Magnetit (Mt) am Crap Fess bei Bivio; b) sehr kupferreiche Vererzung mit Bornit (Bn) und Chalkosin (Cc) in Cotschens.

*Vues au microscope de deux minerais de cuivre différents: a) minerai de Crap Fess près de Bivio contenant de la chalcopirite (Ccp), de la pyrite (Py) et de la magnétite (Mt); b) minerai très riche en cuivre de Cotschens contenant de la bornite (Bn) et de la chalcocite (Cc).*

Immagine di microscopio di due minerali di rame distinti: a) minerale con calcopirite (Ccp), pirite (Py) e magnetite (Mt) da Crap Fess presso Bivio; b) minerale ricco di rame con bornite (Bn) e calcocite (Cc) da Cotschens.



zahlreiche sulfidische Eisen-Kupfer-Vererzungen finden. Die wichtigste Vererzungszone erstreckt sich zu beiden Seiten der ehemaligen Siedlungsebene von Marmorera. Ein Grossteil der Mineralisationen wurde in den 1960er Jahren durch den Geologen V. Dietrich detailliert untersucht und vorgelegt. Um dieses wichtige Grundlagenwerk durch moderne, höher aufgelöste Analysen zu ergänzen, wurden an über 20 Lokalitäten neue Begehungen durchgeführt und zusätzlich auch einige zuvor unbekannte oder nicht untersuchte Erzvorkommen beprobt. Wenngleich die heute zugänglichen Erzausbisse kaum die ursprünglichen Verhältnisse abbilden dürften, scheint es sich gemäss Geländesurveys überwiegend um dispers verteilte, kleine Vererzungen zu handeln.

Den mineralogischen Untersuchungen zufolge liegt die Mehrheit der Lokalitäten in einem Nebengestein aus Serpentin und weist einen reichhaltigen Erzmineralbestand auf. Neben dem eigentlichen

Kupferträger Chalkopyrit («Kupferkies»:  $\text{CuFeS}_2$ ) beinhalten sie wechselnde Anteile an Eisensulfiden und -oxiden wie Pyrit («Katzengold»:  $\text{FeS}_2$ ), Pyrrhotin («Magnetkies»:  $\text{FeS}$ ) oder Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Insgesamt handelt es sich somit um vergleichsweise arme Kupfererze mit einem hohen Eisenanteil, die zur Gewinnung metallischen Kupfers ein aufwändiges, mindestens zweistufiges Schmelzverfahren erforderlich machen. Etwas einfachere, kupferreichere Mineralisationen konnten lediglich vereinzelt in den *Metabasalten* der Platta-Decke festgestellt werden. Hier liegen zumeist Chalkopyrit und Pyrit vor, seltener auch kupferreichere Minerale wie Bornit ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ) oder Chalkosin ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ). Zudem haben geochemische Analysen an den Erzproben gezeigt, dass sich die beiden Vererzungsgruppen auch hinsichtlich ihrer Spurenelementgehalte leicht unterscheiden: Die Kupfervererzungen in den Serpentin-Sequenzen weisen erhöhte Nickel-, Kobalt- und Chrom-Gehalte auf, während diejenigen in den Metabasalten insbesondere erhöhte Kobalt-Gehalte zeigen. Dieses Ergebnis ist insbesondere für weiterführende herkunftsanalytische Untersuchungen eine wichtige Referenz.

## Der Abbau

Zu Beginn der Forschungen im Jahr 2013 lag aus dem gesamten Gebiet noch kein sicherer Nachweis für einen urgeschichtlichen Abbau vor. Dementsprechend war zunächst unklar, nach welchen Strukturen gesucht werden musste: Tagebau oder Untertagebau? Mit welcher Vortriebsmethode wurde das Erz gewonnen, und lassen sich heute überhaupt noch Spuren davon fassen? Besonders vielversprechend für eine Beantwortung dieser Fragen erschien eine Gruppe von Abbaugebieten, die zwar bereits bekannt, jedoch aufgrund fehlender archäologischer Untersuchungen und schriftlicher Quellen noch nicht sicher datiert war. Inzwischen liegen für fünf dieser Plätze absolute Datierungen aus der Spätbronzezeit und/oder der älteren Eisenzeit vor. Mit Ausnahme der Fundstelle Avagna-Ochsenalp liegen sie in der oberen Talstufe, rund

Abb. 4

Blick auf die durch Eisenoxidation orange gefärbten Bergehalden von Avagna-Ochsenalp auf 2480 m mit der unteren Talstufe des Oberhalbsteins im Hintergrund. Die ältesten Bereiche des Haldenareals datieren in die Spätbronzezeit.

*Amas de scories de Avagna-Ochsenalp (2480 m), coloré en orange par l'oxyde de fer, avec, en arrière-plan, la partie inférieure de la vallée de l'Oberhalbstein. La zone la plus ancienne date de la fin de l'âge du Bronze.*

Veduta sul versante della montagna di Avagna-Ochsenalp a 2480 m di colore arancione a causa dell'ossido di ferro, in secondo piano il terrazzo inferiore nell'Oberhalbstein. I settori più antichi dell'area indagata del versante si datano all'età del Bronzo finale.



um den heutigen Marmoreraustausee. Besonders erkenntnisreiche Untersuchungen wurden hier im weitläufigen Abbaugelände Cotschens durchgeführt.

### Cotschens – eine Grube über drei Epochen

Der markante, namengebende Erzausbiss «Cotschens» (cotschen, rätoromanisch: rot) liegt westlich oberhalb des Marmoreraustausees auf knapp 2300 m und somit heute – wie wohl auch in urgeschichtlicher

Zeit – jenseits der Waldgrenze. Er ist anhand einer ca. 100 × 100 m grossen, rostbraunen Bergehalden («Haupthalde») bereits aus der Ferne gut erkennbar und daher auch schon lange als Bergbauareal bekannt. Auf einer Fläche von ca. 1.5 ha sind zahlreiche Bergbaus Spuren zu beobachten. Der Grossteil der dispers verteilten Schurfe, Halden, Pingen und der in der Regel verschütteten oder verbrochenen Mundlöcher ist aufgrund fehlender diagnostischer Abbauspuren oder Funde schwierig zu datieren. Hinweise auf Bergbau in historischer Zeit in Form

Abb. 5

Marmorera-Cotschens. Blick in die untere Abbaukammer von Grube 1 in ausgepumptem Zustand. In der Schlamm- und Schuttdecke an der Grubensohle sind zahlreiche der eisenzeitlich bis neuzeitlich datierenden Holzobjekte zu sehen.

