Archaeologia Austriaca, Band 108/2024, 139–176
© 2024 by Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien
doi: 10.1553/archaeologia108s139

Montanarchäologische Prospektionen zum prähistorischen Kupferbergbau in den Kitzbüheler Alpen. Neue Fundstellen und erste Ergebnisse zum Abbau und zur Erzaufbereitung von Kupferkies im Raum Jochberg (Nordtirol)

Markus Staudt
Gert Goldenberg
Roman Lamprecht
Bianca Zerobin

Zusammenfassung

Bereits in den 1930er Jahren konnten der Prähistoriker Richard Pittioni und der Bergingenieur Ernst Preuschen urgeschichtliche Bergbauspuren in den Kitzbüheler Alpen auf der Kelchalm/Bachalm bei Aurach in Tirol untersuchen sowie in der Folge auch zahlreiche Verhüttungsplätze im Jochberger Raum. Jüngere Forschungen konzentrierten sich vornehmlich auf die Verhüttung von Kupferkies, wobei die Herkunft der in den Jochberger Revieren abgebauten Erze nicht eindeutig geklärt werden konnte. Im Zuge montanarchäologischer Prospektionen durch das an der Universität Innsbruck angesiedelte Forschungszentrum HiMAT (History of Mining Activities in the Tyrol and Adjacent Areas) ist es zwischen 2017 und 2020 gelungen, einen umfangreichen prähistorischen Kupfererzbergbau auch in Jochberg nachzuweisen. Die sichtbaren Bergbauspuren erstrecken sich im alpinen Gelände östlich von Jochberg in den Kammlagen zwischen dem Schützkogel (2.068 m ü. A.), dem Gamshag (2.178 m ü. A.) und dem Geißstein (2.363 m ü. A.). Wie auch im Bereich der Kelchalm/Bachalm lassen sich hier neben ausgedehnten Halden die Spuren nassmechanischer Erzaufbereitungsarbeiten beobachten, wobei die Befunde nach ersten Datierungsansätzen dem Übergang von der mittleren zur späten Bronzezeit zuzuordnen sind. Die in großem Umfang neu entdeckten Abbauplätze mit großflächigen Halden lassen den bronzezeitlichen Nordtiroler Kupferkiesbergbau in einem neuen Licht erscheinen. Zahlreiche Fragmente von Bronzewerkzeugen (Pickelspitzen und Tüllenpickelfragmente) sowie Funde von Steingeräten (Klopfsteine, Unterlagssteine und ostalpine Läufersteine) weisen aus technologischer Sicht auf eine Beeinflussung aus den Mitterberger Kupferkiesrevieren hin. Die bergbaulichen Aktivitäten in den Kitzbüheler Alpen stellen chronologisch betrachtet ein Bindeglied zwischen den Salzburger Kupferkiesrevieren im Osten und den spätbronzezeitlichen bis früheisenzeitlichen Fahlerzrevieren des Unterinntals (Schwaz-Brixlegg) im Westen dar.

Schlüsselbegriffe

Montanarchäologie, Kupferbergbau, Erzaufbereitung, Kupferkies, Bronzezeit, Steingeräte, Tüllenpickel, Rohkupfer

Abstract – *Archaeological Surveys on Prehistoric Copper Mining in the Kitzbühel Alps. New Sites and First Results on Mining and Ore Beneficiation of Chalcopyrite in the Area of Jochberg (North Tyrol)*

As early as in the 1930s, the archaeologist Richard Pittioni and the mining engineer Ernst Preuschen investigated prehistoric mining traces in the Kitzbühel Alps in the area of the Kelchalm/Bachalm near Aurach in Tyrol and subsequently also numerous smelting sites in the Jochberg region. Research by the younger generations of archaeologists subsequently focused primarily on the smelting of chalcopyrite, although the origin of the ores mined in the Jochberg areas could not be clearly determined. During archaeological prospections between 2017 and 2020 by the research centre HiMAT (History of Mining Activities in the Tyrol and Adjacent Areas), located at the University of Innsbruck, it was possible to identify prehistoric copper ore mining in Jochberg for the first time. The visible mining traces extend over the Alpine region in the ridge area between the Schützkogel (2,068 m asl), the Gamshag (2,178 m asl) and the Geißstein (2,363 m asl) south-east of Jochberg. In addition, similar to the Kelchalm/Bachalm, traces of wet-mechanical ore beneficiation can be observed, which can be dated to the transitional phase between the Middle and the Late Bronze Age. The newly discovered mining sites with extensive dumps shed new light on the North Tyrolean chalcopyrite mining. Numerous finds of bronze

tools (pick tips and fragments of socketed picks) as well as stone tools (hammerstones, netherstones and eastern alpine upper grindstones) indicate, from a technological point of view, an influence from the Mitterberg chalcopyrite districts. From a chronological point of view, the mining activities in the Kitzbühel Alps represent a link between the Salzburg chalcopyrite districts in the east and the fahlore districts in the Lower Inn Valley (Schwaz-Brixlegg) in the west.

Keywords
Mining archaeology, copper mining, ore beneficiation, chalcopyrite, Bronze Age, stone tools, socketed picks, raw copper

1. Einleitung

In den Kupferrevieren der Ostalpen wurde bereits in der Urgeschichte intensiv Bergbau betrieben. Zu den großen Kupferproduzenten der Bronze- und Eisenzeit zählen das Mitterberger Gebiet bei Bischofshofen und Mühlbach am Hochkönig,[1] die Reviere in den Kitzbüheler Alpen und das Tiroler Unterinntal (Abb. 1). Während die Produktionskette der Kupfergewinnung im Bereich des Mitterbergs[2] und im Revier Schwaz-Brixlegg[3] mittlerweile gut dokumentiert ist, beschränkten sich die Nachweise des bronzezeitlichen Kupfererzabbaus und der Erzaufbereitung im Raum Kitzbühel-Jochberg bis 2017 noch weitestgehend auf den Bereich Kelchalm/Bachalm bei Aurach.[4] Zahlreiche Verhüttungsplätze wurden dagegen vor allem im Raum Jochberg untersucht,[5] wobei die genaue Herkunft der verhütteten Erze lange Zeit ein Forschungsdesiderat darstellte. Die in den Jahren 2017 bis 2020 durchgeführten montanarchäologischen Prospektionen hatten zum Ziel, diese Forschungslücke zu schließen. Zur Anwendung kamen dabei klassische Feldbegehungen ebenso wie Fernerkundungsmethoden (Auswertung digitaler Geländescans und Orthofotos, Drohnenflug) und das Studium einschlägiger Literatur. Ergänzend konnten einige Materialuntersuchungen an Steingeräten und Metallfunden durchgeführt werden, die zur Vorbereitung weiterführender Forschungsprojekte dienen. Mit den Ergebnissen der jüngsten Prospektionen in Jochberg ist nun auch hier die komplette Produktionskette vom Erz zum Kupfer nachvollziehbar.

Im Rahmen der montanarchäologischen Geländebegehungen im Raum Jochberg konnten überaus zahlreiche und bislang unbekannte Fundstellen mit Spuren urgeschichtlichen Kupferzbergbaus entdeckt werden (Abb. 1–3). Durchgeführt wurden die Begehungen vom Forschungszentrum HiMAT im Rahmen des vom Österreichischen Wissenschaftsfonds (FWF) geförderten Projektes „Prehistoric copper production in the eastern and central Alps – technical, social and economic dynamics in space and time“, I 1670-G19, unter Leitung von Gert Goldenberg sowie mit Fördermitteln des Bundesdenkmalamtes.[6] Ausgangspunkt war ein im Jahr 2017 im Bereich der Wildhochalm auf der östlichen Talseite von Jochberg zufällig aufgefundener Läuferstein aus Orthogneis mit horizontal eingepickter Rille (Finder: Roman Lamprecht). Da derartige Steinwerkzeuge in Tirol[7] nur von prähistorischen Fundstellen wie z. B. der Kelchalm/Bachalm,[8] dem Götschen,[9] der Ottneralm bei Brixen im Thale[10] und dem Kaunzalm-Hochleger im Öxltal[11] sowie dem Mitterberg im Bundesland Salzburg bekannt sind und bei der Aufbereitung von kupfererzhaltigem Gestein Verwendung fanden, konnte in der näheren Umgebung der Fundstelle ein urgeschichtlicher Aufbereitungsplatz mit zugehörigen Abbaustellen erwartet werden.

Während archäologischer Grabungen bei einem urgeschichtlichen Verhüttungsplatz auf der Wagstättalm[12] waren Markus Staudt und Gert Goldenberg bereits einige Jahre zuvor aus der Ferne mutmaßliche Bergbauhalden in den Hochlagen östlich von Jochberg aufgefallen. Goldenberg konnte daraufhin bei einer ersten Begehung im Bereich des Berggrates beim Gamshag Bergbauhalden mit spärlichen Erzresten (Kupferminerale) und Abbauspuren identifizieren, die vor Ort im Gelände sowie auf Orthofotos gut zu erkennen sind. Aufgrund fehlender Oberflächenfunde konnten diese Spuren zunächst keiner Bergbauperiode zugeordnet werden. Die Lage der Bergbauspuren im Kammbereich oberhalb der Baumgrenze auf etwa 2.100 m Seehöhe (vergleichbar mit der Situation auf der nahe gelegenen Kelchalm/Bachalm) in Verbindung mit dem im tiefer

1 Stöllner et al. 2016.
2 Stöllner et al. 2012a.
3 Goldenberg et al. 2012. – Goldenberg 2013. – Goldenberg 2015. – Goldenberg, Staudt, Grutsch 2019. – Staudt et al. 2019a. – Staudt et al. 2019b.
4 Preuschen, Pittioni 1937. – Pittioni, Preuschen 1947. – Preuschen, Pittioni 1954. – Pittioni 1968. – Klaunzer 2008. – Pichler et al. 2009.
5 Pittioni 1969. – Pittioni 1976. – Goldenberg 2004. – Koch Waldner 2017.
6 Staudt et al. 2020. – Staudt et al. 2022.
7 Vom prähistorischen Bergbaurevier bei Vetriolo (Trentino, Italien) sind weitere entsprechende, horizontal geschäftete Läufersteine bekannt. – Vgl. Lamprecht 2019, Anhang 6, Taf. 4. – Ansonsten fanden sich diese Geräte vor allem in den Salzburger Kupferrevieren bei Viehhofen und am Mitterberg, vgl. Much 1879a, XXVII–XXVIII. – Stöllner et al. 2012b, Abb. 10/7074. – Lamprecht 2020, Abb. 2.
8 Preuschen, Pittioni 1954, Abb. 28. – Pittioni 1968, Abb. 20.
9 Neuninger, Preuschen, Pittioni 1970, 20.
10 Lamprecht 2019, Anhang 4.
11 Lamprecht 2019, Anhang 5.
12 Koch Waldner, Staudt, Goldenberg 2012.

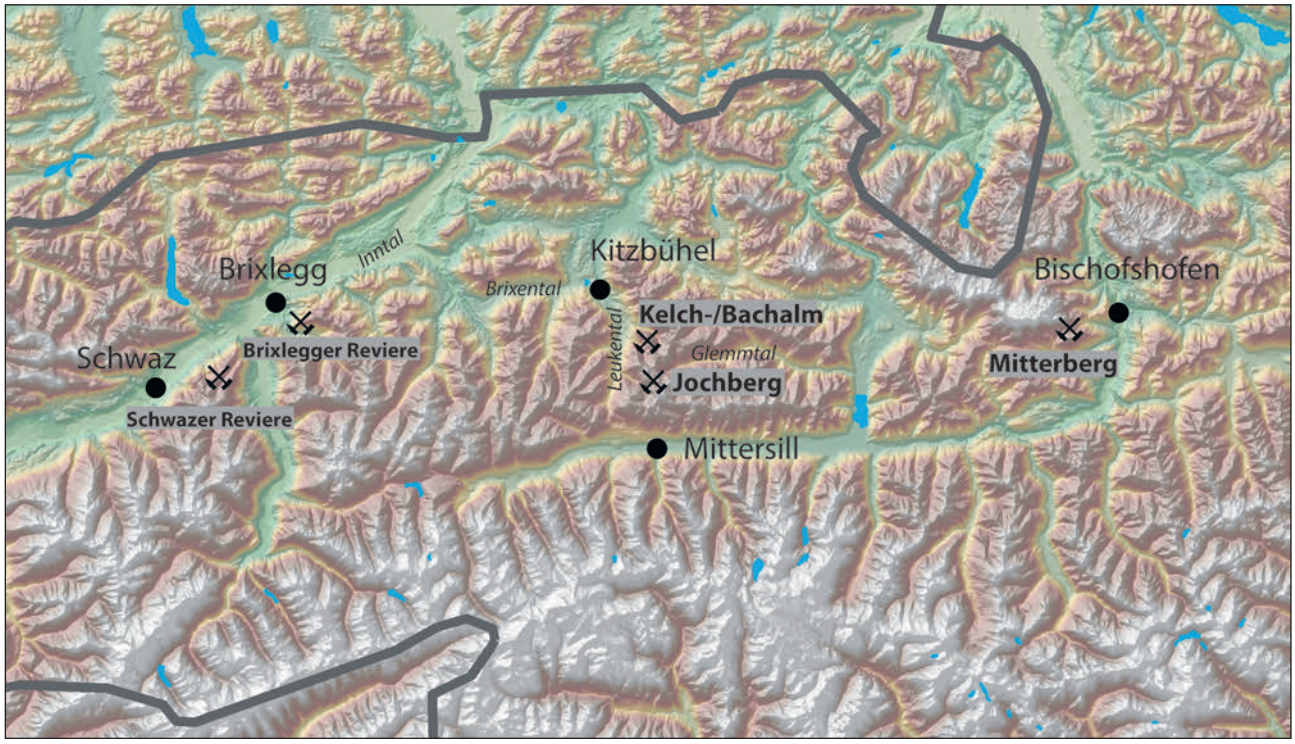

Abb. 1. Die prähistorischen Bergbaureviere Schwaz-Brixlegg, Kelchalm, Jochberg und Mitterberg (Grafik: M. Staudt; Kartengrundlage: ESRI [Environmental Systems Research Institute] und SRTM [Shuttle Radar Topography Mission]).

gelegenen Almgelände aufgefundenen Steingerätefund ließ einen prähistorischen Fundkomplex vermuten.

Für eine differenzierte Lokalisierung dieser und weiterer potentieller Bergbauspuren wurden hochaufgelöste Geländescans (Laserscandaten mit 1 m Auflösung) und Luftbilddaten vom Land Tirol bereitgestellt. Bei der systematischen Durchsicht der mehrfachbelichteten Geländemodelle und Orthofotos zeichneten sich potentielle Bergbaupingen und offenliegende Bergbauhalden deutlich ab. Die Ergebnisse dieser „Fernerkundung" wurden mit geologischem und lagerstättenkundlichem Kartenmaterial und einschlägiger Literatur zum Jochberger Bergbau abgeglichen und zur Vorbereitung für systematische Feldbegehungen ausgewertet. Vor Ort wurden die identifizierten Strukturen zusätzlich mithilfe einer Drohne abgeflogen und dokumentiert. In den Jahren 2017[13] und 2018[14] konzentrierten sich die Geländesurveys zunächst auf den Bereich der Wildhochalm zwischen dem Gamshag und dem Teufelssprung und wurden dann auf die Bereiche Schusterkogel und Schlaberstatt südlich der Wildhochalm ausgeweitet, welche in einer dreiwöchigen Kampagne im Jahr 2018 intensiv begangen wurden. Bei der Begehung der Halden kamen Metallsonden zum Einsatz, die die für die Datierungsfrage entscheidenden Funde lieferten. Sämtliche geborgenen wie auch die vor Ort belassenen Funde (Steingeräte) wurden mit einem GPS-Gerät eingemessen und kartiert.

Zentrale Fragestellungen bei den Prospektionen galten der Lokalisierung und flächenmäßigen Erfassung von prähistorischen Bergbau- und Aufbereitungsspuren sowie einer genaueren zeitlichen Einordnung der Bergbauaktivitäten.

2. Forschungsgeschichte

Basierend auf Hinweisen des Heimatforschers Georg (Schorsch) Jöchl konnte der Wiener Prähistoriker Richard Pittioni[15] in den 1950er und 1960er Jahren zahlreiche urgeschichtliche Verhüttungsplätze im Raum Jochberg lokalisieren und dokumentieren. Neben den mittlerweile bekannten prähistorischen Schmelzplätzen[16] und der noch bis ins 20. Jahrhundert abgebauten Lagerstätte Kupferplatte[17] liegen

13 Ein Prospektionstag.

14 Vier Prospektionstage.

15 Begründer und ehemaliger Schriftleiter der Zeitschrift Archaeologia Austriaca.

16 Pittioni 1969. – Pittioni 1976. – Goldenberg 2004. – Koch Waldner, Klaunzer 2015. – Koch Waldner 2017. – Koch Waldner 2019.