*Marmorera-Cotschens. Vue dans la partie inférieure de la mine 1, vidée de son eau. Dans la couche boueuse qui recouvre le fond on distingue de nombreux objets en bois, datés de l'âge du Fer à l'époque moderne.*

Marmorera-Cotschens. Veduta nella camera di estrazione inferiore della miniera 1 dopo lo svuotamento. Nello strato di fango sul suo fondo si vedono numerosi oggetti di legno datati dall'età del Ferro fino all'epoca moderna.





Abb. 6  
Bestens erhaltene Holzfundstücke aus der Grube 1 in Cotschens: ein Holztrög (o.), ein Trogfragment (r.) und ein schaufelförmiges Objekt mit Brandspuren (l.) aus der späten Latènezeit sowie ein spatelförmiges Objekt (u.) aus der älteren Eisenzeit.

*Objets en bois les mieux conservés de la mine 1 de Cotschens: une auge (en haut), un fragment d'auge (à dr.) et une grande pelle portant des traces de feu (à g.), datées de La Tène finale, ainsi qu'une petite pelle (en bas) du Premier âge du Fer.*

I ritrovamenti di lignei meglio conservati dalla miniera 1 di Cotschens: un crogiolo (sopra), un frammento di crogiolo di legno (destra), un oggetto a forma di pala con delle tracce di bruciature (sinistra) del La Tène finale e un oggetto a forma di spatola della prima età del Ferro.

von Bohrlöchern, Eisenschrott, Resten technischer Anlagen, Wegen, Gebäudegrundrissen etc. sind allerdings nirgends vorhanden. Auch schriftliche Belege für Abbauaktivitäten im Spätmittelalter und der Neuzeit fehlen vollständig – obwohl die Burg derer von Marmels, die auch andernorts im Oberhalbstein Abbau betrieben hatten, nur einen Kilometer Luftlinie entfernt liegt.

Zugänglichen Untertagebau gibt es heute im gesamten Areal nur noch an zwei Stellen, eine davon – «Grube 1» – befindet sich im östlichen Teil der zentralen Ausbisszone, westlich oberhalb der Haupthalde. Sie setzt sich aus einem langgestreckten, Ost-West verlaufenden Tagebau von ca. 20 m Länge und bis zu 12 m Breite sowie einem südlich daran anschliessenden untertägigen Bereich zusammen. Letzterer ist im Zugangsbereich teilweise mit Schutt verfüllt und normalerweise bereits nach wenigen Metern abgesoffen, also mit Wasser vollgelaufen. Im August 2017 konnte die Grube mit Unterstützung der Freunde des Bergbaus Graubünden (FBG) erstmals vollständig ausgepumpt und genauer untersucht werden. Der untertägige Bereich misst demnach ungefähr 17 m in der Länge, bis zu 8 m in der Höhe und fällt mit einem Winkel von ca. 20° nach West-Südwest ein. Er besteht aus mehreren kuppelförmigen Abbauräumen, den tiefsten Punkt

der Grube markiert ein weitgehend schuttfreier Hohlraum («untere Abbaukammer») von ca. 7.5 × 5.5 × 3.5 m (Abb. 5). Die charakteristische Kuppelform weist auf einen Vortrieb mittels Feuersteintechnik hin. An zwei Stellen lassen sich aber zwei Erweiterungen feststellen, die einen rechteckigen Querschnitt zeigen und sich somit deutlich von der restlichen Grube absetzen.

Die normalerweise unter Wasser stehenden Bereiche der Grube waren mit einer Schicht aus feinem Schlamm bedeckt, aus der mehrere Dutzend gut erhaltene Hölzer geborgen wurden. Das Fundspektrum umfasst neben verschiedenen unbearbeiteten, teilweise angekohlten Hölzern und neuzeitlichen Artefakten auch bergbauspezifische Objekte wie etwa die Reste zweier Holztröge. Diese sowie eine Reihe weiterer Funde datieren ans Ende der jüngeren Eisenzeit. Sie dürften zu einer nachträglichen Gewaltigungsphase in Form der rechteckigen Erweiterungen gehören. Dass die eigentliche Grube jedoch bereits lange davor angelegt worden war, bestätigt ein ältereisenzeitlicher spatelförmiger Holzfund aus einer tieferliegenden Sedimentschicht im Bereich der untersten Abbaukammer. In dieselbe Zeit fallen ausserdem absolute Datierungen aus einer umfangreichen Stratigraphie nahe des Mundlochbereichs, die sich aus mehreren Nutzungs- und Versatzhorizonten zusammensetzt.

Überdies belegen Untersuchungen an holzkohlehaltigen Sedimentkonglomeraten aus dem der Grube vorgelagerten Haldenbereich auch ältere, bronzezeitliche Abbauaktivitäten bislang unbekannter Intensität und Ausprägung.

Dieses Haldengelände ist auch aus einem weiteren Grund von Interesse: Ein in seinem Randbereich geborgenes Ensemble von Steingeräten bezeugt eine mechanische Aufbereitung des gewonnenen Erzes in unmittelbarer Nähe zum Bergwerk. Hier wurde also eine Trennung des weiterzuverarbeitenden Wertträgers (Erz) von ungewünschten Bestandteilen (Gang-/Nebengestein) vorgenommen. Es handelt sich um die erste und bislang einzige Fundstelle im Oberhalbstein, für die dieser wichtige Arbeitsschritt an der Schnittstelle zwischen Abbau und Verhüttung belegt ist.