17 Vohryzka 1968, 6–16. – Ilkhani-Glidjai 1971.

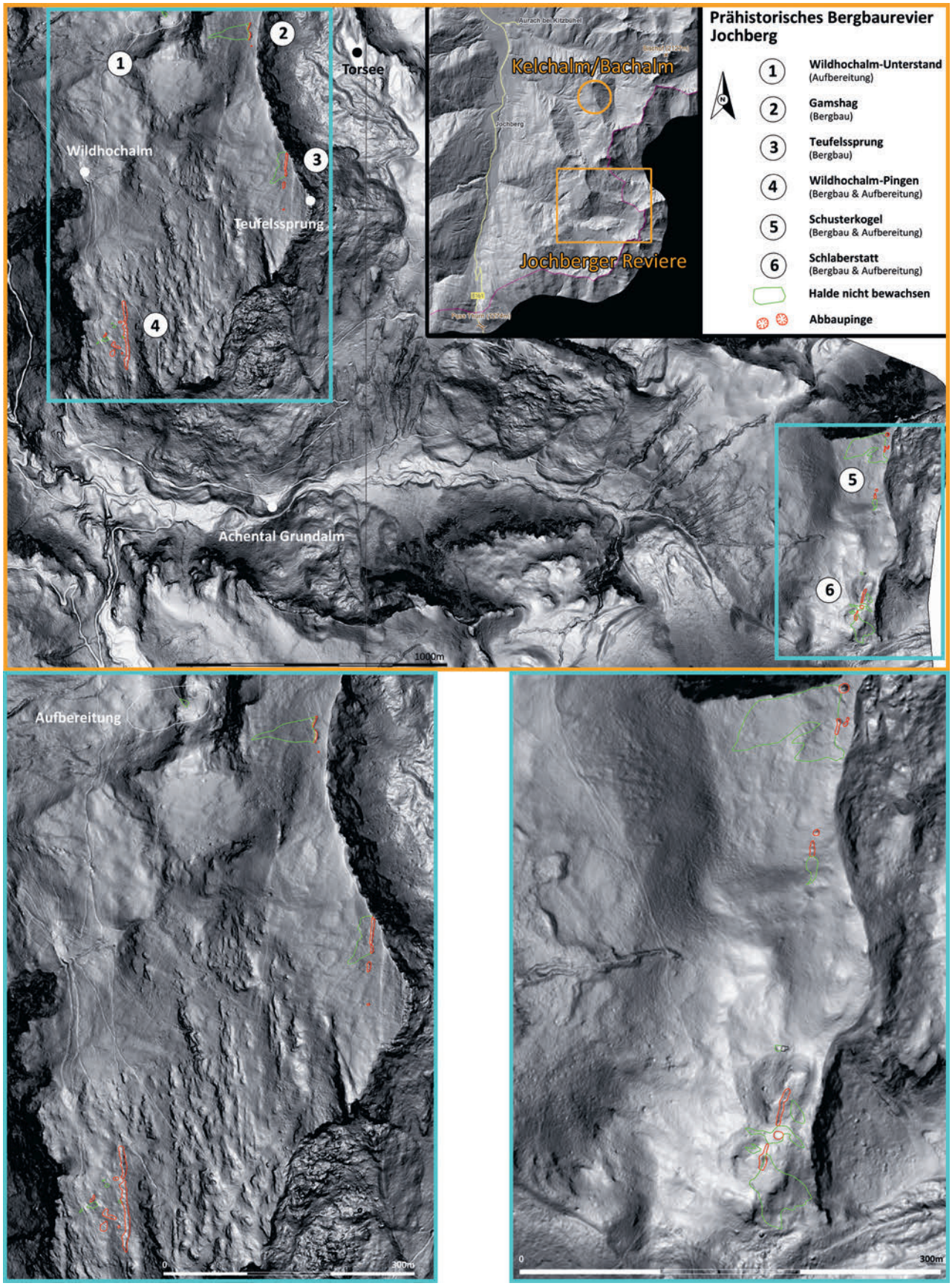

Abb. 2. Das prähistorische Bergbaurevier von Jochberg in den Kitzbüheler Alpen (Grafik: M. Staudt; Geländescan, mehrfach belichtet: Land Tirol).

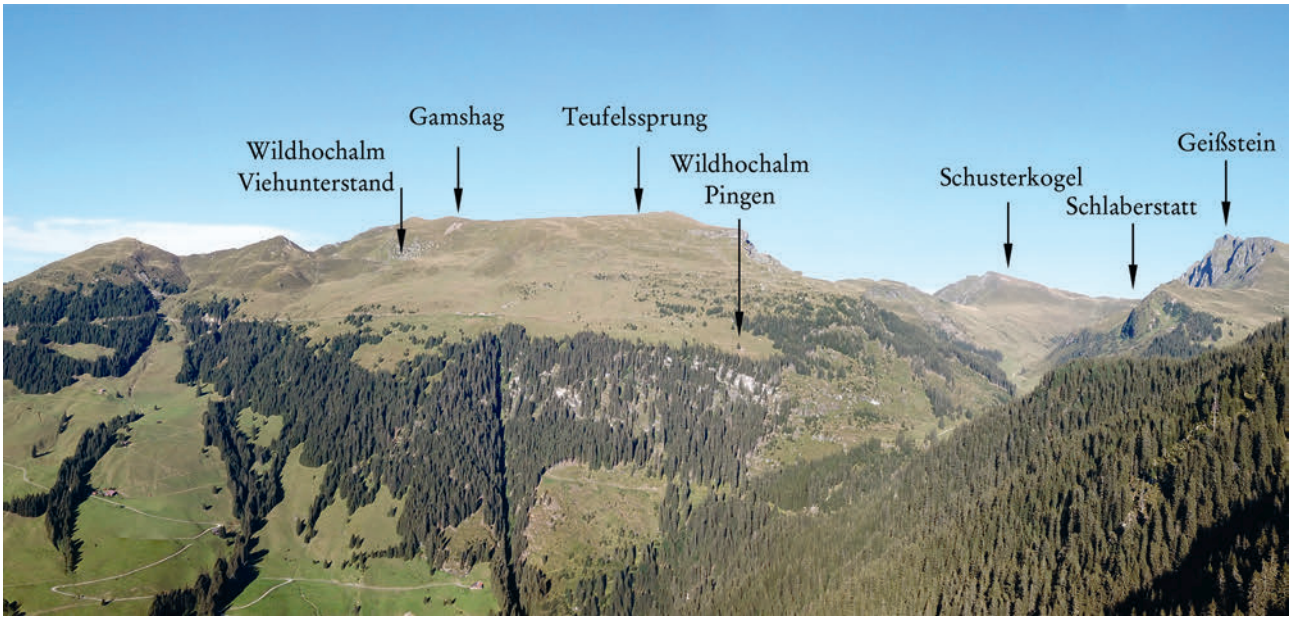

Abb. 3. Blick auf das prähistorische Bergbaurevier von Jochberg von Westen (Drohnenfoto: M. Staudt).

dagegen nur vereinzelte Hinweise auf historische Bergbauaktivitäten in den Kitzbüheler Alpen östlich von Jochberg vor.

1880 berichtet der Montangeologe František Pošepný kurz über das Teilrevier „Achernthal" (Achental) im oberen Bereich des Sintersbaches. Er schreibt, dass zwischen dem Geißstein und dem Tristkogel (im Prinzip das Gebiet mit den prospektierten Bergbauspuren zwischen Gamshag, Teufelssprung, Schusterkogel und Schlaberstatt) im Jahr 1730 eine alte Halde untersucht wurde. Aus dem Jahr 1775 wird ein ca. 50 m langer Stollen erwähnt, welcher nach Durchfahrung einer mächtigen Schuttüberdeckung auf schwarzen Schiefer mit Quarz stieß. Im Jahr 1866 wird von einer 108 kg schweren Fundstufe aus Kupferkies berichtet, die Pošepný als Beweis für eine mächtige Erzlagerstätte in dieser Region sieht.[18] 1888 erwähnt Max von Isser-Gaudententhurn bei seiner Beschreibung des Teilreviers Luegegg „ansehnlich ausgedehnte Grubenfelder am Südwestabhange des Schützkogls und Gamshag im Sintersbachgraben".[19] Robert von Srbik vergleicht 1929 den Bergbau „Luegeck" mit Kupfergruben am „Gaisstein", die dem Teilrevier Schlaberstatt und Schusterkogel zuordenbar sind.[20]

In der Zeitschrift „Salzburger Wacht" schreibt Hans Filzer im Jahr 1917 von einem Bau auf 2.000 m Seehöhe im Einschnitt zwischen Schützenkogel und Gamshag.[21] Weitere Hinweise auf Bergbau finden sich in verschiedenen Sagen und Berichten zum Gebiet Geißstein und Schlaberstatt: „... dort fanden regelmäßig am Schlaberstatter Kirchtag gewalttätige Zusammenkünfte von Jochberger und Pinzgauer Bauern und Knechten statt, bei denen manchmal auch der leibhaftige Teufel zu Gast war. Und wo dieser gesessen hatte, wächst seither kein Gras mehr".[22] Die Beschreibung trifft sehr gut auf die bis heute unbewachsenen Bergbau- und Aufbereitungshalden im Bereich Schusterkogel und Schlaberstatt zu. Zudem ist zu lesen, dass „vor uralten Zeiten am Geißstein geknappet worden ist … und dass … Gold aus immer fließenden Quellen von Venediger Männlein[23] entnommen wurde",[24] wobei mit Gold wohl der goldfarbene Kupferkies gemeint war, der das charakteristische Erzmineral in diesem Revier darstellt.

Spuren der jüngsten von Pošepný genannten Bergbauaktivitäten sind nur noch vereinzelt im Bereich der Schlaberstatt in Form eines stark verfallenen Stollenmundlochs und eines kleinen ehemaligen Tagebaus erkennbar (siehe Abb. 14). Bergeisenfunde in den Halden bestätigen diese jüngste Bergbauphase. Ein kurzer befahrbarer Schrämstollen befindet sich südlich des Torsees,[25] wo offenbar der Versuch unternommen wurde, von der Ostseite her die steil

18 Pošepný 1880, 418.
19 Von Isser-Gaudententhurn 1888, 246.
20 Srbik 1929, 161.
21 Filzer 1917, 5.
22 Heyl 1897, 100.
23 Damit sind Prospektoren bzw. Bergleute gemeint.
24 Heyl 1897, 100.
25 Freundliche Mitteilung Peter Lackner.

Abb. 4. Prähistorische Erzaufbereitung beim Viehunterstand der Wildhochalm mit Bergbauspuren im Kammbereich südlich des Gamshags, Blickrichtung Ost (Drohnenfoto: M. Staudt).

einfallende und Nord-Süd streichende Lagerstätte zwischen Gamshag und Teufelssprung zu unterfahren. Weitere historische Bergbaubefunde sind nach derzeitigem Forschungsstand nicht nachgewiesen. In etwa 1,5 km östlich vom Tristkogel und ca. 1,7 km nördlich vom Schusterkogel befindet sich auf der Salzburger Seite im hintersten Saalachtal auf 1.442 m ü. A. die Saalalm. Heinz Unger konnte bei Prospektionen am Fuß der Saalwände Schurfspuren entdecken. Er beschrieb die „Schwefelkies"-Vererzungen allerdings als nicht abbauwürdig.[26]

3. Geologie und Lagerstätten

Bei den Kupferlagerstätten im Raum Jochberg handelt es sich um weitgehend monotone Chalkopyrit-Pyrit-Lagerstätten in überwiegend phyllitischem und porphyroidem Nebengestein, das aus geologischer Sicht dem Tirolisch-Norischen Deckensystem und der Glemmtal-Einheit als Teil der Nördlichen Grauwackenzone zugeordnet werden kann.[27] Die Gangart der Vererzungen setzt sich im Wesentlichen aus Quarz sowie grobspätigem Eisenkarbonat (Ankerit) zusammen. Im Interaktiven Rohstoff-Informations-System IRIS der Geologischen Bundesanstalt[28] sind bis auf die Halden beim Gamshag und Teufelssprung keine Kupfererzvorkommen bzw. Betriebszeiten im prospektierten Bereich vermerkt. Das Erz der weniger als zwei Kilometer entfernt gelegenen Lagerstätte des historischen Bergbaureviers Luegegg wird von Kurt Vohryzka als eine Vermischung von Kupferkies und Pyrit beschrieben.[29] Das Gefügebild des Sulfiderzes zeigt dabei große Ähnlichkeiten mit jenem der Vererzungen von der Kupferplatte.

4. Beschreibung der Montanreviere östlich von Jochberg

4.1. Wildhochalm

4.1.1. Erzaufbereitung nördlich der Wildhochalm („beim Viehunterstand")

Die erste Prospektion im Spätsommer 2017 konzentrierte sich zunächst auf das Areal im Umfeld des aufgelesenen Steinartefakts (ostalpiner Läuferstein, siehe oben) und

26 Unger 1972.

27 Vohryzka 1968, 10–16. – Ilkhani-Glidjai 1971. – Heinisch 1986. – Heinisch, Pestal, Reitner 2015, 238.

28 https://iris.geologie.ac.at (letzter Zugriff 5.3.2024). – Heinisch 1986.

29 Vohryzka 1968, 15.

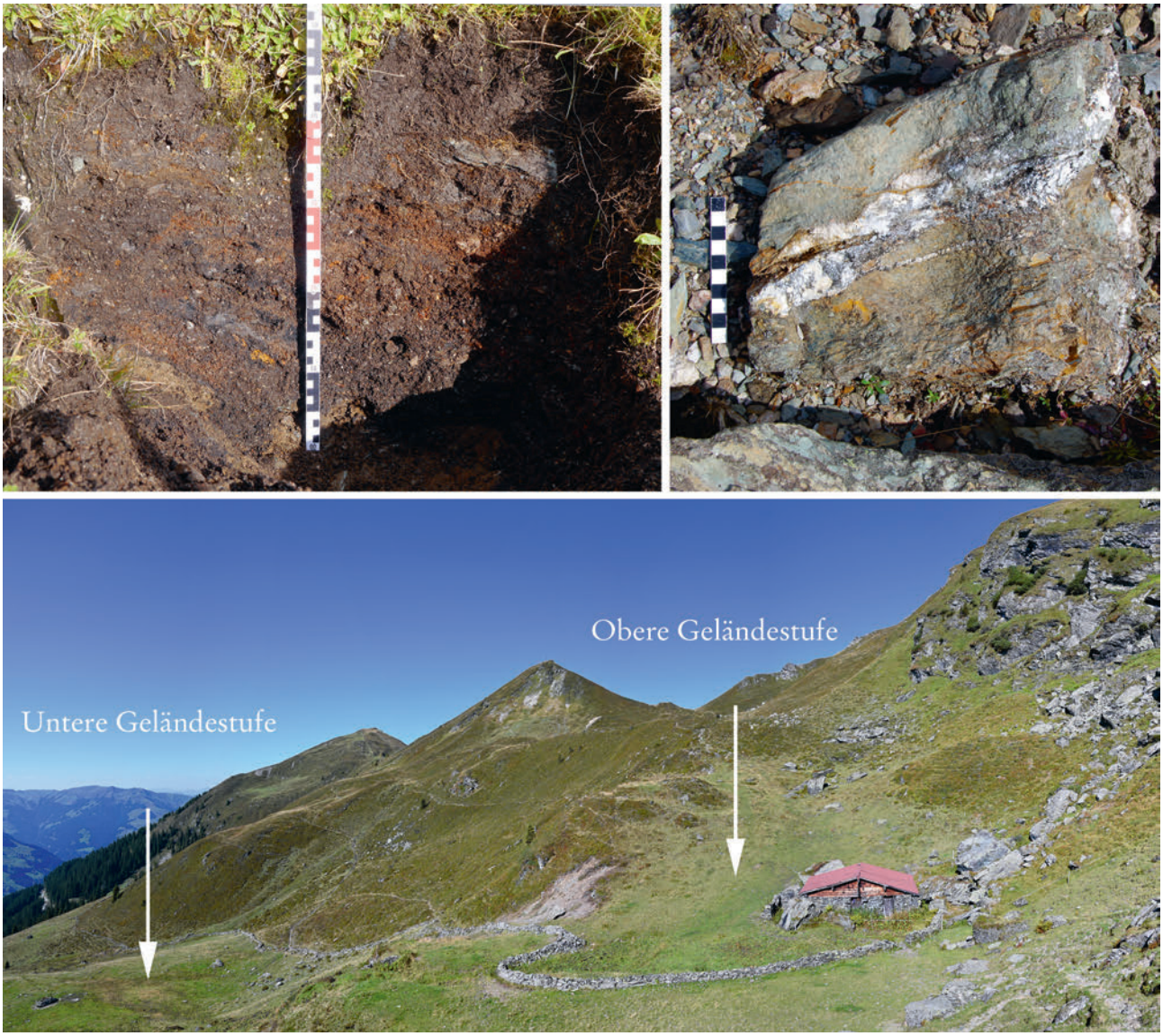

Abb. 5. Aufschluss einer Scheidehalde, die bei nassmechanischen Aufbereitungsprozessen entstanden ist (links oben) und ein Scheidstein mit Pochmulde in Fundlage (oben rechts) bei den Geländestufen des Viehunterstandes der Wildhochalm (Fotos: M. Staudt, G. Goldenberg).

wurde dann auf eine etwa 25 Hektar große Fläche ausgeweitet (Abb. 4).

Auf den Almflächen im Bereich zweier Geländestufen auf einer Seehöhe zwischen 1.900 und 1.950 m fanden sich mehrere Steingeräte und Fragmente (Pochsteine, Läufersteine und Unterlagssteine), vereinzelte urgeschichtliche Grobkeramikbruchstücke (teilweise mit Schlacke gemagert) und durch Kupfersalze grün gefärbte Tierknochen (Speiseabfälle). Der Großteil der untersuchten Flächen ist mit Weidevegetation bewachsen. Im durch Viehtritt und Wegspuren gestörten Boden zeigten sich holzkohleführende Kulturschichten, die sich über größere Flächen zu erstrecken scheinen. Weitere fundführende Aufschlüsse lieferte auch der frische Aushub von Murmeltierbauen.