Abb. 7

Das bislang erste und einzige sicher belegte Röstbett der Schweiz wurde an einem Schmelzplatz auf der Alp Natons bei Marmorera freigelegt. Im Innern der langrechteckigen Steinstruktur sind deutlich die Brandrötungen vom Röstprozess erkennbar.

*Le premier et seul foyer de grillage du minerai véritablement attesté en Suisse jusqu'ici a été mis au jour sur le site métallurgique de Alp Natons, près de Marmorera. À l'intérieur de cette structure de pierre allongée on distingue clairement les colorations rouges dues au processus du grillage.*

Il primo e fino ad ora unico forno per arrostitimento attestato in Svizzera è stato rinvenuto sul sito metallurgico sull'alpe Natons presso Marmorera. All'interno della struttura di pietra di forma rettangolare allungata si riconoscono delle bruciature dovute al processo di arrostitimento.



## Die Verhüttung

Das so angereicherte Kupfererz gelangte schliesslich zur Weiterverarbeitung an einen der vielen Schmelzplätze im Tal. Die sehr zahlreichen Fundstellen dieser Kategorie liegen zum überwiegenden Teil in der oberen Talstufe, insbesondere rund um den Marmorera-See. Aber auch im Raum Savognin-Riom sowie vereinzelt in den benachbarten Tälern Avers, Bergell und Engadin zeugen Schmelzplätze von metallurgischen Aktivitäten. Fast alle diese Fundstellen wurden im Rahmen des Bergbauprojektes entweder neu entdeckt oder anhand bestehender Unterlagen neu begangen, vermessen,

dokumentiert und beprobt. An ausgewählten Plätzen fanden zudem flächige Untersuchungen in Form mehrwöchiger Lehrgrabungen statt.

In den letzten Jahrzehnten durchgeführte Ausgrabungen an Verhüttungsplätzen haben gezeigt, dass in weiten Teilen des Ost- und Südalpenraums ab der Mittelbronzezeit ein wiederkehrendes Set verhüttungstechnischer Strukturen zum Einsatz kam. Demnach setzen sich die Schmelzplätze aus einer charakteristischen Befund-Trias aus langrechteckigen Röstbetten, hufeisenförmig aufgemauerten Schachtöfen und einer oder mehreren Schlackenhalden zusammen. Die – trotz regelhafter lokaler Adaptionen – über weite Strecken

Abb. 8

Mulegns-Val Faller Plaz. Neben einem typischen, auch aus anderen alpinen Kupferrevieren bekannten, hufeisenförmigen Schachtofen (a), wurden im Oberhalbstein auch zwei Öfen eines neuen, zuvor unbekannteren, herdförmigen Schmelzofens (b) ausgegraben.

*Mulegns-Val Faller Plaz. Dans la vallée de l'Oberhalbstein, en plus d'un four typique en forme de fer à cheval (a), semblable à ceux que l'on connaît sur d'autres sites alpins, ont été découverts deux fours en fosses (b), un type inconnu jusqu'ici.*

Mulegns-Val Faller Plaz. Accanto ad un forno a forma di ferro di cavallo, tipologia conosciuta anche nelle altre regioni alpine di estrazione di rame (a), nell'Oberhalbstein sono stati rinvenuti due forni di fusione di un nuovo tipo a forma di focolare a fossa, finora sconosciuti (b).



und Zeiträume sehr ähnlichen Befunde zeugen von einer Standardisierung des eigentlichen Verhüttungsverfahrens und werden als Bestandteil eines technologischen und wirtschaftlichen Komplexes verstanden, der nach seinem österreichischen Ursprungsgebiet als «Mitterberg-Prozess» Eingang in die Literatur gefunden hat.

Den Ausgrabungen im Oberhalbstein zufolge entspricht auch der Aufbau der hiesigen Fundstellen zumindest teilweise diesem Schema. Zu den wichtigsten Verhüttungsbefunden zählt ein mehrteiliges, aus Steinen gesetztes und stark brandgerötetes Röstbett von 5.2 bzw. 2 m Länge und 0.8 m Breite auf der Alp Natons, das der oxidierenden Röstung der schwefelhaltigen Erze diente (Abb. 7). Das anschliessende, mindestens zweistufige Verhüttungsverfahren erfolgte dann gemäss den in Val Faller Plaz und Gruba I freigelegten Befunden nicht nur in einem «traditionellen» Schachtofen ostalpinen Typs, sondern zusätzlich in einer weiteren, zuvor unbekanntem, herdförmigen Ofenkonstruktion (Abb. 8). Die dabei anfallenden Schlacken wurden in geringer Entfernung zu Halden aufgeschichtet, die gerade in höheren Lagen von über 1700 m aufgrund der geringen

Bodenüberdeckung noch heute oberflächlich sichtbar sind. Schlackensand, wie er etwa im Unterinntal (A) oder im Trentino (I) zu Hauf belegt ist und eine Weiterverarbeitung des Abfallprodukts für eine optimierte Metallausbeute belegt, konnte im Oberhalbstein nirgends festgestellt werden, auch nicht als Magerungsbestandteil von Keramik.

Neben diesen charakteristischen Befunden sind aus dem Bereich verschiedener Schmelzplätze eine Vielzahl weiterer Strukturen, etwa Gruben unterschiedlicher Ausprägung, bekannt, deren Funktion nicht abschliessend geklärt wurde.

Das Fundspektrum präsentiert sich an allen untersuchten Plätzen als sehr begrenzt und umfasst – mit Ausnahme einer Handvoll Gebrauchskeramik – ausschliesslich verhüttungstechnische Objekte wie Gebläsedüsenfragmente, Reste von Ofenkeramik und Verhüttungsschlacken. Der eigentliche Wertträger, das erzeugte Kupfer, fehlt im archäologischen Befund aus naheliegenden Gründen hingegen vollständig. Und im Gegensatz zu anderen alpinen Regionen sind aus dem Umfeld des Oberhalbsteins auch keine Gusskuchenfunde bekannt, die Rückschlüsse auf das hier produzierte Metall zulassen.

Abb. 9

Die Verhüttungsschlacken aus dem Oberhalbstein lassen sich in drei Typen unterteilen: die porösen, klobigen Schlackenkuchen (l.), die dicken, tellerförmigen massiven Schlacken (r.) und die dünnen, homogenen Plattenschlacken (u.).

*Les scories de réduction de l'Oberhalbstein se classent en trois types: les scories épaisses et poreuses (à g.), les scories massives en forme d'assiette (à dr.) et les scories plates, minces et homogènes (en bas).*

Le scorie di fusione dell'Oberhalbstein si possono suddividere in tre tipi: scorie bollose, porose e di forma globulare (sn.), quelle spesse a forma di piatto (ds.), nonché le scorie piatte, sottili ed omogenee (in basso).



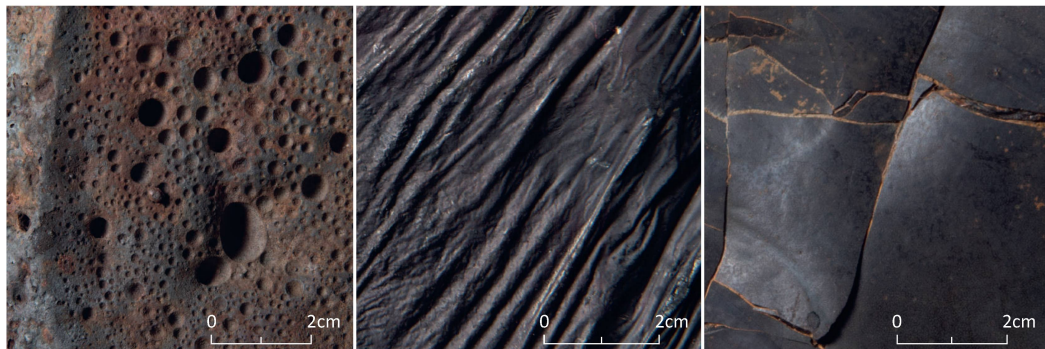


Abb. 10

Bei detaillierter Betrachtung verraten die unterschiedlichen Oberflächenmerkmale von Verhüttungsschlacken wie Blasen (l.), Runzeln (m.) oder Brüche (r.) wichtige Informationen über das Schmelzverfahren.

*Si on les observe attentivement, les surfaces des scories de réduction révèlent des bulles (à g.), des rides (au centre) ou des fissures (à dr.) qui livrent des informations importantes sur les procédés de fusion.*

L'osservazione minuziosa delle diverse caratteristiche della superficie delle scorie di fusione evidenziano la presenza di bolle (a sn.), grinze (al centro) o fratture (a ds.) che forniscono importanti informazioni sul processo di fusione.



10

Als Informationsträger stehen demnach also nur die Ausgangs- und Abfallprodukte zur Verfügung. Dass diesen aber insbesondere bezüglich der Beantwortung technologischer Fragestellungen eine wichtige Rolle zukommt, soll im folgenden Abschnitt am Beispiel der Verhüttungsschlacken gezeigt werden.

### Schlacken – ungeliebt und unterschätzt

Die Verhüttung hatte eine möglichst optimale Trennung von Kupfer und wertlosen Erzbestandteilen (Nebengestein, Eisen etc.) zum Ziel. Dies wurde vereinfacht gesagt über das Ausschmelzen des Kupfers (Absinken) bei gleichzeitigem Verschlacken der restlichen *Chargen*-Bestandteile zu sog. Eisensilikatschlacke (Schwimmen) erreicht. Damit dies gelingt, müssen verschiedene Parameter wie etwa die *Chargen*-Zusammensetzung, Prozess-temperatur oder -atmosphäre auf das Ausgangsmaterial abgestimmt und gut kontrolliert werden.

Die zahllosen Schlackenhalde zeugen also von den Kenntnissen der Oberhalbsteiner Schmelzmeister – und von deren Produktivität. An den knapp 90 Fundplätzen liegen exemplarischen Untersuchungen zufolge insgesamt wohl mehrere tausend Tonnen Schlacke! Und auch wenn der Umfang der produzierten Schlacke denjenigen des erzeugten Kupfers um ein Vielfaches übersteigt, ist selbst vorsichtigen Schätzungen zufolge von einer prähistorischen Gesamtproduktion von mindestens hundert Tonnen Kupfer auszugehen.

Die Verhüttungsschlacken liefern aber nicht nur Anhaltspunkte zum Produktionsumfang, sondern vor allem auch zur Rekonstruktion der Schmelzverfahren. Seit vielen Jahrzehnten wird auf ihrer Grundlage die genaue Funktionsweise urgeschichtlicher Hüttenprozesse erforscht. Gerade für den Alpenraum liegen eine ganze Vielzahl unterschiedlicher Modelle und Erklärungsansätze vor, die mehrheitlich auf naturwissenschaftlichen Analyseverfahren basieren.

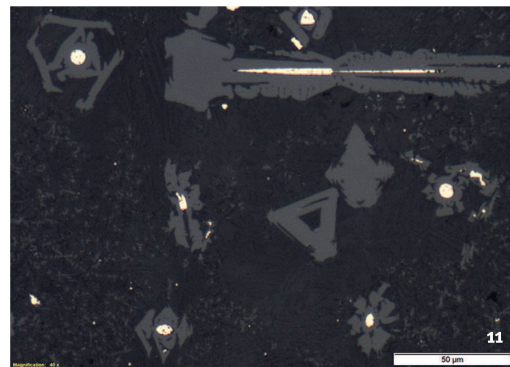
Dass Verhüttungsschlacken nicht nur mithilfe von Laboranalysen wichtige Anhaltspunkte zur Prozessführung entlockt werden können, hat eine detaillierte typologische und morphologische Untersuchung des Oberhalbsteiner Fundmaterials gezeigt. In einem zweistufigen Verfahren wurden über 11800 Fragmente aus 72 Oberhalbsteiner Fundstellen grob, und mehr als 1900 besonders aussagekräftige Schlackenfragmente detailliert ausgewertet. Eine kleine Auswahl von 55 Fragmenten aus sieben Schmelzplätzen