Die laterale Ausdehnung der punktuell aufgeschlossenen Kulturschichten auf der oberen Geländestufe („beim Viehunterstand") mit Funden von Erzaufbereitungsmaterial (Pochklein), Holzkohlefragmenten, Tierknochen und Keramik sowie einer Pickelspitze aus Bronze deuten auf einen intensiv genutzten Werk- und Lagerplatz bronzezeitlicher Bergleute hin (Abb. 5). Ein Tierknochen datiert den Befund über eine ^{14}C-Analyse in das 14./13. Jahrhundert v. Chr. (siehe Tab. 2).[30]

Die Fundverteilung (Abb. 6) der oberflächig aufgelesenen Steingeräte setzt sich vom oberen Plateau nach Westen

30 Staudt et al. 2020, 429.

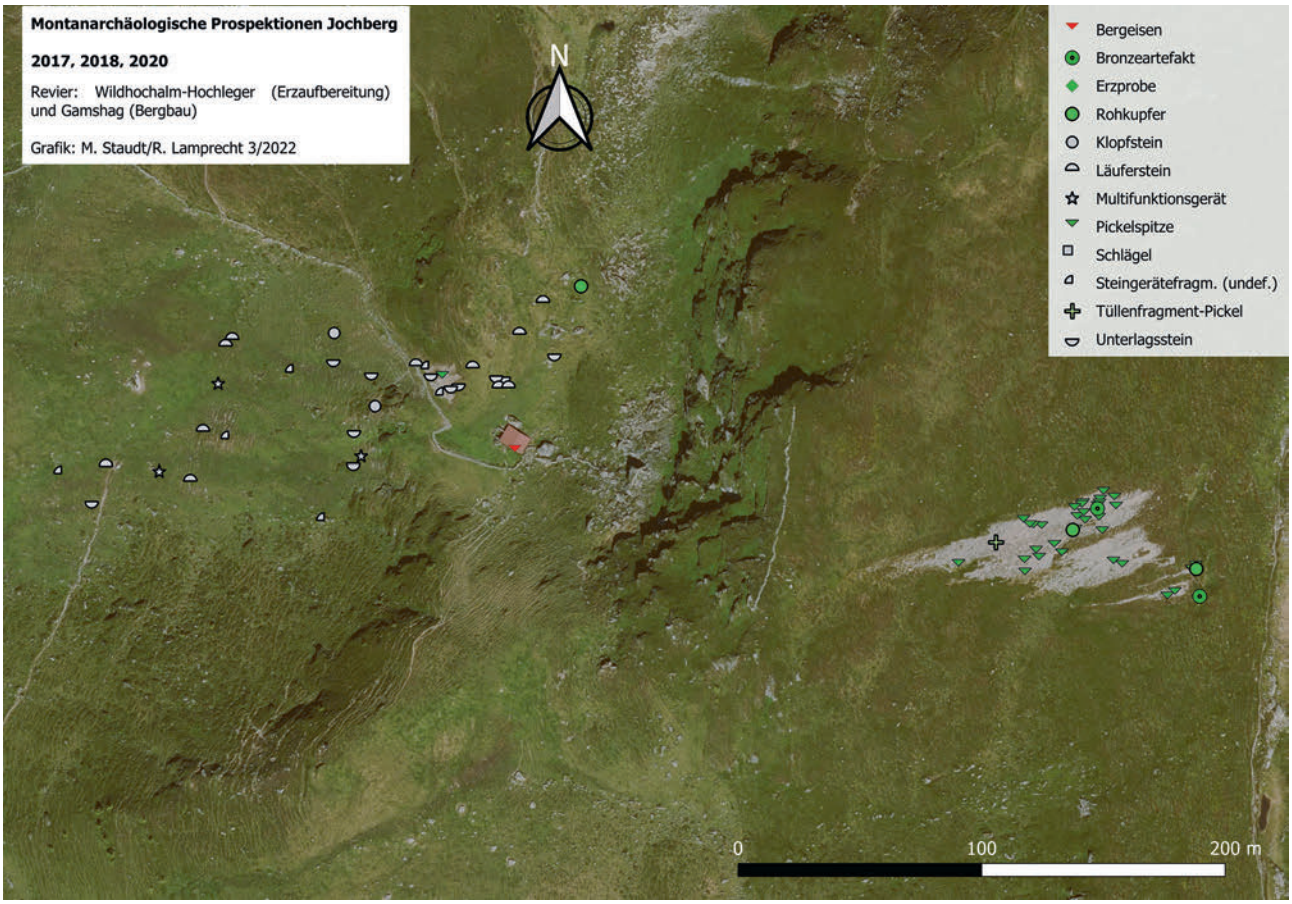

Abb. 6. Fundverteilung beim Viehunterstand der Wildhochalm und auf der Bergbauhalde beim Gamshag (Grafik: M. Staudt, R. Lamprecht; Orthofoto: Land Tirol).

hangabwärts bis zu einer unteren Geländestufe fort. Die Schichten bzw. Funde streuen mit einer Ost-West-Ausdehnung von ca. 200 m. Die Nord-Süd-Erstreckung beträgt 50 m oder mehr. Demnach dürfte das Areal mit fundführenden Schichten im Umfeld des Viehunterstands der Wildhochalm nach groben Schätzungen etwa 11.000 m² umfassen.

In diesem Bereich kann mit ehemaligen Anlagen zur nassmechanischen Aufbereitung von Kupfererzen gerechnet werden. Der Boden im steilen Gelände zwischen den zwei Geländestufen ist sehr feucht und wird von kleinen Rinnsalen durchzogen (Quellaustritte), deren Wasserführung in urgeschichtlicher Zeit für eine nassmechanische Aufbereitung von fein zerriebenem erzhaltigem Gestein genutzt werden konnte.

Auch hier lassen sich vereinzelt holzkohleführende Schichten erkennen. Sicherlich sind manche Funde im Laufe der Zeit auch von der oberen Geländestufe durch Erosion hangabwärts verlagert worden. In den Böschungsabschnitten eines Alpinsteigs beim unteren Plateau sind teilweise bis zu 50 cm mächtige Kultur- bzw. Aufbereitungsschichten aufgeschlossen. Sie enthalten kleinkörnige Abgänge einer Erzaufbereitung,[31] oftmals rostbraun korrodiert, und Holzkohlepartikel, die sich eher im unteren Bereich des Schichtprofils konzentrieren (Abb. 5). Die Befundschichten sind von einer teilweise nur wenige Zentimeter mächtigen Bodenbildung überdeckt. Das verbreitete Auftreten von Holzkohlefragmenten deutet auf eine großflächige Nutzung des gesamten Areals für verschiedene Tätigkeiten hin (Lagerfeuer, Kochstellen, eventuell auch Feuersetzen unter Tage etc.).

Die Auswertung der Prospektionsfunde und -befunde belegt an dieser Stelle vor allem umfangreiche urgeschichtliche Erzaufbereitungsaktivitäten (Feinaufbereitung durch Reiben/Mahlen mit anschließender nassmechanischer Anreicherung von Erzkonzentraten durch Waschen). Dafür sprechen die zahlreichen Läufersteine und Unterlagssteine mit konkav gewölbten Mahl-/Reibflächen sowie die feinen

31 Es handelt sich um eine Scheidehalde, die aus feingemahlenem Material besteht. Der sehr feine Körnungsgrad spricht für nassmechanische Aufbereitungsarbeiten.

Aufbereitungsrückstände. Im Prinzip entspricht die Situation jener vom Revier Kelchalm/Bachalm bei Aurach, auch wenn dort für die nassmechanische Erzaufbereitung im kammnahen Bereich mit Regenwasser versorgte Tümpel angelegt worden waren.[32] Im Revier Wildhochalm hingegen konnten Quellaustritte das für die Aufbereitung benötigte Wasser liefern.

Die Topografie beim Viehunterstand der Wildhochalm legt nahe, dass die Bergleute das am Fuß einer Felswand liegende vor Wind und Wetter einigermaßen geschützte Plateau zum Lagern und zur Einrichtung ihrer Aufbereitungswerkstätten genutzt haben. Die stark verfallenen Ruinen mehrerer Vorgängerbauten der heutigen Almhütte deuten auf eine vielphasige Nutzung des Platzes hin, der sich durch einen nahegelegenen Quellaustritt für die Trinkwasserversorgung sowie für potentielle Anlagen zur Nassaufbereitung auszeichnet. Es handelt sich um eine der wenigen einigermaßen ebenen Plätze im sonst meist steilen Almgelände.

Die Frage, ob im Bereich der östlich des Almgebäudes steil aufragenden Felswand Bergbau betrieben wurde, konnte vorerst nicht beantwortet werden. Auffällig ist ein großflächiges Auftreten von Holzkohleflittern im Auswurf von Murmeltierbauen am Fuß der Felswand. Der Fund einer vereinzelten Pickelspitze deutet auf eine nur marginale Abbautätigkeit im Umfeld einer kleinen offenliegenden Bergbauhalde 20 m westlich des Viehunterstandes hin. Ein Rohkupferbruchstück stellt den nordöstlichsten Fund auf dem oberen Aufbereitungsplateau dar (Abb. 6).

4.1.2. Bergbauspuren im Kammbereich zwischen Gamshag und Teufelssprung

Im Juli 2018 wurde das Revier Wildhochalm erneut aufgesucht, um den im höher gelegenen Kammbereich zwischen Gamshag und Teufelssprung befindlichen Pingenzug mit Halden genauer zu untersuchen. Auf der Westseite und nur wenige Meter unterhalb des Kammes auf ca. 2.100 m ü. A. sind zwei tiefe Furchenpingen von ca. 28 bzw. 25 m Länge zu erkennen, die sich hier gratparallel in nordsüdlicher Richtung erstrecken (Abb. 7, zur Lage siehe Abb. 2). In der Verlängerung nach Süden sind noch weitere seichte Kuhlen bzw. ehemalige Schurfpingen[33] oder verfallene Mundlöcher erkennbar. Westlich unterhalb des Pingenzuges zeichnen sich die teilweise überwachsenen Halden mit einer Ost-West Ausdehnung von ca. 150 m hangabwärts deutlich ab. Die sichtbare Breite der Halden beträgt bis zu 50 m. Im Haldenschutt konnten vereinzelt Anflüge von Kupfer-Sekundärmineralen sowie Spuren von Kupferkies und Pyrit neben Quarz beobachtet werden. Offenbar hatten die Bergleute das Erz sehr sorgfältig vom tauben Material getrennt. Das quarzreiche Haldenmaterial wie auch die in einer Reihe angeordneten Pingen deuten auf eine gangförmige, steil einfallende und Nord-Süd streichende Lagerstätte hin.

Im Zuge des Surveys auf den Halden mit Metallsonden kamen zahlreiche abgebrochene Pickelspitzen aus Bronze zu Tage. Ein eher unförmiges massiveres Bronzefragment mit den Abmessungen von ca. 5,5 × 4,5 cm und einer Stärke von bis zu 0,4 cm kann als Teil des oberen Endes eines Tüllenpickels (Tüllenabschluss) angesprochen werden (siehe Abb. 21/GH13_17).

Weiter südlich den Berggrat entlang folgt ein weiterer Nord-Süd orientierter Pingenzug beim sogenannten Teufelssprung. Dieser deutet sich leicht nach Norden versetzt beim Grat an und lässt sich auf einer Länge von ca. 135 m nach Süden hangabwärts verfolgen (Abb. 8, zur Lage siehe Abb. 2). Die Struktur ist den zuvor genannten Furchenpingen mit anschließenden punktuellen Eintiefungen sehr ähnlich und repräsentiert einen weiteren, wenn auch etwas weniger umfangreichen Kupfererzabbau. Die zugehörigen Bergbauhalden westlich unterhalb dieses Pingenzuges sind fast flächendeckend überwachsen. Nur an einer Stelle ist das wiederum sehr erzarme Haldenmaterial auf einer Länge von ca. 50 m und einer Breite von ca. 10 m aufgeschlossen.

Einige abgebrochene Pickelspitzen aus Bronze lassen auch diese Bergbauspuren einer prähistorischen Epoche zuordnen. Dazu gesellen sich wenige kleine Rohkupferfragmente (siehe Abschnitt 5.2.2).

In den untersuchten Bergbauhalden in den Kammlagen des Wildhochalm-Reviers konnten keine Fundobjekte geborgen werden, die auf eine Wiederaufwältigung[34] oder Haldenkuttung[35] im Mittelalter und/oder in der Neuzeit hinweisen. An Eisenobjekten fanden sich lediglich Schuhnägel, die wahrscheinlich von der jahrhundertelangen Almbewirtschaftung stammen. Nach aktuellem Kenntnisstand handelt es sich bei den beschriebenen Abbaustellen demnach um rein prähistorische und in jüngerer Zeit nicht überprägte Bergbauspuren.

32 Preuschen, Pittioni 1937, 26–30. – Klaunzer 2008, 35.

33 Dabei handelt es sich um tagnahe Bergbauspuren entlang der Erzausbisszone.

34 Durch das „Aufwältigen“ wird ein älterer verlassener Grubenbau wieder zugänglich gemacht, so dass ein erneuter Abbau oder auch nur eine Erkundung möglich wird.

35 Bei der Haldenkuttung werden bereits vorhandene Halden aus einer früheren Abbauperiode noch einmal nach verwertbaren Erzresten durchsucht.

Abb. 7. Bergbaupingen mit Halde südlich vom Gamshag mit Blick zum Hochkönigmassiv und dem Glemmtal rechts im Hintergrund, Blickrichtung Ost (Drohnenfoto: M. Staudt).

Abb. 8. Bergbauspuren beim Teufelssprung im Vordergrund (Pingenreihe mit Halden) mit dem Teilrevier Schusterkogel-Schlaberstatt im Hintergrund, Blickrichtung Südost (Drohnenfoto: M. Staudt).

4.1.3. Bergbauspuren südlich der Wildhochalm

Eine sich südlich der Wildhochalm erstreckende Geländestufe auf etwa 1.770 m ü. A. wurde im September 2020 aufgesucht, da hier nach Auswertung des Geländescans eine weitere Pingenreihe unbestimmten Alters vermutet werden konnte. Bei der Begehung konnte nicht nur ein weiterer bis dahin völlig unbekannter Bergbau nachgewiesen, sondern auch seine urgeschichtliche Zeitstellung durch Haldenfunde von Steingeräten, Pickelfragmenten und Keramik bestätigt werden. Die Bergbaubefunde liegen knapp 500 m südlich der Wildhochalm und sind im Süden durch steil abfallende Felswände zur vorderen Achental Grundalm begrenzt. Offenliegende Halden sind nur in geringem Ausmaß auf dem Orthofoto erkennbar. Die Nord-Süd verlaufenden Abbaustrukturen zeichnen sich in Form eines etwa 250 m langen Pingenzuges ab (Abb. 9, zur Lage siehe Abb. 2) und entsprechen in ihrer Streichrichtung den abgebauten Kupferkiesvorkommen am Gamshag, Teufelssprung und Schusterkogel sowie bei der Schlaberstatt. Westlich unterhalb dieser linear angeordneten Bergbauspuren sind auf dem Geländemodell noch weitere kleinere Pingen zu erkennen. Möglicherweise gab es ursprünglich am südlichen Felsabbruch Richtung vordere Achental Grundalm einen Ausbiss des Erzganges, der den prähistorischen Prospektoren als Ausgangspunkt für die Erschließung der Hochwildalm-Lagerstätte in nördliche Richtung diente.

Vor Ort sind die verfallenen und noch bis zu 2,5 m tief erhaltenen Pingen im Gelände gut zu erkennen. Ihre Durchmesser betragen zwischen 3 und 8 m. Die zugehörigen Halden schließen sich nach Westen an, erstrecken sich von den höchstgelegenen Pingen bis zu 80 m weit (Luftlinie) hangabwärts und sind bis zur Unkenntlichkeit überwachsen. Dazwischen deuten sich im Gelände weitere kleinere Pingen an, deren Halden sich teilweise überlagern und daher nicht mehr so deutlich sichtbar sind. An vielen Stellen haben Hirten bei den größeren Pingen kleine Klaubsteinhaufen aus Schieferblöcken (Nebengestein der Vererzungen) errichtet, um mehr Weidefläche für das Vieh zu erhalten. Aussagen zur Kubatur des bergmännisch geförderten und auf Halde geschütteten Materials (Schiefer, Quarz etc.) sind aufgrund der nahezu kompletten und tiefgründigen Überwachsung nicht möglich. Die größeren Pingen und Haldenkörper deuten jedoch an, dass zumindest in manchen Bereichen untertägiger Bergbau betrieben wurde.

Bei der montanarchäologischen Prospektion konnten im Bereich der längsorientierten Abbauspuren nur wenige Artefakte wie zwei Rohkupferbruchstücke, mehrere Pickelspitzen und diverse Steingeräte aufgefunden und geborgen werden, wobei sich die Fundarmut mit der Aufschlusssituation bzw. dem starken Bewuchs erklären lässt. Nur bei einer kleinen offenen Fläche westlich unterhalb des Pingenzuges ergab sich eine Möglichkeit, die Beschaffenheit des Haldenmaterials genauer in Augenschein zu nehmen und die Situation zu beurteilen. Die unbewachsene und durch Viehtritt aufgeschlossene Halde besteht im Wesentlichen aus Schiefer mit Quarzanteilen. Selten sind Spuren von Kupferkies und grünen Anflügen von Sekundärmineralen zu erkennen. Die unterschiedlichen hier aufgelesenen Steingeräte dürften zum Großteil von Erzaufbereitungsaktivitäten stammen. Im unteren, brachliegenden Abschnitt der Halde sind relativ massive Ablagerungen von Pochsand zu erkennen, welche eine Mächtigkeit von 40 cm und mehr erreichen. In unmittelbarer Umgebung finden sich auch hier Überreste von Grundmauern einer verfallenen Alm. Eine Holzkohleprobe aus der

Abb. 9. Die von Hirten verlagerten Steine (Weideflächenerweiterung) markieren den Pingenzug (rechts im Bild) mit einer offen liegenden Erzaufbereitungshalde (links im Bild) und der Wildhochalm im Hintergrund, Blickrichtung Nord (Drohnenfoto: M. Staudt).

Abb. 10. Die prähistorischen Pingen im Gipfelbereich des Schusterkogels mit Bergbau- und Erzaufbereitungshalden, Blickrichtung Ost (Drohnenfoto: M. Staudt).

Aufbereitungshalde datiert – unter Berücksichtigung eines möglichen Altholzeffektes[36] – in das 14./13. Jahrhundert v. Chr. (siehe Tab. 2).

4.2. Schusterkogel – Schlaberstatt

4.2.1. Bergbauspuren und Erzaufbereitung beim Schusterkogel

In Folge der Entdeckungen aus dem Jahr 2017 wurde auch die weitere Umgebung der Wildhochalm durch die Auswertung von Luftbildern und Geländescans auf potentielle Fundplätze mit bergbaulichem Kontext untersucht. Dabei konnten südöstlich der Wildhochalm weitere Bergbauspuren wie Pingenzüge und Halden im Bereich Schusterkogel und Schlaberstatt lokalisiert werden. Auffallend ist zudem eine relativ hohe Dichte an teilweise mehrphasigen Almwüstungen, die sich auf die umliegenden Plateaus und Weideflächen oberhalb der Baumgrenze verteilen.[37]

Im Gipfelbereich des Schusterkogels, oberhalb der Baumgrenze und in Kammnähe, konnte durch das Studium von Luftbildern und Geländescans ein etwa 800 m

36 Da das Kernholz eines Baumes weitestgehend vom Stoffwechsel abgeschnitten ist, liefert die Datierung der inneren Jahrringe eines Baumes ein älteres ^{14}C-Datum, das nicht dem eigentlichen Fälldatum bzw. dem Tod des Baumes entspricht.

37 Beim Großteil der Wüstungen dürfte es sich aufgrund des Erhaltungszustandes, des Bewuchses und der Dimensionen um Almen aus dem Mittelalter und der Neuzeit handeln. Mit Vorgängerbauten ist zu rechnen. In Jochberg scheint die Almwirtschaft eine sehr lange Tradition zu haben. So ist im Codex Falkensteinensis aus den Jahren 1166–1196 auf Bild Nr. 26 ein Jochberger Bauer mit Käse zu erkennen (Bayerische Staatsbibliothek, BayHStA KL Weyarn 1, https://daten.digitale-sammlungen.de/bsb00003355/image_26, letzter Zugriff 5.3.2024).

Abb. 11. Die große Pinge beim Schusterkogel mit Blick zum Joch der Schlaberstatt am Fuße des Geißsteins und ins Achental, Blickrichtung Südost (Panoramafoto: M. Staudt).

langer Pingenzug (mit Unterbrechungen) aus Schacht-[38] und Furchenpingen[39] sowie kleineren und größeren Haldenaufschlüssen erkannt werden, der vom Schusterkogel (2.190 m ü. A.) Richtung Schlaberstatt (2.060 m ü. A.) im Süden streicht. Dieses Areal wurde 2018 erstmals begangen, wobei die Vermutung eines prähistorischen Kupfererzbergbaus durch eine große Anzahl von Fundobjekten eindrucksvoll bestätigt werden konnte. Bei der Prospektionskampagne 2020 konnten diese Halden flächendeckend und systematisch begangen und dokumentiert werden.

Die höchstgelegenen Abbauspuren liegen nur wenige Meter unterhalb des Gipfelgrats des Schusterkogels und sind in Form einer imposanten, mehrere Meter tiefen Pinge mit rundem Querschnitt und einem Durchmesser von ca. 15 m erhalten (Abb. 10–11). Südlich davon schließen parallel zum Kamm verlaufende und linear ausgerichtete Furchenpingen an. Die teilweise offenliegenden Halden ziehen bis ca. 150 m (Luftlinie) hangabwärts und zeigen eine flächenmäßige Ausdehnung von ca. 10.300 m² (unbewachsene Bereiche). Das imposante Ausmaß der Halden deutet an, dass die urgeschichtlichen Bergleute hier in größere Teufen vorgedrungen waren, um ein offensichtlich ergiebiges Erzvorkommen[40] (vgl. Abb. 17) zu erschließen und abzubauen.

Am Westabhang des Schusterkogels zeichnen sich zwei verschiedenartige sich überlagernde Haldenkörper ab. Das direkt unterhalb der großen Abbaupinge[41] liegende Haldenmaterial dürfte stratigrafisch jünger einzuordnen sein als die sich westlich talwärts anschließende Halde und ist durch einen auffällig dichten Bewuchs gekennzeichnet. Auf eine unterschiedliche Entstehung weist auch die Betrachtung der Fundverteilungskarte hin (vgl. Abb. 13). Aus dem oberen, teilweise überwachsenen Haldenbereich, liegen vor allem abgebrochene Pickelspitzen und Rohkupferbruchstücke vor. Bis auf eine massive Reibplatte aus Schiefer mit konkaver Oberfläche und mutmaßlich eingearbeiteten Längsrillen[42] (Abb. 12), die den östlichsten und höchstgelegenen Fund nur wenige Meter neben der großen Pinge darstellt, fanden sich in diesem Haldenabschnitt nur sehr wenige Steingeräte. Die zahlreichen Pickelspitzen und der Bezug zur Pinge legen nahe, dass das hier abgelagerte Material hauptsächlich bei den Abbauaktivitäten unter Tage angefallen ist.

Dagegen scheint der westlich und südlich unterhalb anschließende Haldenbereich sowohl Bergbau- als auch Aufbereitungsaktivitäten widerzuspiegeln. Dort fanden sich vor allem im oberen Bereich weiterhin abgebrochene Pickelspitzen sowie in relativ gleichmäßiger Verteilung auf der gesamten Halde weitere Rohkupferbruchstücke, jedoch nun auch zahlreiche Steingeräte und Fragmente von solchen (Abb. 13). Die große Zahl an dokumentierten Läufersteinen und Unterlagssteinen belegt umfangreiche Aufbereitungsaktivitäten

38 Eine Schachtpinge entsteht durch den Verfall bzw. den Einsturz von alten Tagesschächten.

39 Furchenpingen sind mäßig tiefe, längliche Gruben, in denen obertägig bzw. tagnah entlang der Ausbisszone des Erzganges Bergbau betrieben wurde.

40 Pošepný 1880, 418.

41 An dieser Stelle ist man vermutlich direkt auf dem Erzausbiss von einem Tagebau zu einem untertägigen Bergbau übergegangen.

42 Gut vergleichbare Scheidsteine sind aus dem Trentino bekannt: vgl. Preuschen 1962. – Bellintani et al. 2021, Fig. 7.

Abb. 12. Unten: die große Halde beim Schusterkogel mit Blick zum Gamshag sowie Teufelssprung. – Oben: Reibplatte mit Rillen (Fotos: R. Lamprecht, B. Zerobin).

vor Ort. Unklar bleibt, wo die zu erwartende nassmechanische Trennung der Erzkonzentrate stattgefunden hat. In Frage kommen hierfür der Tümpel bei der Schlaberstatt oder möglicherweise auch tiefer gelegene Feuchtbereiche.

Keramikfunde (teils mit Schlacke gemagert) und Speisereste in Form von Tierknochen spielen im Inventar der geborgenen Artefakte aus den großen Halden eine nur sehr untergeordnete Rolle. Aufgrund der Unberührtheit des bis 2018 noch völlig unbekannten Bergbaureviers beim Schusterkogel war es im Zuge der Prospektion möglich, einzelne offenliegende Bronzeartefakte auf der Haldenoberfläche auch ohne den Einsatz einer Metallsonde aufzulesen. Dies betrifft unter anderem zwei komplett erhaltene Gewandnadeln aus Bronze (vgl. Abb. 23). Als weitere besondere Haldenfunde (Metallsondenfunde) sind Tüllenfragmente von Bronzepickeln (vgl. Abb. 20), eine Tüllenpfeilspitze und ein Riegseemesser aus Bronze (vgl. Abb. 23) zu erwähnen. Ein ^{14}C-datierter Tierknochen von der Halde am Schusterkogel verweist auf Aktivitäten im 14./13. Jahrhundert. v. Chr. (siehe Tab. 2).

Etwa 140 m südlich der Bergbauspuren am Schusterkogel befinden sich kleinere Tagebaurelikte (2.140 m. ü. A.) in Form einer runden (Durchmesser ca. 7 m) und einer länglichen (ca. 20 × 5 m) Pinge, die im Gelände gut erkennbar sind. Direkt unterhalb schließt eine kleine Halde (ca. 400 m^2) an, aus der wenige Pickelspitzenfragmente und ein Rohkupferbruchstück stammen. Somit handelt es sich auch bei diesen kleinen Abbauspuren mit Halde um prähistorische Bergbaurelikte, die wie die Befunde am Gamshag, am Teufelssprung, beim Wildhochalm-Pingenfeld und am

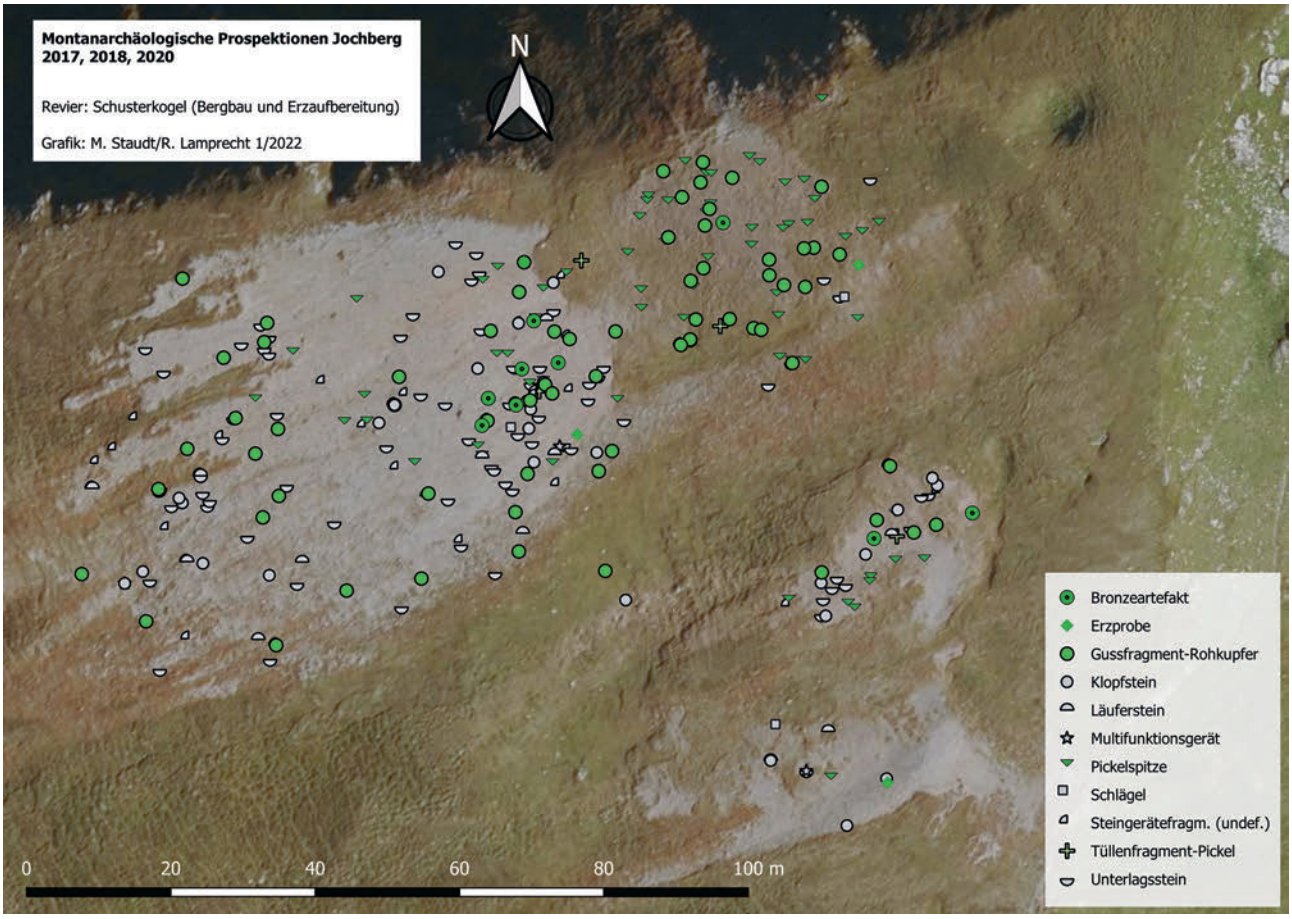

Abb. 13. Fundverteilung am Schusterkogel; die große Pinge ist oben rechts zu sehen (Grafik: M. Staudt, R. Lamprecht; Orthofoto: Land Tirol).

Schusterkogel keine Überprägung durch jüngere Bergbauaktivitäten erfahren haben. Aufgrund fehlender Steingeräte ist an dieser Stelle nicht mit einer Aufbereitung zu rechnen.

4.2.2. Bergbauspuren und Erzaufbereitung bei der Schlaberstatt

Etwa 500 m südlich der Bergbauspuren am Schusterkogel liegt auf einem Plateau die dem Geißstein vorgelagerte Schlaberstatt. Bei der Schlaberstatt (ca. 2.060 m. ü. A., im Volksmund „d'Schlaberstatt") handelt es sich um einen mehrfach in Sagen und Berichten erwähnten Ort. Neben den bereits genannten Geschichten über ein vermeintliches „Goldbergwerk" gelangten vor allem Berichte über organisierte Raufereien zwischen Tiroler und Salzburger Bauern und Knechten in die lokalen Zeitungen, welche in den vergangenen Jahrhunderten regelmäßig zum „Schlaberstatter Kirchtag" nach regem Alkoholkonsum stattgefunden haben sollen.[43] Trotz einer intensiven Prospektion im Bereich der auf einem Almplateau an der Grenze zwischen Tirol und Salzburg gelegenen Schlaberstatt konnten bis auf wenige Funde und Befunde aus der Zeit der historischen Bergbauversuche keinerlei Anzeichen für eine ehemalige Versammlungsstelle nachgewiesen werden. Allerdings sind die Angaben zur Lage von „d'Schlaberstatt" selbst bei einheimischen Almbesitzern unterschiedlich, so dass die genaue Lokalisierung unklar ist.

Wie bereits erwähnt, berichtete Pošepný kurz über das Teilrevier „Achernthal" (Achental) im oberen Gebiet des Sintersbaches von einem Stollen aus dem Jahr 1730.[44] An welcher Stelle diese jüngeren Bergbauaktivitäten stattgefunden haben, ist schwer zu rekonstruieren. Es dürfte sich dabei um das Revier Schusterkogel-Schlaberstatt gehandelt haben. Dafür spricht der Fund mehrerer Bergeisen (insgesamt sechs Exemplare), die bei den Surveys im Bereich Schlaberstatt mit der Metallsonde gefunden wurden – die bisher einzigen geborgenen Bergbauartefakte aus

43 Mair 1907. – Wartbichler 2013.

44 Pošepný 1880, 418.

Abb. 14. Prähistorische Bergbauhalden bei der Schlaberstatt mit dem Schusterkogel im Hintergrund. Der gelbe Punkt markiert das verbrochene und mutmaßlich neuzeitliche Stollenmundloch, Blickrichtung Nord (Drohnenfoto: M. Staudt).