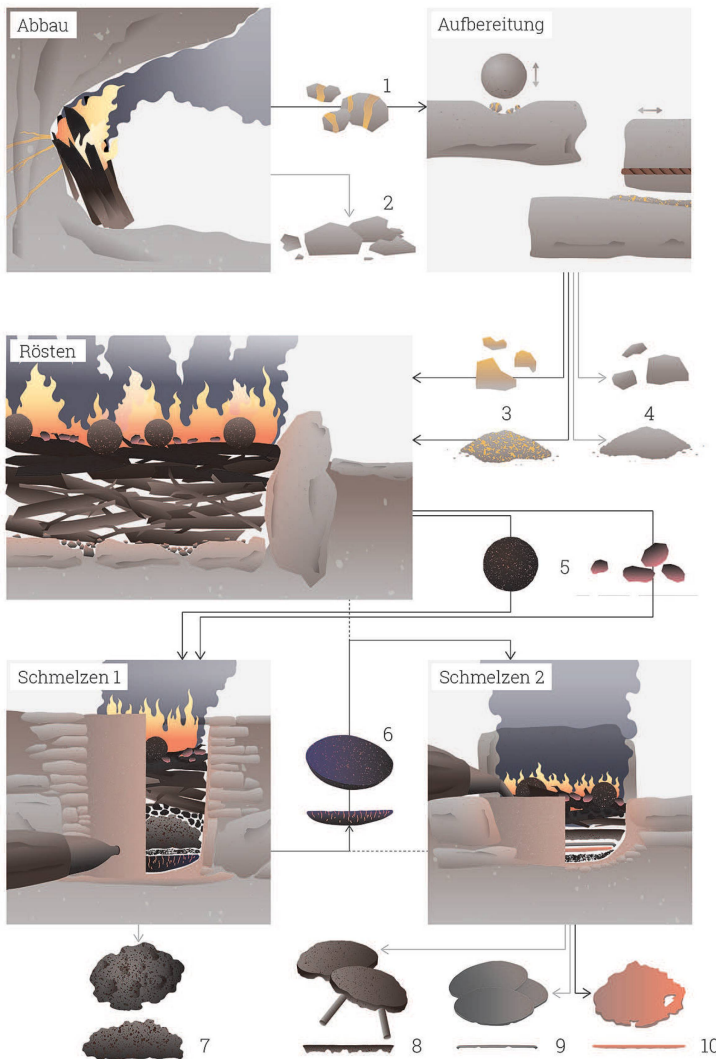
Abb. 11

Mikroskopaufnahme: Diese Plattenschlacke aus Mulegns-Val Faller Plaz besteht aus einer sehr homogenen, vollständig aufgeschmolzenen Matrix und enthält zahlreiche kleine Kupfertropfen (goldene Punkte). Sie ist nachweislich bei der Herstellung metallischen Kupfers als Abfallprodukt entstanden.

*Vue au microscope d'une scorie plate de Mulegns-Val Faller Plaz. Déchet de la production de cuivre métallique, elle se compose d'une matrice très homogène, entièrement fondue, et contient de nombreuses petites gouttes de cuivre (points dorés).*

Immagine al microscopio: questa scoria piatta di Mulegns-Val Faller Plaz è costituita da una matrice fusa interamente in maniera uniforme e contiene numerose piccole gocce di rame (puntini dorati). Le ricerche hanno potuto accertare come essa sia un prodotto di scarto della produzione del rame metallico.





12

wurde ausserdem mittels mineralogischer und geochemischer Analyseverfahren untersucht. Die Ergebnisse der unterschiedlichen Methoden sind kongruent und zeichnen ein klares Bild: Die unförmigen, porösen und mit vielen unaufgeschmolzenen Rückständen versetzten «Schlackenkuchen» müssen bei einem anderen Schmelzverfahren entstanden sein als die dünnen, homogenen, blasenfreien «Plattenschlacken» und die zwar ebenfalls plattigen, jedoch etwas dickeren und weniger homogenen «massiven Schlacken».

Zum einen zeugt die äussere Morphologie der Schlacken von unterschiedlichen Entstehungsmilieus: Während die Schlackenkuchen erst vollständig erstarrt aus dem Ofen entfernt wurden (keine Verformungen, kaum sichtbare Abdrücke), sind die plattigen Schlacken in nur oberflächlich verfestigtem Zustand mithilfe von Holzstäben «scheibenweise» aus einem ca. 30-40 cm grossen, grubenförmigen Reaktor abgehoben worden (Negative der Holzstäbe, Oberflächenmerkmale wie Tropfen, Wellen, Risse etc.). Zum anderen zeigt die mineralogische Untersuchung der Zusammensetzung und des Gefüges, dass die Schlackenkuchen unter reduzierenden Bedingungen (Luftmangel) entstanden und über einen langen Zeitraum langsam ausgekühlt sind. Im Gegensatz dazu lässt sich für die plattigen Schlackentypen eine leicht oxidierende Prozessatmosphäre (Luftüberschuss) sowie ein sehr schnelles Auskristallisieren durch einen abrupten Temperaturabfall belegen. Bei beiden Prozessen dürften Temperaturen von ca. 1200-1300 °C geherrscht haben.

Mikroskopische Untersuchungen an Schlacken-Dünnschliffen helfen ausserdem dabei, die unterschiedlichen Schmelzverfahren in die richtige Reihenfolge zu bringen: In den Schlackenkuchen sind jeweils nur sehr kupferarme Einschlüsse zu beobachten, die der Zusammensetzung des Ausgangserzes gleichen. In den massiven und insbesondere in den Plattenschlacken sind dann aber häufig sehr kupferreiche Sulfide oder metallische Kupfertropfen zu beobachten.