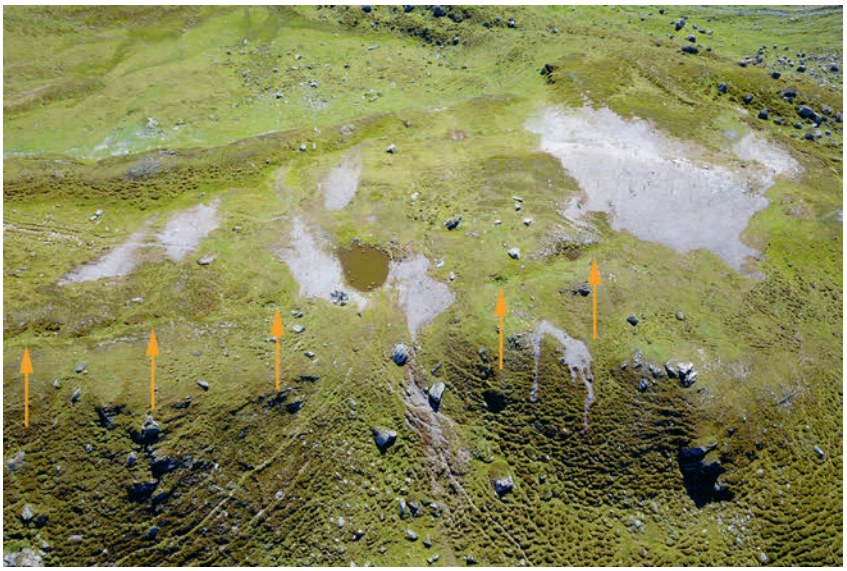

Abb. 15. Der prähistorische Pingenzug mit Halden bei der Schlaberstatt, Blickrichtung Ost (Drohnenfoto: M. Staudt).

nachchristlicher Zeit in diesem Revier. Srbik schreibt zum Bergbau Schlaberstatt nur kurz, dass ähnliche Kupfergruben wie bei „Luegegg“ auch am „Gaisstein“ zu sehen sind.[45] Ein bei der Prospektion 2020 entdecktes und teilweise verbrochenes Stollenmundloch südöstlich der Schlaberstatt kann dieser historischen Bergbauperiode zugeordnet werden[46] und könnte der bei Pošepný erwähnten Grube entsprechen (Abb. 14). Bei den spärlichen historischen Funden und Überlieferungen kann davon ausgegangen werden, dass in jüngerer Zeit in diesem Revier lediglich Erkundungen im

45 Srbik 1929, 161.

46 Aus der zugehörigen Halde stammt ein Bergeisen.

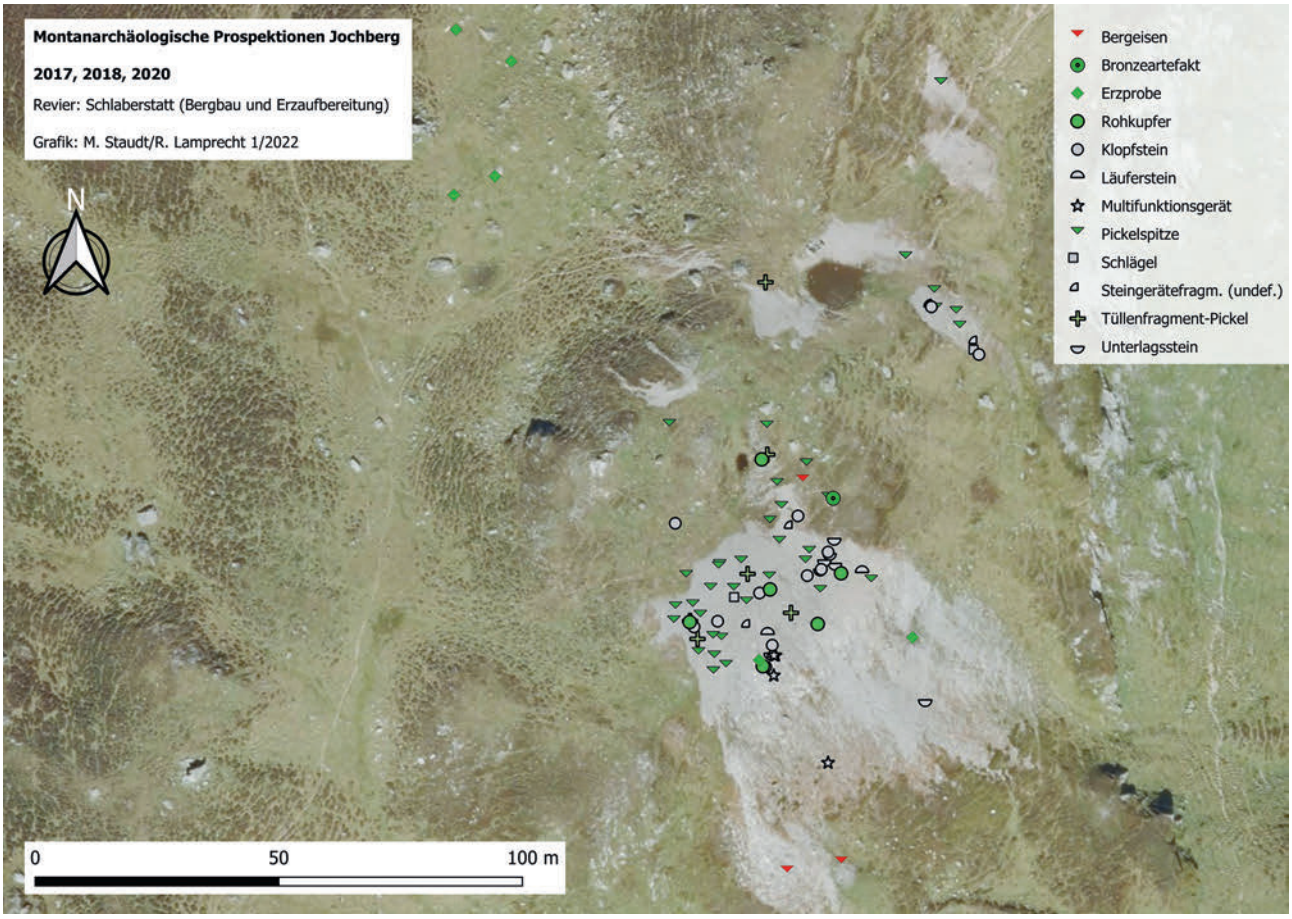

Abb. 16. Fundverteilung bei der Schlaberstatt (Grafik: M. Staudt, R. Lamprecht; Orthofoto: Land Tirol).

Bereich der prähistorischen Spuren durchgeführt worden sind, ohne dass es zur neuerlichen Aufnahme eines lohnenden Bergbaubetriebs gekommen ist.

Auf den Halden (ca. 5.700 m² offenliegend) bei der Schlaberstatt (Abb. 14) konnten weitere montanarchäologische Befunde und Funde in situ dokumentiert werden. Hierzu gehören längsorientierte Furchenpingen (ca. 115 m lang) mit östlich vorgelagerten Abraum- und Aufbereitungshalden. Die abgebauten Erzvorkommen stellen die Nord-Süd streichende Fortsetzung der Lagerstätte am Schusterkogel dar und dürften ursprünglich im Bereich des Sattels an der Schlaberstatt zu Tage getreten sein. Hierauf weisen die an einigen Stellen noch vorhandenen Überreste eines mächtigen Quarzganges hin. Wahrscheinlich hat die Erzgewinnung relativ tagnah stattgefunden.[47] Auf dem Sattel der Schlaberstatt befindet sich eine seichte Lacke von etwa 8 m Durchmesser, die heute das einzige und den Abbauspuren am nächsten liegende Wasserreservoir in dieser Höhenlage darstellt. Da die mit Wasser gefüllte Mulde genau in der Verlängerung des Pingenzuges liegt (Abb. 15), ist davon auszugehen, dass es sich ebenfalls um eine ehemalige Pinge handelt. An dieser Stelle ist auch mit einer urgeschichtlichen Erzaufbereitung (inkl. Erzwäsche) zu rechnen, worauf das teilweise kleingepochte Haldenmaterial im unmittelbaren Umfeld hindeutet. Die größte Fundkonzentration an Steingeräten aus der Aufbereitung fand sich südlich der auslaufenden Pinge auf der flächenmäßig größten Halde (Abb. 16). Die Funde lagen hier vor allem im oberen, relativ flachen Haldenbereich, aus dem auch zahlreiche abgebrochene Pickelspitzen aus Bronze sowie wenige Rohkupferbruchstücke und Pickeltüllenfragmente stammen. Eine komplett erhaltene Gewandnadel (Typ Deinsdorf, siehe Abb. 24) ergänzt das Fundspektrum und entspricht zeitlich den datierbaren Artefakten vom Schusterkogel (13. Jahrhundert v. Chr.).

Im Gegensatz zu den neuzeitlichen Bergbauhalden im unterhalb der Baumgrenze gelegenen Kupferkiesrevier Luegegg liefern die prähistorischen Halden in den

47 Dies kann anhand der jeweiligen Haldenkubatur vermutet werden.

Abb. 17. Block aus massivem Kupferkies (ca. 20 kg), geborgen in einer feuchten Senke (Foto: G. Goldenberg).

Jochberger Hochlagen nur sehr selten Erzreste in guter Qualität.[48] Bei der Prospektion 2020 konnten durch glückliche Umstände einige größere Erzpartien aufgefunden werden, deren Qualität nicht nur den einstigen Erzreichtum dieser Kupferkieslagerstätte widerspiegelt, sondern auch erklärt, warum die prähistorischen Bergleute den enormen Aufwand an Arbeit und Logistik in dieser abgelegenen Gebirgsregion betrieben haben. Unterhalb einer Felswand und südöstlich der Schlaberstatt konnte ein größerer erzhaltiger Block in ursprünglicher Lage (quasi anstehend im umgebenden Schiefer) teilweise freigelegt und beprobt werden.[49] Es handelt sich um eine relativ massive und stark mit Quarz verwachsene Kupferkiesader, die vor einer Verhüttung hätte nassmechanisch aufbereitet werden müssen. Weitere erzreiche Blöcke wurden in einer flachen Senke westlich des Pingenzuges bei der Schlaberstatt aufgefunden, die teilweise aus massivem Kupferkies bestehen (Abb. 17) und zusammen über 100 kg wiegen! Bei diesen Brocken dürfte es sich um natürlich verlagerte, erodierte Teile der ehemaligen Erzausbisszone handeln, die von den Bergleuten übersehen worden sind bzw. zur Zeit des Bergbaus nicht an der Oberfläche sichtbar waren.

5. Fundmaterial aus den Jochberger Revieren

Im Zuge von insgesamt drei Prospektionskampagnen mit einem Schwerpunkt im September 2020 war es möglich, einen repräsentativen Überblick über das auf den untersuchten Halden vorliegende urgeschichtliche Fundmaterial zu gewinnen und damit den archäologischen Nachweis für ausgedehnte und überaus umfangreiche, bis dahin im Jochberger Raum völlig unbekannte Bergbauaktivitäten aus der Bronzezeit zu erbringen. Für weiterführende Untersuchungen liegen mittlerweile 195 Pickelspitzen,[50] elf Pickeltüllen-Fragmente und 80 kleine Rohkupferbruchstücke[51] vor. 257 Steingeräte, vier Gewandnadeln aus Bronze, ein Bronzemesser, eine Pfeilspitze aus Bronze, wenige Keramikbruchstücke[52] und Tierknochenfragmente[53] runden das urgeschichtliche Fundensemble ab.

5.1. Steingeräte

Steingeräte stellen die zahlenmäßig größte Fundgruppe des Jochberger Fundkomplexes dar. Eine Auswahl aufschlussreicher Steinartefakte wurde für die Dokumentation und für weitere materialkundliche Untersuchungen geborgen, der Rest wurde in situ eingemessen, fotografiert und typologisiert (Abb. 18) und nach einer groben Bestimmung der Gesteinsart an seinem ursprünglichen Platz belassen. Insgesamt wurden bei den Surveys zwischen 2017 und 2020 257 Steingeräte aufgenommen (Abb. 19), wobei 113 Exemplare mitgenommen und 144 weniger diagnostische Objekte am Fundort verblieben sind.

Sämtliche Geräte wurden in Scheidehalden gefunden, die im Wesentlichen auf Aufbereitungsarbeiten zurückzuführen sind. Mitunter vermischen sich Bergbauhalden und Aufbereitungshalden, so dass eine eindeutige Zuordnung des Haldenmaterials zum jeweiligen Prozessschritt nicht immer möglich ist. Die meisten Steinwerkzeugfunde stammen von der Wildhochalm, vom Schusterkogel und von der Schlaberstatt. Die typologische Einordnung der Steinwerkzeuge erfolgte anhand der von Lamprecht vorgeschlagenen Typologie.[54] Dieser zufolge handelt es sich bei 3 % (7 Exemplare) um geschäftete Werkzeuge für schlagende/zerkleinernde Tätigkeiten (= „Schlägel“; Abb. 18/448, 520 und Abb. 20/454). Weitere 19 % (49 Exemplare) können als handgeführte Geräte (= „Klopfsteine“; Abb. 18/349,

48 Offenbar erfolgte das Aussortieren des Erzes durch die urgeschichtlichen Bergleute äußerst sorgfältig.

49 Geochemische Analysen zur Erzsignatur wurden bisher nicht unternommen, sollen aber im Rahmen eines geplanten Forschungsprojektes durchgeführt werden.

50 Vermutlich stellen noch weitere kleine Bronzefragmente Reste von Pickelspitzen dar, die für eine eindeutige Zuordnung jedoch zu stark fragmentiert sind.

51 Bei den kleineren Bruchstücken ist nicht immer klar ersichtlich, ob es sich um Fragmente von Gezähe aus Bronze oder um Rohkupfer handelt. Für eine exakte Ansprache wären geochemische Analysen und/oder mineralogisch-metallografische Untersuchungen erforderlich.

52 Die meisten Keramikfragmente wurden im Areal des Viehunterstandes der Wildhochalm beim Aushub der Murmeltierbaue aufgelesen. An dieser Stelle ist mit einem prähistorischen Lagerplatz zu rechnen.

53 Bei den Prospektionen in Jochberg wurden im Vergleich zu anderen prähistorischen Bergbauhalden nur sehr wenige Tierknochen geborgen: vgl. Rieser, Schrattenthaler 2002.

54 Lamprecht et al. 2022.

Abb. 18. Verschiedene Steingeräte zur Erzaufbereitung in Originalfundlage. – Schusterkogel: 349. Diabas; 355. Amphibolit; 366. Amphibolit; 448. Eklogit; 469. Amphibolit; 497. Amphibolit; 520. Granatamphibolit; 523. Amphibolit; 562. Phyllit. – Schlaberstatt: 282. Diabas. – Wildhochalm-Viehunterstand: 605. Orthogneis; 617. Orthogneis (Fotos: G. Goldenberg, R. Lamprecht; Grafik: M. Staudt).

355 und Abb. 20/115, 119) angesprochen werden. Unterlagssteine (inkl. Reibplatten) stellen mit 40 % (104 Exemplare) die größte Gerätekategorie dar (Abb. 18/366, 469, 497, 523, 562), wobei Ambosssteine mit 70 Exemplaren und Mahl- bzw. Reibsteine mit 34 Exemplaren repräsentiert sind. „Ostalpine Läufersteine“ (Abb. 18/282, 605, 617 und Abb. 20/204, 504, 572, 640) sind mit 11 % (28 Exemplare) vertreten, während nur ein Wetz- bzw. Glättstein (1 %) gefunden wurde. 26 % (68 Exemplare) ließen sich keiner Kategorie zuordnen, waren allerdings aufgrund des Materials und entsprechender Gebrauchsspuren als Reste von Steingeräten zu identifizieren. Darunter befinden sich auch Multifunktionswerkzeuge (Abb. 20/266, 288, 289, 423, 501), von denen 13 Exemplare dokumentiert werden konnten.

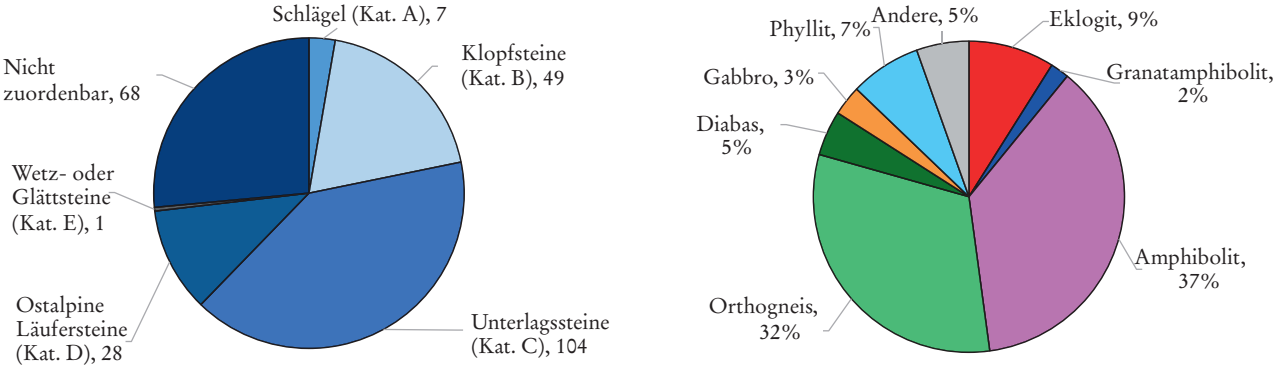

Abb. 19. Verteilung der Steingeräte nach Kategorien (links) und nach verwendetem Rohmaterial (rechts) (Grafik: R. Lamprecht).

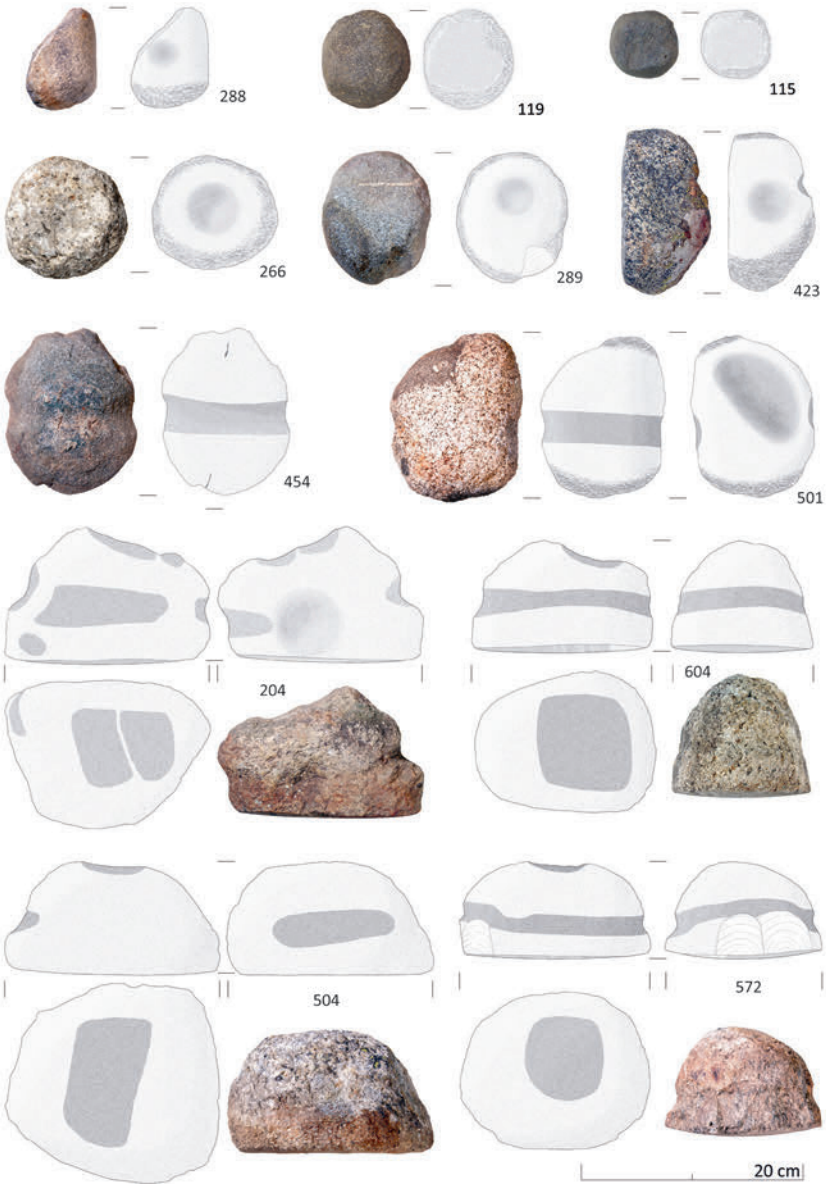

Abb. 20. Steingeräte aus dem Bergbaurevier Jochberg. – Klopfsteine: 115. Eklogit (Schusterkogel); 119. Amphibolit (Schusterkogel). – Multifunktionsgeräte: 266. Orthogneis (Schlaberstatt); 288. Amphibolit (Schusterkogel); 289. Amphibolit (Schusterkogel); 423. Gabbro (Schusterkogel); 501. Orthogneis (Schusterkogel). – Schlägel: 454. Amphibolit (Schusterkogel). – Läufersteine mit Schäftungsspuren: 204. Orthogneis (Wildhochalm-Pingenzug); 504. Orthogneis (Schusterkogel); 572. Orthogneis (Schusterkogel); 604. Orthogneis (Wildhochalm-Viehunterstand) (Grafik: R. Lamprecht, M. Staudt).

Im Vergleich zu den Unterinntaler Fahlerzlagerstätten[55] kommen im Jochberger Fundkomplex sehr wenige Schlägel vor.[56] Im dokumentierten Fundinventar der Kelchalm lässt sich dieser Gerätetyp nicht beobachten.[57] Im Fahlerzrevier von Schwaz-Brixlegg kamen Schlägel größtenteils bei Aufbereitungsarbeiten zum Einsatz und fanden sich verhältnismäßig nur sehr selten unter Tage. Im Mitterberger Revier werden Schlägel dem Bergbau und einer groben Aufbereitung zugeordnet.[58] Die Zahl der Unterlagssteine, die den größten Teil der Geräte aus den Jochberger Revieren ausmachen, ist außergewöhnlich hoch. Die Kombination von Unterlagsstein (Amboss- bzw. Mahl- und Reibstein) mit Klopfstein, Schlägel und Läuferstein wurde zur Erzaufbereitung, dem Scheiden von taubem und erzreichem Material, eingesetzt. Werkzeuge wie Klopfsteine und Wetz- bzw. Poliersteine konnten auch für die Wartung und Reparatur von Werkzeugen verwendet werden. Während Klopfsteine generell sehr weit verbreitet sind und für eine Vielzahl von Einsatzzwecken genutzt wurden, sind die „ostalpinen Läufersteine" eine regionalspezifische Besonderheit mit einer auffallend einheitlichen Form und charakteristischen Schäftungsmodifikationen.[59] Für den Abbau des Erzes bzw. des erzführenden Gesteins spielten Steingeräte in den Jochberger Revieren offensichtlich keine Rolle; hier wurden in erster Linie bronzene Tüllenpickel verwendet, deren abgebrochene Spitzen in großer Zahl auf den Halden gefunden werden können.

Bei der Wahl des Rohmaterials[60] für die Herstellung von Steingeräten gibt es deutlich erkennbare Muster. Rohmaterial, das sich für die Herstellung von Steingeräten eignet, stammt meist nicht aus der Region, sondern wurde aus angrenzenden Gebieten zu den prähistorischen Kupfererzabbau- und Aufbereitungsstätten transportiert. Dies gilt vor allem für Amphibolit, Granatamphibolit und Eklogit, also metamorphe Gesteine, die ihren Ursprung unter anderem im über hundert Kilometer entfernten Ötztal haben. Folglich finden sich geeignete Gerölle nur in den Schotterbänken des Inns und einiger seiner südlichen Zuflüsse sowie auch in postglazialen Ablagerungen entlang des Inntals. Insbesondere Granatamphibolit und Eklogit eigneten sich aufgrund ihres hohen spezifischen Gewichtes und ihres zähen Gefüges für den Einsatz als schlagende Werkzeuge. Orthogneis hingegen, der vor allem zur Herstellung von Unterlagssteinen und „ostalpinen Läufersteinen" verwendet wurde, kommt im Bereich des Tauernfensters südlich des Pass Thurn vor und wurde vermutlich durch die Gletscheraktivität der letzten Eiszeit in das Jochberger Gebiet transportiert, wo er noch heute in der Jochberger Ache zu finden ist. Zu den lokal anstehenden und für Steingeräte verwendeten Gesteinen in der Umgebung der Abbaugebiete in Jochberg gehören Phyllit, Sandstein und Diabas. Letzterer könnte aus dem Gebiet des Geißsteins stammen, während Sandstein z. B. in der Gegend der Schlaberstatt vorkommt. Somit dürfte ein Teil des Rohmaterials für Steingeräte aus dem Unterinntal zu den Bergwerken in Jochberg transportiert worden sein.[61]

5.2. Metallfunde

5.2.1. Pickelfragmente aus Bronze

Durch den Einsatz einer Metallsonde konnten zahlreiche meist kleinteilige Kupfer- und Bronzefragmente aus den Halden geborgen werden, die für die Interpretation der Abläufe im Bergbaubetrieb sowie für die Datierung wichtige Informationen liefern. Hierzu zählen in erster Linie zahlreiche abgebrochene Pickelspitzen und Bruchstücke von Tüllen von Bronzepickeln (Abb. 21–22).

Die bronzenen Pickelspitzen stammen offensichtlich von Tüllenpickeln, wie sie im Kupferbergbau der Bronzezeit (vor allem in schiefrigem Nebengestein) verbreitet in Anwendung waren[62] und belegen die prähistorische Zeitstellung der Befunde. Die dokumentierten und zumeist verbogenen Pickelspitzen sind selten bis zu mehrere Zentimeter lang erhalten. Bis auf wenige Fälle waren Tüllenpickel bis zur Entdeckung der prähistorischen Bergbaureviere von Jochberg aus den Nordtiroler Kupferkiesrevieren nicht bekannt.[63] Während die Fragmente zu klein sind, um die ursprüngliche Größe und Form der Gezähe rekonstruieren zu können, kann die Formansprache anhand der dokumentierten Tüllenbruchstücke erfolgen. Diese sind unterschiedlich dick gegossen und zeigen in zwei Fällen noch die rechteckige Form der Tülle an. Einige der Tüllenfragmente sind mit einer horizontalen Leiste im Randbereich oder knapp unterhalb versehen und teilweise innen abgeschrägt.

55 Staudt et al. 2019a, Fig. 21, 24.

56 Lamprecht 2019.

57 Klaunzer 2008, 158.

58 Stöllner et al. 2012a, 126–127 und Abb. 15. – Stöllner 2019, Fig. 2.

59 Lamprecht 2020, 35–40.

60 Der Großteil des Rohmaterials der Steingeräte war im Gelände makroskopisch von Gert Goldenberg bestimmt worden. Die restlichen Funde wurden von Peter Tropper (Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Innsbruck) bestimmt.

61 Lamprecht et al. 2022.

62 Stöllner, Schwab 2009. – Thomas 2018, 231–233.

63 Ein kleines Pickelspitzenfragment wurde im Bereich der Kelchalm gefunden (Freundliche Mitteilung Hanspeter Schrattenthaler). – Siehe auch Koch Waldner, Klaunzer 2015, Abb. 3. – Koch Waldner 2017, 167–168. – Stöllner 2022, Fig. 6.

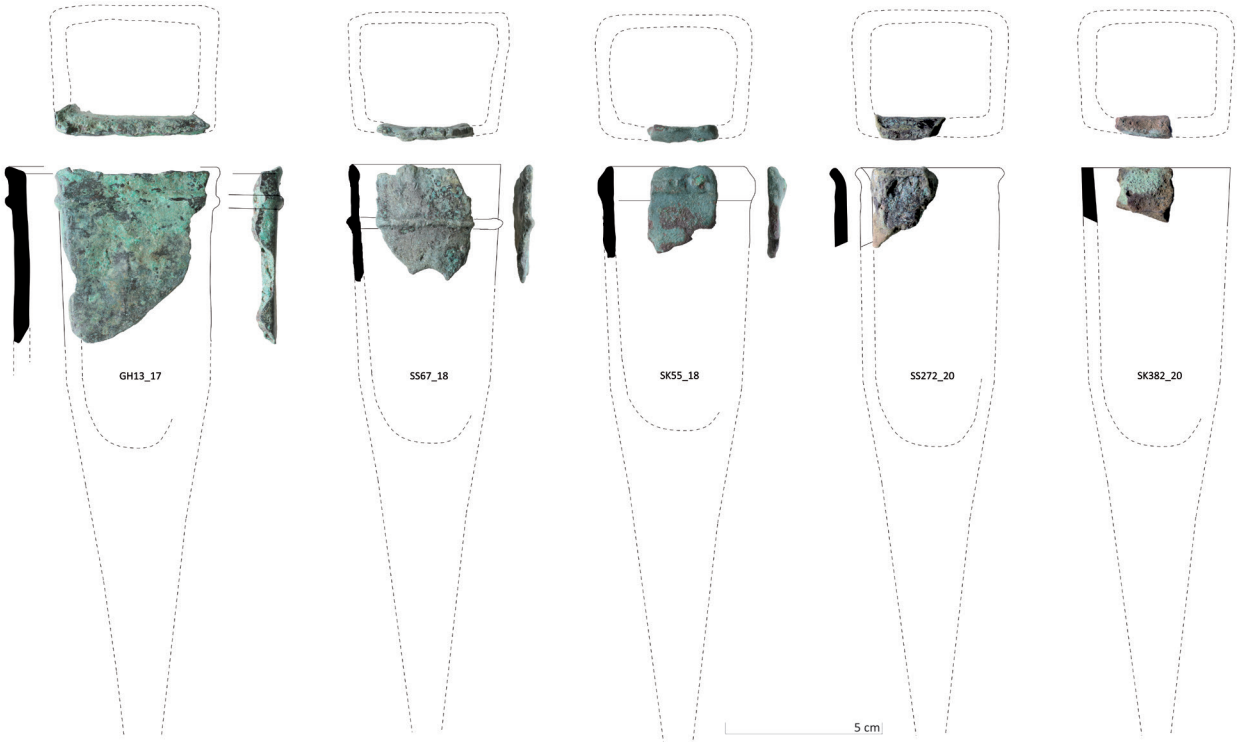

Abb. 21. Rekonstruktionsversuche von Tüllenpickeln nach den 2017 bis 2020 aufgefundenen Fragmenten aus dem Jochberger Bergbaurevier. – GH13_17: Gamshag. – SS67_18, SS272_20: Schlaberstatt. – SK55_18, SK382_20: Schusterkogel (Grafik: M. Staudt).

Tüllenpickel sind bislang vor allem aus dem Umfeld des großen Kupferproduzenten aus dem Mitterberger Gebiet bei Salzburg, aus der Steiermark, aus Oberösterreich, aus Bayern (Deutschland)[64] und in einem Fall aus dem Tiroler Unterinntal[65] bekannt. Dieser Gezähetyp wird dort in die mittlere bis späte Bronzezeit datiert.[66] Die typologisch sehr ähnlichen bis identischen Artefakte von den Jochberger Halden am Gamshag, am Schusterkogel und bei der Schlaberstatt entsprechen dem in der einschlägigen Literatur beschriebenen Pickel vom Typ „Mitterberg“[67] und mit den oben beschriebenen Leisten teilweise der Variante „Pass Lueg“. Tüllenpickel stellen den klassischen Gezähetyp in den Salzburger und Nordtiroler Kupferkiesrevieren dar, wohingegen Lappenpickel typisch für den Salzbergbau in Hallstatt sind.[68]

Die sehr zahlreich aufgefundenen abgebrochenen Pickelspitzen von Jochberg (Abb. 22) liefern aufschlussreiche Informationen zum Material (Zinnbronze) und zum Verschleiß des Arbeitsgerätes, das häufig repariert oder erneuert werden musste. Der Großteil der Pickelspitzen ist unterschiedlich stark verbogen und weist entweder einen dreieckigen oder rechteckigen Querschnitt auf. Fragmente mit dreieckigem Querschnitt sind verhältnismäßig klein. Offensichtlich handelt es sich bei diesen Funden um von einer dickeren Spitze (mit ursprünglich rechteckigem Querschnitt[69]) längs zur Schlagrichtung abgesplitterte Fragmente. Dazu gesellen sich abgebrochene Objekte, die im Profil rechteckig erscheinen. Der Grad und die Orientierung der Verbiegungen deuten einen spitzen Schlagwinkel an.

Die vielen abgebrochenen Pickelspitzen aus den Jochberger Revieren legen nahe, dass das Gezähe zum Abbau harter, quarzreicher Erzgänge eingesetzt wurde. Neben der Härte des abgebauten Gesteins spielt allerdings auch die Intensität des Gebrauchs der Pickel eine Rolle für den offensichtlich häufigen Bruch der Spitzen. Ergebnisse materialkundlicher Untersuchungen an ostalpinen Bergbaupickeln, die zum besseren Verständnis des Bruchverhaltens der zinnhaltigen Legierung beitragen können, wurden

64 Mayer 1977, Taf. 92/1353–1355. – Stöllner, Schwab 2009, Abb. 1–3. – Reschreiter et al. 2018, Abb. 5. – Stöllner et al. 2016, Fig. 13.

65 Goldenberg, Staudt, Grutsch 2019, Abb. 2. – Staudt et al. 2019a, Fig. 24.

66 Stöllner, Schwab 2009, 151–159. – Thomas 2018, 231–233.

67 Mayer 1977, 226–227. – Thomas 2018, Abb. 218.

68 Reschreiter et al. 2018.

69 Die abgesplitterten Objekte zeigen zumeist eine gerade Seite oder zwei Seiten im rechten Winkel. Dabei handelt es sich um die originale Querschnittskante der Pickelspitze.

Abb. 22. Auswahl an abgebrochenen Pickelspitzen vom Jochberger Bergbaurevier. – 6-2: Teufelssprung. – 18, 20, 25, 645, 656: Gamshag. – 37, 64, 325, 373, 376, 386, 404, 408, 488, 555, 570: Schusterkogel. – 70, 230, 240, 267, 275, 292, 295, 296: Schlaberstatt. – 210, 221, 223: Wildhochalm-Pingenzug (Grafik: M. Staudt, R. Lamprecht).

von Thomas Stöllner und Roland Schwab vorgelegt.[70] Die Herstellung dieses Gezähetyps erfolgte nach Olivier Klose in tieferen Lagen und im Einschalenguss (offener Herdguss).[71] Experimente von Hans Reschreiter und Kollegen zur Herstellung von Tüllenpickeln[72] bestätigen, dass ein stehender Guss über den Kern und in eine gedeckte Sandsteinform zu den gewünschten Ergebnissen führt. Die Gussmerkmale (Vertiefungen und Oberflächenstruktur) der bei den Experimenten produzierten Pickel lassen sich gut mit den Originalen vergleichen.[73] Dieselben Resultate können auch mit einem Guss in verlorener Form erzielt werden.[74] Nach dem Guss wurde der Pickel vermutlich nachgeglüht und die Spitze wurde ausgeschmiedet und geschärft.[75]

Da beschädigte Tüllenpickel mit abgebrochener Spitze von den hochgelegenen Abbaustellen in Jochberg nicht täglich zum „Einschmelzen“ und „Neu-Gießen“ ins Tal befördert werden konnten, ist anzunehmen, dass – wie in den mittelalterlichen und neuzeitlichen Bergbaurevieren – kleine „Bergschmieden“ in der Nähe der Abbaue betrieben wurden. Hier konnte das Gezähe „vor Ort“ durch Glühen

70 Stöllner, Schwab 2009, 151.
71 Klose 1918, Fig. 30.
72 Reschreiter et al. 2018.
73 Reschreiter et al. 2018, 9–30.
74 Reschreiter et al. 2018, 30. – Anhand der Originalobjekte kann nur bedingt auf das Material der Gussform rückgeschlossen werden.
75 Reschreiter et al. 2018, 30.