### Der Oberhalbstein-Prozess

Die Erkenntnisse aus Geländearbeiten, Materialstudium und Laboranalysen zusammenführend und um wichtige Beobachtungen aus der experimentellen und Ethno-Archäologie ergänzt, kann nun erstmals ein differenziertes Bild der im Oberhalbstein angewendeten Technologieketten gezeichnet werden:

Das eisenreiche Kupfererz wurde bergmännisch mittels Feuersetzen im (Unter-)Tagebau gewonnen

Abb. 12

Illustration des «Oberhalbstein-Prozesses», wie er auf der Grundlage von Geländebefunden, Materialauswertungen und Laboranalysen rekonstruiert wird.

*Schéma illustrant le «procédé de l'Oberhalbstein» – extraction, concassage, grillage et fonte – tel qu'il peut être reconstitué sur la base des vestiges, de l'étude du matériel et des analyses en laboratoire.*

Illustrazione del «processo di Oberhalbstein» – estrazione, frantumazione, arrostimento e fusione – ricostruito sulla base dei ritrovamenti, nonché delle analisi dei materiali e di laboratorio.

und anschliessend im direkten Umfeld der Grube mechanisch aufbereitet, um dann für die Weiterverarbeitung an die Verhüttungsplätze transportiert zu werden. Dort wurde das Erz zunächst in einem sog. Röstbett oxidierend geröstet, bevor es in einem ersten Schmelzverfahren im Schachtofen – dem sog. Matteschmelzen – unter reduzierender Atmosphäre eingeschmolzen wurde. Dabei fielen ein Schlacken Kuchen als Abfallprodukt sowie ein kupferreiches Zwischenprodukt an. Letzteres wurde möglicherweise ein weiteres Mal geröstet, bevor es in einem zweiten Schmelzverfahren im herdförmigen Ofen unter leicht oxidierenden Bedingungen in metallisches Kupfer umgewandelt wurde, wobei während des laufenden Prozesses von oben mehrere Schichten von massiven und Plattenschlacken abgehoben wurden.

### Die Datierung

Die absolute Chronologie der montanarchäologischen Fundstellen im Oberhalbstein war bisher mit 13 <sup>14</sup>C-Datierungen aus elf Fundstellen nur sehr dünn belegt. Neben den bereits vorgestellten Untersuchungen ist die Verbesserung der Datierungsgrundlage daher eine zentrale Errungenschaft des Projektes. So liegen heute für fast 50 Fundstellen absolute Altersangaben vor.

Mithilfe von über 80 neuen <sup>14</sup>C-Datierungen können nun mindestens zwei Produktionsphasen abgegrenzt werden. Eine erste Phase lokaler Kupfergewinnung ist demnach in der Spätbronzezeit anzusetzen, wohl mit einem räumlichen Schwerpunkt im Umfeld der Siedlungsfundstellen in der unteren Talstufe. Eine zweite, ungleich dichter belegte Produktionsphase datiert in die ältere Eisenzeit. Ihr ist ein Grossteil der Fundstellen in der oberen Talstufe und in den angrenzenden Tälern zuzurechnen.

Der Genauigkeit dieser radiometrischen Datierungen sind allerdings aufgrund des sog. *Hallstattplateaus* und des *Altholz-Effektes*, der bei Datierungen an Holzkohlen besonders relevant ist, enge Grenzen gesetzt.

Für die exakte zeitliche Einordnung der Bergbauaktivitäten sind daher die über 120 dendrochronologischen Datierungen aus zwölf Fundstellen von besonderer Bedeutung. Dass sich selbst kleinste Holzkohlestücke, die vom Feuerersetzen in den Gruben und dem Befeuern der Schmelzöfen übriggeblieben sind, überhaupt mithilfe der Jahrringmethode datieren lassen, ist ein Glücksfall. Nach heutigem Wissensstand dienten ausschliesslich alpine Nadelhölzer wie Fichte, Lärche und Arve als Brennmaterial. Aufgrund der klimatischen Bedingungen in hohen Lagen weisen diese Baumarten ein langsames Wachstum auf und zeigen daher ein sehr engringiges Jahrringmuster. So zählen selbst kleine Fragmente häufig mehrere Dutzend Jahrringe. Gerade für die ältere Eisenzeit kann anhand von dendrochronologischen Datierungen aus verschiedenen Abbau- und Schmelzplätzen von einer kurzen, aber intensiven Produktionsphase im 7. Jh. v.Chr. ausgegangen werden. Die wenigen Daten aus der Spätbronzezeit lassen zwar noch keine übergreifenden Aussagen zu, belegen aber zumindest für den Abbau auf der Ochsenalp in der unteren Talstufe eine Datierung in die Mitte des 11. Jh. v.Chr. Ob es sich bei den bislang erst in Cotschens sicher nachgewiesenen Aktivitäten aus dem 1. Jh. v.Chr. (Holzfunde) um eine eigentliche Produktionsphase oder nur um eine Prospektion handelte, werden künftige Untersuchungen zeigen müssen.

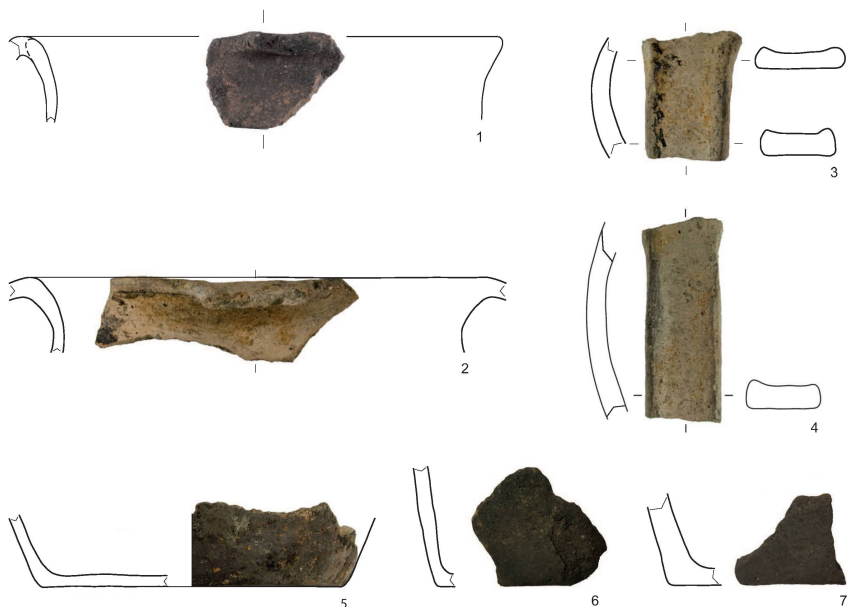
Abb. 13

Dieses nur gerade 2 cm grosse Holzkohlefragment aus dem Schmelzplatz Gruba I umfasst stattliche 161 Jahrringe und konnte mithilfe der Dendrochronologie auf das Jahr 685 v.Chr. datiert werden.

*Sur ce fragment de charbon de bois de seulement 2 cm de long, provenant du site de réduction de Gruba I, on peut compter 161 cernes: l'analyse dendrochronologique le date de 685 av. J.-C.*

Questo frammento di carbone di legno, lungo solo 2 cm, proveniente dal luogo di fusione Gruba I conta 161 anelli ed è stato datato, tramite la dendrochronologia, al 685 a.C.





14

Abb. 14

Die wenigen Gebrauchskeramik-Fragmente aus den Schmelzplätzen Marmorera-Gruba I (1) und Mulegns-Val Faller Plaz (2-7) gehören zur sog. Taminser Ware und datieren in die ältere Eisenzeit.

*Les quelques fragments de céramique trouvés sur les sites de réduction de Marmorera-Gruba I (1) et de Mulegns-Val Faller Plaz (2-7) appartiennent aux productions dites «de Tamins» et datent du Premier âge du Fer.*

I pochi frammenti di ceramica comune dai siti metallurgici di Marmorera-Gruba I (1) e Mulegns-Val Faller Plaz (2-7) rientrano nel tipo Tamins risalente alla prima età del Ferro

## Der Kontext

Zusammenfassend ist auf der aktuellen Datengrundlage für das Oberhalbstein von einer ersten, spätbronzezeitlichen Produktionsphase im Zuge einer allgemeinen räumlichen Diversifizierung der alpinen Kupferproduktion gegen Ende des 2. Jt. v.Chr. auszugehen. Bislang kann dieser Phase lediglich eine kleine Anzahl an Schmelzplätzen, dafür aber relativ umfangreicher Kupfererzbergbau in Avagna-Ochsenalp zugewiesen werden. Wie sich die Metallgewinnung in das bereits zuvor bestehende lokale Wirtschaftsgefüge aus Ackerbau, Viehzucht und Passhandel eingefügt hat, bleibt noch zu erforschen. Ebenso fehlen sichere Hinweise auf eine lokale Weiterverarbeitung – z.B. Legierung – des erzeugten Metalls. Dennoch ist u.a. aufgrund von Schlackenfundorten in den Siedlungen zu vermuten, dass die lokal ansässige Bevölkerung an der Produktion und der Distribution des Kupfers beteiligt war. Das technologische Know-how zu Abbau, Aufbereitung und Verhüttung der sulfidischen Erze dürfte aus dem Substrat des ostalpinen «Mitterberg-Prozess» eingeflossen sein.

In Anbetracht der Komplexität der *chaîne opératoire* ist dabei eher an die Präsenz von zugewanderten oder saisonal anwesenden Spezialisten aus den Ost- oder Südalpen als an eine diffuse Verbreitung der Technologie selbst zu denken. Starke kulturelle und wohl v.a. wirtschaftliche Bezüge zu ebendiesen benachbarten alpinen Räumen werden in der Spätbronzezeit durch die zahlreichen Funde von Laugen-Melaun-Keramik in Mittelbündner Siedlungskontexten angezeigt. Erste indirekte Hinweise auf das mögliche Verbreitungsgebiet des Oberhalbsteiner Kupfers liefern Metallanalysen aus den 1990er Jahren durch V. Rychner und N. Kläntsch, die just im 11. Jh. v.Chr. das Auftauchen eines Nickel- und Kobalt-reichen Kupfers im Schweizer Mittelland feststellen.

Die Mehrheit der montanarchäologischen Fundstellen ist allerdings der zweiten, wohl deutlich intensiveren und auch räumlich ausgedehnteren Produktionsphase der älteren Eisenzeit zuzuordnen. Ein Bezug der Kupfergewinnung zur Siedlungskammer in der unteren Talstufe ist in dieser Phase nicht mehr direkt evident. Einerseits dün- nen die Siedlungsbelege gegen Ende der Bronzezeit aus bzw. verschieben sich räumlich, andererseits liegt der Schwerpunkt der Kupferproduktion jetzt klar in der oberen Talstufe, wo bislang keine Spuren (ganzjähriger) Siedlungen bekannt sind. Eine Verknüpfung der wohl saisonalen Metallproduktion mit der für diese Zeit in angrenzenden Regionen bereits gut belegten Alpwirtschaft und dem weiterhin florierenden Alpenpasshandel ist möglich. Die kulturelle Identität bzw. Herkunft der ältereisenzeitlichen Berg- und Hüttenleute bleibt letztlich aber unklar. Die wenigen Fragmente von Gebrauchskeramik aus Schmelzplätzen gehören zur «Taminser Ware» und lassen somit Bezüge zum Bündner Rheintal vermuten. In der älteren Eisenzeit wurde aber insbesondere auch im östlich des Oberhalbsteins gelegenen Inntal sowie in der südlich angrenzenden Lombardei nachweislich Kupfer produziert, was ebenso Verbindungen nach Osten oder Süden anzeigt. Neben dem kulturellen und technologischen Hintergrund bleibt auch die wirtschaftliche Bedeutung

## Glossar

*Altholz-Effekt*: Datierungsunschärfe durch (unbewusste) Beprobung von alten Holzpartien (z.B. altes Kern- statt junges Splint- oder Astholz)

*Gewältigung*: Ausräumen und Sichern eines alten Bergwerks zwecks Wiederinbetriebnahme

*Hallstatt-Plateau*: Plateau in der <sup>14</sup>C-Referenzkurve, die zu einer grossen Datierungsunschärfe für die Zeit von 800 bis 400 v.Chr. führt

*Metabasalt*: wenig bis stark tektonisierte Tiefengesteine aus basaltischer Lava

*(Ofen-)Charge*: Gesamtheit der in einen Schmelzprozess eingebrachten Materialien (z.B. Erz, Flussmittel, Befeuermaterial etc.)