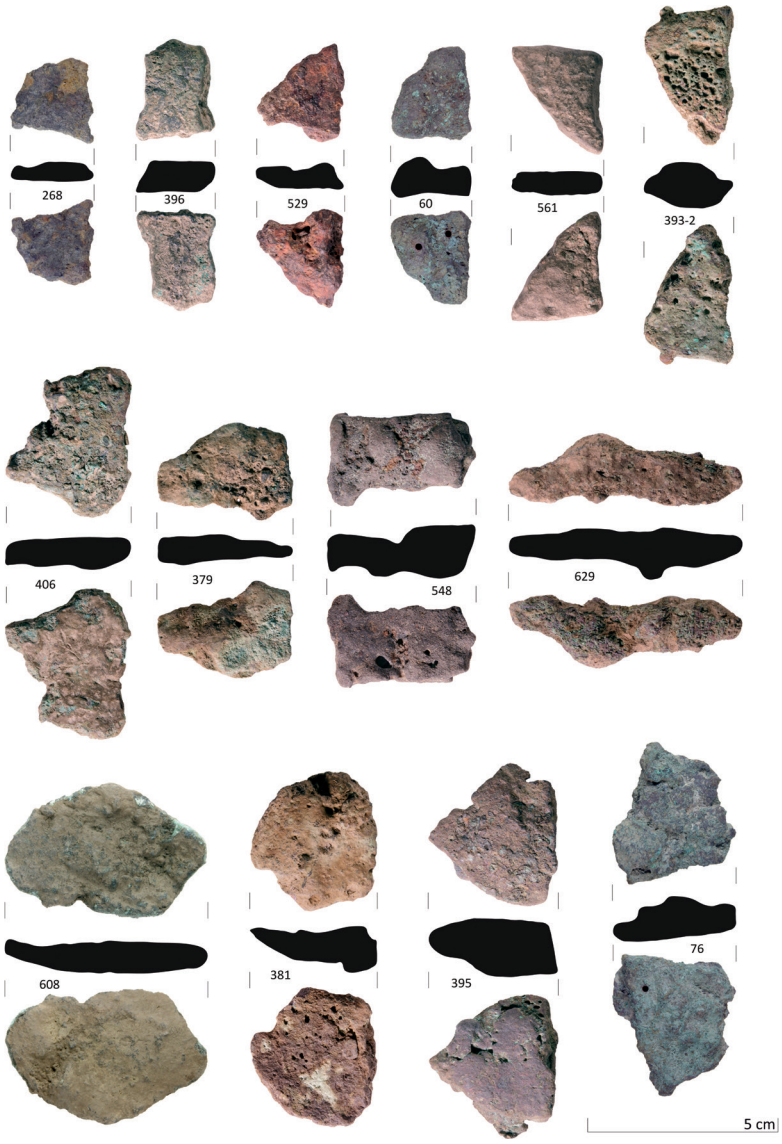

Abb. 23. Auswahl an Rohkupferbruchstücken vom Jochberger Bergbaurevier. – 60, 379, 381, 393-2, 395, 396, 529, 548, 561: Schusterkogel. – 76, 268: Schlaberstatt. – 608: Wildhochalm-Viehunterstand. – 629: Wildhochalm-Pingenzug (Grafik: M. Staudt, R. Lamprecht).

und Schmieden wieder zugespitzt bzw. zur weiteren Verwendung repariert werden. Derartige Reparaturen werden auch für die Mitterberger Pickel angenommen[76] und sind bei zwei Pickeln vom Pass Lueg angedeutet.[77] Peter Thomas sieht darin typologische Merkmale mit einem oberen Tüllenteil und einer abgesetzten Spitze.[78]

Die tendenziell größeren rechteckigen Pickelspitzen sind bis zu einer Länge von 6 cm erhalten und am hinteren Ende meist mit rechtem Winkel quer zur Schlagrichtung abgebrochen. Auffällig sind die unterschiedlich gestalteten Querschnitte (quadratisch, rechteckig-flach, trapezförmig, abgerundet etc.). Bei manchen Formen, wie den sehr flachen Typen (z. B. Abb. 22/408, 488, 555) ist es fraglich, ob diese von den oben beschriebenen Tüllenpickeln stammen oder ob sie einen noch unbekannten Gerätetyp repräsentieren (z. B. Meißel, Keil, Brechstange). Nahezu entsprechende Gezähespitzen sowie Rohkupferfragmente wurden 2023 im Bergbaurevier von Vetriolo (Trentino, Italien) gefunden.[79] Bei montanarchäologischen Untersuchungen im prähistorischen Kupferbergwerk von Great Orme (Llandudno, Wales) wurden aufgelesene kleine Bronzefragmente als abgebrochene „Bärte“ von „Meißeln“ interpretiert. Zu diesen

76 Stöllner, Schwab 2009, 164.
77 Reschreiter et al. 2018, 24 und Abb. 5, 12–13.
78 Thomas 2018, 231 und Abb. 216/3–4.

79 Freundliche Mitteilung Aydin Abar (Institut für Archäologien, Universität Innsbruck) und Elena Silvestri (Unità di missione strategica soprintendenza per i beni e le attività culturali, Trento).

Funden gesellen sich zudem verbogene Pickelspitzen aus Bronze.[80]

Spannend ist der Fund einer großen Jochberger Pickelspitze (Abb. 22/295), deren Oberfläche neben gut sichtbaren Gebrauchsspuren eine andersartige Patina aufweist. Nach der Restaurierung wurde an der Bruchstelle sowie auch an der Spitze deutlich, dass sich der Kernbereich vom äußeren Metall abgrenzt. Es erweckt den Anschein, als hätte man versucht, eine an- oder abgebrochene Pickelspitze mit einer Ummantelung durch Übergießen mit neuem Metall zu reparieren. Zur Mehrheit der größeren Fundobjekte mit rechteckigen bis quadratischen Querschnitten finden sich erneut gute Vergleiche im Umfeld der bronzezeitlichen Kupferbergbaureviere am Mitterberg in Salzburg,[81] wohingegen diese Spitzen nicht mit Pickelspitzen aus den Salzbergwerken vergleichbar sind.[82]

Das umfangreiche Fundmaterial aus den Jochberger Revieren liefert ein hervorragendes Ausgangsmaterial, um mithilfe von metallurgischen und metallografischen Analysen detaillierte Erkenntnisse zur Legierung, zur Herstellung, zum Gebrauch und zur Reparatur der Bronzepickel zu erlangen.

5.2.2. Rohkupfer

Einen besonderen Stellenwert nehmen die zahlreichen unterschiedlich großen Rohkupferbruchstücke (Durchmesser bis ca. 6 cm) aus dem Haldenmaterial ein (Abb. 23). Diese entsprechen von der Oberfläche und Form her am ehesten kleinen „Gusskuchen“, wobei es sich um Produkte von nahegelegenen und topografisch tiefer gelegenen Verhüttungsplätzen handeln dürfte. Zumeist liegen diese in fragmentiertem Zustand vor. Das zahlreiche Auffinden dieser Objekte kann nicht mit Verlustfunden allein erklärt werden, da die Anzahl der geborgenen Artefakte zu hoch erscheint.

Solche Rohkupferfragmente kommen auf allen in diesem Beitrag beschriebenen Fundstellen in unterschiedlicher Anzahl vor, wobei die jeweilige Verteilung auch vom Bewuchs der Halden abhängig ist. Nach Auswertung der Fundverteilungskarten treten diese Objekte tendenziell etwas häufiger im Umfeld von Abbaustellen auf. Gleichartige Rohkupferbruchstücke wurden auch bei den Grabungen von Pittioni bei der Kelchalm/Bachalm gefunden[83] und entsprechen vom Aussehen und vom Fundkontext her den Artefakten von Jochberg. Vergleichbare Artefakte sind auch vom Mitterberg[84] und aus Vetriolo[85] bekannt.

Die Tatsache, dass im Falle der Jochberger Funde keinerlei Hinweise auf Verhüttungsaktivitäten vor Ort vorliegen, lässt Spielraum für die Hypothese, dass es sich eventuell um Opfergaben handeln könnte, die die Bergleute ihren Göttern dargeboten haben, um Schutz bei der gefährlichen Arbeit unter Tage und eine reiche Ausbeute zu erbitten. Denkbar wäre auch eine symbolische Rückgabe von metallischem Kupfer an die „Mutter Erde“, aus der das Erz zuvor entnommen worden war. Solche Szenarien sind aus ethnoarchäologischen Zusammenhängen vielfach belegt[86] und deshalb nicht grundsätzlich von der Hand zu weisen.

Aus materialkundlicher Sicht bietet diese spezielle Fundgruppe die Möglichkeit, eine geochemische Charakterisierung des in der Jochberger Region produzierten Kupfers zu erarbeiten.

5.2.3. Gewandnadeln, Messer und Pfeilspitze

Bei den Geländesurveys konnten auf den Halden der prähistorischen Bergbaureviere bei Jochberg neben den Pickelfragmenten weitere Bronzeobjekte aufgefunden und dokumentiert werden (Abb. 24). Darunter befinden sich ein Nadelfragment mit Kugelkopf (Abb. 24/SK47_18) sowie drei komplett erhaltene Gewandnadeln. Bei Letzteren handelt es sich um eine Nadel mit geschwollenem, ungelochtem Hals (Typ Deinsdorf) von der Schlaberstatt (Abb. 24/SS71_18) sowie um eine Kugelkopfnadel mit strichverziertem Halsbereich (Abb. 24/SK45_18) und eine kleine Knotennadel (Abb. 24/SK350_20) vom Schusterkogel. Alle drei Nadeltypen datieren grob in die Übergangszeit zwischen der mittleren und späten Bronzezeit bzw. in die Frühphase der späten Bronzezeit, also ins 14./13. Jahrhundert. v. Chr.[87] Bei archäologischen Grabungsarbeiten bei einer Bergehalde am Grießfeld (Mitterberg) wurde eine vergleichbare Gewandnadel mit geschwollenem Hals aufgelesen.[88] Als Leitfund für den Beginn der späten Bronzezeit kann ein am Schusterkogel gefundenes Riegseemesser gelten[89] (Abb. 24/SK410_20), das an seiner Spitze zwei für diesen Messertyp charakteristische Schneiden aufweist.

80 Jowett 2017.
81 Stöllner, Schwab 2009, Abb. 1–4.
82 Mayer 1977, Taf. 93/1357–1383.
83 Pittioni, Preuschen 1947, Taf. 5. – Preuschen, Pittioni 1954, Abb. 27. – Pittioni 1968, Abb. 16.
84 Klose 1918, Abb. 42/8–11.
85 Bellintani et al. im Druck.
86 Z. B. Anfinset 2011, 40–42. – Van Gijseghem, Whalen 2017, 272–273. – López et al. 2018, 90–91.
87 Sperber 1977, Taf. 49/3; 86/3; 105/3. – Sperber 1987, 64, 116. – Říhovský 1979, 74–95, 102–107.
88 Stöllner 2011, Abb. 16.
89 Wagner 1943, 23, 48. – Müller-Karpe 1959, 135 und Taf. 180/E, H.

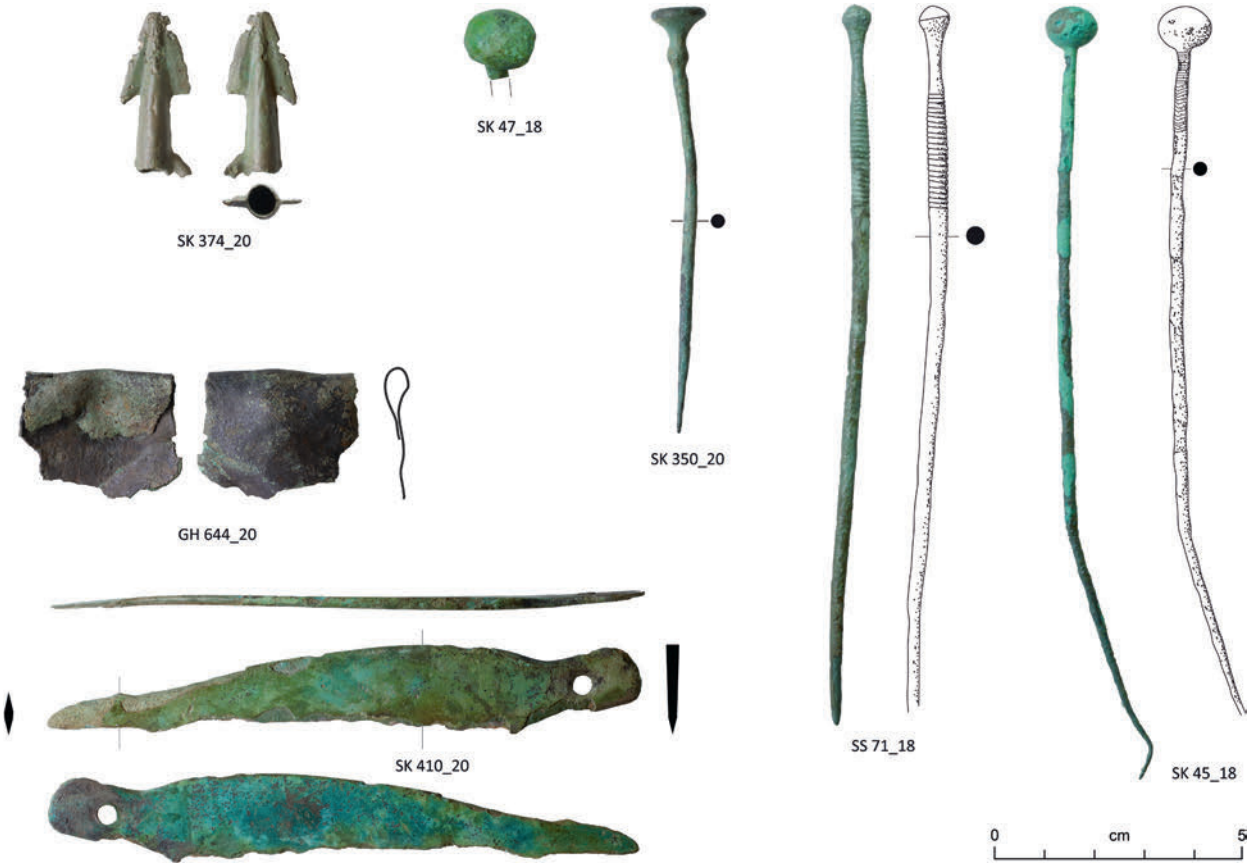

Abb. 24. Bronzefunde vom Jochberger Bergbaurevier. – Blechfragment GH 644_20: Gamshag. – Kugelkopfnadeln SK 45_18, SK 47_18, Knotennadel SK 350_20, Pfeilspitze SK 374_20, Riegseemesser SK 410_20: Schusterkogel. – Nadel mit geschwollenem Hals SS 71_18: Schlaberstatt (Grafik: M. Staudt).

Zwei vergleichbare Riegseemesser sind vom nicht weit entfernten prähistorischen Bergbaurevier Kelchalm/Bachalm[90] und vom Troiboden beim Mitterberg bekannt.[91] Neben wenigen Bronzeblechfragmenten, die Überreste eines ehemaligen Gefäßes darstellen könnten (Abb. 24/GH644_20), ist noch eine zweiflügelige Pfeilspitze mit Schafttülle zu erwähnen (Abb. 24/SK374_20), die in etwa zeitgleich wie die Nadeln und das Messer datiert.[92]

6. Erste materialkundliche Analysen an Pickelspitzen und Rohkupferfragmenten

6.1. Pickelspitzen

Aufgrund der großen Menge an aufgefundenen Pickelspitzen (195 Exemplare) bietet sich das Material für systematische materialkundliche Untersuchungen an. Von besonderem Interesse sind dabei die Fragen nach der Zusammensetzung der Legierung (Zinngehalte, Spurenelemente), der Herstellungstechnik (Gießen, Schmieden) und den Materialeigenschaften (Anwendung und Abnutzung). Um das Potential des Fundmaterials für weiterführende Untersuchungen in Hinblick auf die Bearbeitung solcher Fragestellungen zu erschließen, wurden von einigen Jochberger Pickelspitzen erste polierte Anschliff-Präparate angefertigt und von Gert Goldenberg, Peter Tropper und Martina Tribus mineralogisch und geochemisch mit dem Auflichtmikroskop und der Elektronenstrahlmikrosonde untersucht.[93] Bei der Betrachtung unter dem Mikroskop weisen bei den untersuchten Proben (Abb. 25/GH4_17, GH5_17, SS68_18) deutlich gebogene längsorientierte Gefüge-Strukturen auf eine Treibarbeit bzw. ein Ausschmieden der Spitzen hin. Bei den orientierten Einlagerungen in der Bronze handelt es sich um Kupfersulfid-Einschlüsse,

90 Pittioni 1968, Abb. 16. – Klaunzer 2008, Taf. 33/201–202. – Koch Waldner 2017, Taf. 34/4.20–21.

91 Stöllner et al. 2013, Abb. 102/2. – Stöllner 2019, Fig. 19/2.

92 Říhovský 1996, 110–123.