## Dank

Wir bedanken uns bei allen beteiligten Student\*innen, der Gemeine Surses, den Freunden des Bergbaus Graubünden und allen weiteren beteiligten Personen und Institutionen sowie beim Schweizerischen Nationalfonds für die Förderung unserer Forschung. Publiziert mit Unterstützung des Archäologischen Dienstes Graubünden.

## Abbildungsnachweise

ETH-Archiv: F. Bock, WIH\_FLS15-281 (Abb. 1)

UZH: L. Reitmaier-Naef (Abb. 2-3, 11), S. Kurmann (Abb. 7), M. Brunner (Abb. 8), M. Bradler und P. Roffler (Abb. 14, nach Turck 2019 (S. 224, Fig. 15))

DBM Bochum: P. Thomas (Abb. 4-5)

ADG: G. Perissinotto (Abb. 6, 9-10, 13) Ikonaut GmbH, Brugg (Abb. 12)

und Reichweite des Oberhalbsteiner Kupfers für diese Epoche schwierig einzuschätzen. Es ist jedoch gerade für diese zweite Phase durchaus mit einem nicht unbeträchtlichen Volumen an produziertem Metall mit überregionaler Bedeutung zu rechnen. Da im Gegensatz zur vorangegangenen Bronzezeit für diese Epoche bislang aus den angrenzenden Regionen kaum Analyse- daten von Fertigobjekten vorliegen, bleibt das Absatzgebiet aber vorerst unbekannt.

## Résumé

*Les récentes recherches de l'Université de Zürich et du Service archéologique des Grisons ont considérablement renouvelé nos connaissances sur la production du cuivre dans la vallée de l'Oberhalbstein (GR) durant la Préhistoire. Grâce à celles-ci, on connaît aujourd'hui cinq sites d'extraction par le feu d'un minerai riche en fer. De nombreux objets en bois, provenant de la zone minière de Cotschens, à 2300 m d'altitude, constituent les découvertes parmi les plus impressionnantes.*

*Le minerai extrait était fondu pour obtenir du cuivre selon un procédé en plusieurs phases. Grâce à des données précises obtenues à partir des pièces mises au jour et des déchets – les scories – il est possible de reconstruire la chaîne opératoire de la production locale de cuivre.*

*La phase la plus ancienne d'extraction du minerai est datée de la fin du 2<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. Elle est associée à des établissements dont les habitants devaient pratiquer, en plus de l'agriculture et de l'élevage, des échanges commerciaux de part et d'autre des Alpes. La seconde phase de production, plus intense à la fin du 7<sup>e</sup> siècle av. J.-C., correspond à une période sans indice d'occupation permanente de la vallée.*

## Riassunto

Le ultime ricerche dell'Università di Zurigo e del Servizio Archeologico dei Grigioni hanno fornito nuove ampie conoscenze sull'estrazione preistorica del rame nell'Oberhalbstein (GR). Oggi si

conoscono almeno cinque miniere per l'estrazione di minerali di rame ricchi di ferro con il metodo del fuoco. Reperti particolarmente impressionanti e numerosi manufatti in legno provengono dalla zona mineraria di Cotschens a 2300 metri di altitudine.

Il minerale estratto è stato fuso in rame metallico in un processo a più fasi. Con l'aiuto di indagini dettagliate sui reperti di fusione e sui prodotti di scarto – le scorie – è stato possibile ricostruire la catena delle operazioni della produzione locale di rame.

La prima fase di estrazione dei metalli può essere datata alla fine del II millennio a.C. ed è associata ad insediamenti locali che, oltre all'agricoltura e all'allevamento, probabilmente si dedicavano anche al commercio transalpino. La seconda fase di produzione più intensa alla fine del VII secolo a.C. cade in un periodo senza prove di insediamenti permanenti nella valle. |

## Bibliographie

E. Brun (1987) Geschichte des Bergbaus im Oberhalbstein.

Davos.

L. Reitmaier-Naef / P. Thomas / J. Bucher / M. Oberhänsli / C.O. Grutsch / K.-P. Martinek / M. Seifert / Ph. Rentzel / R. Turck / Th. Reitmaier / Ph. Della Casa (2020) Mining at the Fringes: High-Altitude Prehistoric Copper Mining in the Oberhalbstein Valley (Grisons, Switzerland). *Archaeologia Austriaca* 104, 123-151. doi: 10.1553/archaeologia104s123

L. Reitmaier-Naef / R. Turck / Ph. Della Casa (2015) Prähistorische Kupfergewinnung im Oberhalbstein. *Minaria Helvetica* 36, 35-54.

V. Rychner / N. Kläntzchi (1995) Arsenic, nickel et antimoine. Une approche de la métallurgie du Bronze moyen et final en Suisse par l'analyse spectrométrique. Tome I-II. CAR 63. Lausanne.

R. Turck / Th. Stöllner / G. Goldenberg (Hrsg., 2019) *Alpine Copper II – Alpenkupfer II – Rame delle Alpi II – Cuiivre des Alpes II*. New Results and Perspectives on Prehistoric Copper Production. *Anschnitt Beiheft 42 = Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum 236*. Bochum. (Mit verschiedenen Beiträgen zu den Forschungen im Oberhalbstein und anderen Regionen)