93 Institut für Mineralogie und Petrographie an der Universität Innsbruck.

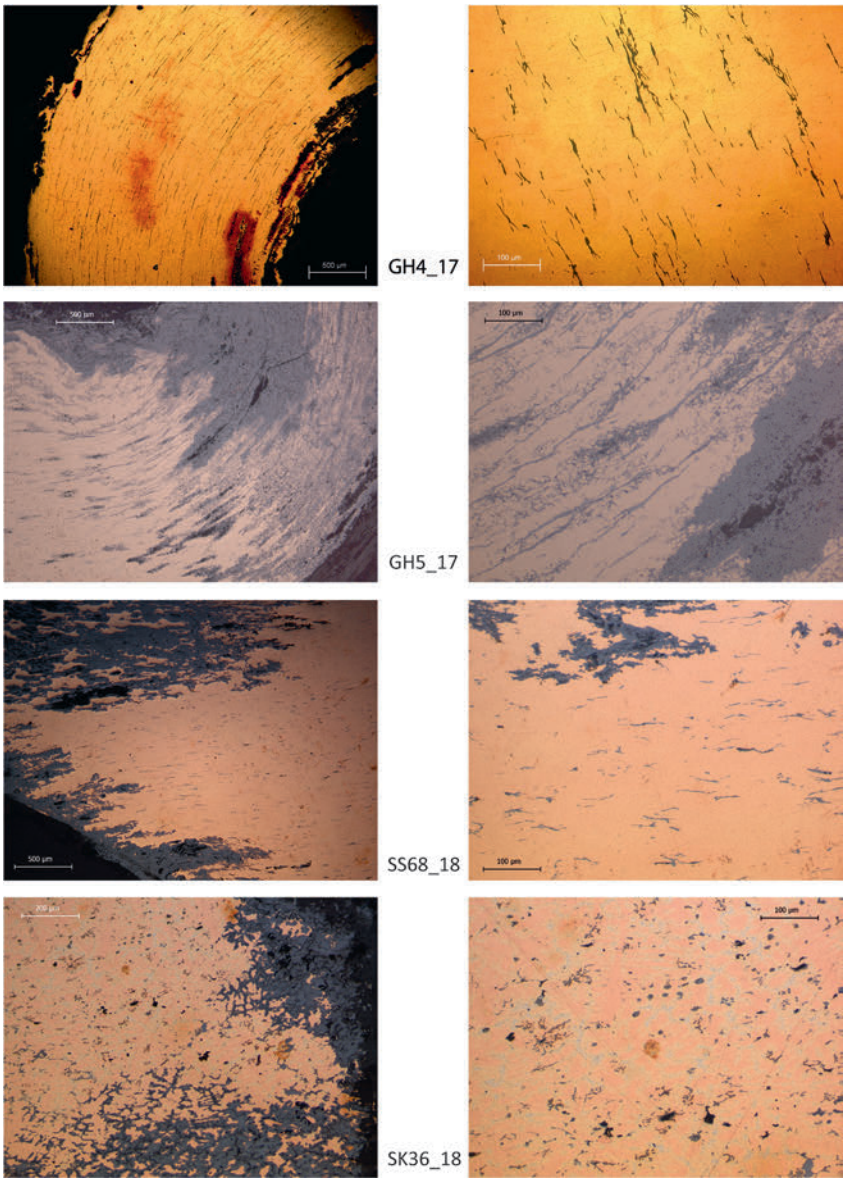

Abb. 25. Polierte Anschliffe von Pickelspitzen im Auflichtmikroskop. Eine Längsorientierung von Kupfersulfid-Einschlüssen (grau) in der Bronze weist auf ein Ausschmieden der Pickelspitzen hin. – GH4_17 und GH5_17 stark überschmiedet, SS68_18 leicht überschmiedet. Probe SK 36_18 besteht aus einer zweiphasig entmischten CuSn-Legierung mit Kupfersulfideinschlüssen (dunkelgrau) ohne Orientierung (nicht überschmiedet). – GH4_17, GH5_17: Gamshag. – SS68_18: Schlaberstatt. – SK36_18: Schusterkogel (Fotos: G. Goldenberg).

die als Rückstände bei der Verhüttung von Kupferkies zu Rohkupfer interpretiert werden können. Die Bronze selbst weist einen Zinngehalt zwischen 4,8 und 6,9 Gew.-% Sn im Kupfer auf (Mittelwert: 5,7 Gew.-% Sn). Offenbar handelt es sich bei diesen Proben um Spitzen, die entweder nach dem Guss des Pickels und vor dessen Gebrauch überschmiedet wurden, oder im Falle eines Bruches durch Glühen und Ausschmieden repariert bzw. neuerlich zugespitzt wurden.

Ein anderes Bild ergibt die Untersuchung der Pickelspitze SK36_18 (Abb. 25). Bei diesem Objekt ist keine Orientierung des inneren Gefüges erkennbar. Vielmehr dürfte es sich bei diesem Fund um die Spitze eines gegossenen Pickels handeln, die offensichtlich vor seiner Verwendung keine Überschmiedung erfahren hat. Die hier ebenfalls vorhandenen Kupfersulfid-Einschlüsse liegen orientierungslos in einer zweiphasig entmischten Bronze vor: Neben zinnarmer Bronze mit einem Zinngehalt um 2 Gew.-% Sn zeigt sich eine entmischte zinnreiche Phase mit Zinngehalten um 30 Gew.-% Sn.

Die chemische Zusammensetzung[94] einiger Tüllenpickel aus dem Salzburger Raum zeigt, dass die Geräte unterschiedlich stark mit Zinn legiert sein können, wobei ein zinnärmeres Objekt aus 97 Gew.-% Cu und 3 Gew.-% Sn besteht.[95] Der durchschnittliche Zinngehalt von insgesamt 14 untersuchten Pickeln liegt dort bei 4,6 Gew.-% Sn.

94 Mit der energiedispersiven Röntgenfluoreszenzanalyse (EDRFA) ermittelt.

95 Stöllner, Schwab 2009, Tab. 6.

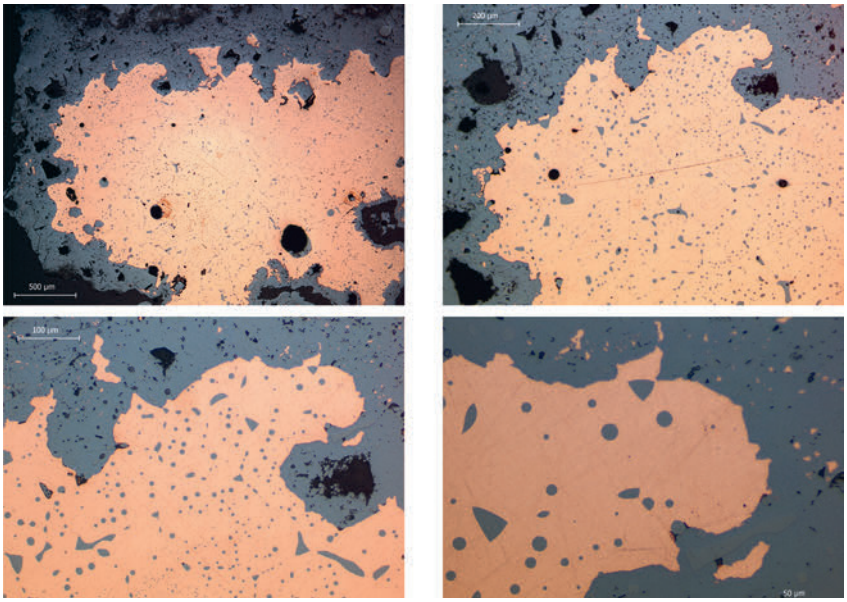

Abb. 26. Polierter Anschliff eines Rohkupferfragments (SK 56_18) im Auflichtmikroskop. Zu sehen ist relativ reines Kupfer (99 Gew.-% Cu) mit entmischten Kupfersulfid-Einschlüssen (grau, Cu_2S) vom Schusterkogel; Kupfer randlich korrodiert (oxidierte Phasen, grau) (Fotos: G. Goldenberg).

6.2. Rohkupferfragmente

Eine gesicherte Unterscheidung von Bronze und Rohkupfer im Jochberger Fundmaterial war erst durch eine vergleichende Analyse ausgewählter Proben möglich. Erste Analysen[96] an Metallspänen (Bohrproben) von den auf den Jochberger Halden aufgelesenen und zunächst als „Rohkupfer" angesprochenen Funden (Joachim Lutz, Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie in Mannheim) ergaben einen hohen Reinheitsgrad des Kupfers zwischen 98 und 99 Gew.-% Cu bei nicht vorhandenem Zinngehalt (< 0,06 Gew.-% Sn). Unter dem Auflichtmikroskop im polierten Anschliff zeigt sich im Gegensatz zu den Pickelspitzen aus Bronze mit Schmiedetexturen ein Gefüge ohne Orientierung, wie es beim Erstarren des Kupfers aus einer Metallschmelze zu erwarten ist. In einer Probe vom Schusterkogel (Abb. 26/SK56_18) sind im Kupfer (99 Gew.-% Cu, mit der Mikrosonde gemessen) zahlreiche Kupfersulfid-Entmischungen zu erkennen. Diese weisen in Verbindung mit der fehlenden Fahlerzsignatur (nur geringe Spuren von Sb und Ag) im analysierten Kupfer auf eine Verhüttung von Kupferkies zur Gewinnung des Rohkupfers hin.

Die gemessenen Werte entsprechen unter Berücksichtigung der niedrigen Sb- sowie Ag-Werte dem von Lutz definierten Kupfertyp „Kitzbühel"[97] (Tab. 1/MA-190968, MA-192298, MA-192299) und lassen sich gut mit anderen von Lutz analysierten Gusskuchen und Erzproben aus dem Kitzbüheler Revier vergleichen.[98] So besteht ein untersuchtes Rohkupferfragment von der Bachalm (Aurach) ebenfalls aus 99 Gew.-% Cu und zeigt eine vergleichbare geochemische Signatur (Tab. 1/MA-190967).

Systematische Analysen an den zahlreich geborgenen Rohkupferfragmenten sollen in naher Zukunft im Rahmen eines Folgeprojektes eine detaillierte geochemische Charakterisierung (Spurenelemente, Bleiisotopie) dieses Kupfers aus Jochberg ermöglichen. Da sich der geochemische „Fingerprint" der Erze auf dem Weg zum Metall durch die Hochtemperaturprozesse während der Verhüttung bis zu einem gewissen Grad verändern kann, repräsentiert die Zusammensetzung des lokal gewonnenen Rohkupfers am ehesten die innerhalb und außerhalb des Alpenraums verbreitete Handelsware.[99] Nach Lutz liefern deshalb Analysen von Rohkupfer verlässlichere Daten zur Provenienz des Rohstoffs für die Kupfergewinnung als Untersuchungen an Erzproben.[100]

7. Datierung der Fundstellen

Allgemein lassen sich die prähistorischen Fundobjekte aus den Jochberger Bergbaurevieren typologisch sehr gut mit jenen von der Kelchalm/Bachalm bei Aurach sowie aus

96 Röntgenfluoreszenzanalysen, EDRFA.

97 Die Werte entsprechen allerdings auch den analysierten Erzen aus Viehhofen und vom Mitterberg (Lutz 2016, Abb. 4). Die niedrigen Sb-Werte (≤ 0,055 Gew.-%) könnten jedoch auf eine Verhüttung von Nordtiroler Kupferkies (Kelchalm/Jochberg) hinweisen. Eine genauere Differenzierung der Erzsignaturen kann durch den Vergleich von Bleiisotopenverhältnissen erhofft werden.

98 Lutz, Pernicka 2013, Fig. 2. – Lutz 2016, Abb. 4–6. – Lutz, Krutter, Pernicka 2019a, Figs. 4–5.

99 Lutz, Krutter, Pernicka 2019b, 320.

100 Lutz, Krutter, Pernicka 2019b, 320.

Labornummer	Probennummer	Cu	Mn	Fe	Co	Ni	Zn	As	Se	Ag	Cd	Sn	Sb	Te	Pb	Bi
MA-190968	HiGSS76/2018	98	< 0,005	1,08	0,16	0,23	< 0,1	0,42	< 0,005	0,009	< 0,005	0,063	0,033	< 0,005	< 0,005	< 0,005
MA-192298	HiGSK32/2018	99	< 0,005	0,20	0,08	0,25	< 0,1	0,35	< 0,005	0,008	< 0,005	0,021	0,055	< 0,005	0,006	< 0,005
MA-192299	HiGSK60/2018	99	< 0,005	0,70	0,02	0,07	< 0,1	0,119	< 0,005	0,008	< 0,005	0,030	0,026	< 0,005	0,006	< 0,005
MA-190967	HiGBA2014	99	< 0,005	1,15	< 0,01	0,03	< 0,1	0,059	< 0,005	0,014	< 0,005	0,008	0,006	< 0,005	0,005	< 0,005

Tab. 1. Energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalysen an Rohkupferfragmenten. – MA-190968: Schlaberstatt. – MA-192298, MA-192299: Schusterkogel. – MA-190967: Bachalm. Angaben sind in Masse-%. Bei Werten mit vorangestelltem „<“-Zeichen handelt es sich um Nachweisgrenzen, d. h. der tatsächliche Wert ist kleiner als der in der Tabelle angegebene Wert (Labor: Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH, Mannheim; Grafik: M. Staudt).

Labornummer	Fundstelle	^{14}C Alter	±	δ^{13}C AMS [‰]	Wahrscheinlichkeit 68%	Wahrscheinlichkeit 95%	C:N	C [%]	Collagen [%]	Material
33506	Wildhochalm-Aufbereitung	3056	24	–21,3	cal BC 1384–1277	cal BC1403–1234	2,9	35,1	15,3	Knochen
54132	Schusterkogel	3049	21	–14,7	cal BC 1381–1267	cal BC 1397–1227	3,20	42,3	14,7	Knochen
54133	Wildhochalm-Pingenzug	3120	23	–24,7	cal BC 1426–1321	cal BC 1444–1302		86,4		Holzkohle

Tab. 2. Radiokarbondatierung der Jochberger Reviere (Labor: Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH, Mannheim; Grafik: M. Staudt).

den Salzburger Kupferkiesrevieren vergleichen. Bereits Ende des 19. Jahrhunderts wurden in diesen Revieren Gezähefunde wie Tüllenpickel (mit teilweise abgebrochenen oder verbogenen Spitzen), Steingeräte zur Erzaufbereitung (auch die horizontal geschäfteten Läufersteine mit eingearbeiteten Rillen, oftmals multifunktional verwendet), ähnliche Nadel- und Messertypen sowie Rohkupferbruchstücke beschrieben.[101] Die Nähe der Jochberger Reviere zur Kelchalm/Bachalm sowie das sehr ähnliche Fundspektrum legen nahe, dass der Kupferbergbau in diesen Revieren zeitgleich stattgefunden hat. Dendrochronologische Analysen an zahlreichen Hölzern von der Kelchalm/Bachalm deuten auf einen Schwerpunkt der dortigen Bergbauaktivitäten am Beginn der späten Bronzezeit hin. Die von dort bisher ermittelten Endjahre/Fälldaten der analysierten Hölzer (Bachalm, Scheidehalde Nr. 32[102] u. a.) fallen in das 13. Jahrhundert. v. Chr.[103] Entsprechende Enddaten sind auch von einem Verhüttungsplatz in Jochberg bekannt.[104] Neben den in Abschnitt 5.2.3 beschriebenen Artefakten (Gewandnadeln, Riegseemesser, Tüllenpfeilspitze), die typologisch in die Übergangszeit zwischen mittlerer und später Bronzezeit bzw. an den Beginn der späten Bronzezeit datiert werden können (14./13. Jahrhundert v. Chr.), bestätigen erste ^{14}C-Analysen (Tab. 2) an Tierknochen- bzw. Holzkohlefunden aus den Jochberger Halden diesen zeitlichen Ansatz.

8. Interpretation der Befunde

8.1. Der bronzezeitliche Bergbau in den Kitzbüheler Alpen als Bindeglied zwischen den Kupferkiesrevieren im Osten (Mitterberg) und den Fahlerzrevieren im Westen (Unterinntal)

Die Kupferreviere der Kitzbüheler Alpen stellen sowohl aus räumlicher wie auch aus zeitlicher Perspektive ein Bindeglied zwischen den seit dem 17. Jahrhundert v. Chr. ausgebeuteten Kupferkieslagerstätten des Mitterbergs einerseits und den ab dem 12. Jahrhundert v. Chr. abgebauten Fahlerzlagerstätten im Unterinntal andererseits dar. Die neuen in das 14./13. Jahrhundert v. Chr. datierbaren Befunde aus dem Jochberger Raum untermauern diese schon seit Längerem diskutierte Hypothese. Ab etwa dem 17. Jahrhundert v. Chr. entwickelte sich in den Mitterberger Revieren eine Großproduktion von Kupfer aus Kupferkies, und das aus diesen Erzen gewonnene „Kupferkieskupfer“ dominierte in der Folge über mehrere Jahrhunderte den mitteleuropäischen Metallmarkt der Bronzezeit.[105] Ein Schwerpunkt der Kupferproduktion am Mitterberg zeichnet sich im 15. und 14. Jahrhundert v. Chr. ab.[106] Der Mitterberg war in dieser Zeit Ausgangspunkt für technologische und wirtschaftliche Innovationen im Bereich des Montanwesens („Mitterberger Prozess“) und der damit verbundenen Besiedlungsentwicklung in den Ostalpen. Auf den Verhüttungsplätzen wurden Ofenbatterien und Röstbetten regelhaft angelegt. Diese Installationen stellten einen Standard für die Verhüttungsstrukturen jener Zeit dar und verbreiteten sich mit den zugehörigen Technologien der Prozessführung in den übrigen Kupferrevieren des Ostalpenraums,[107] ebenso wie die Verfahren zur Erzaufbereitung mit ihren speziell entwickelten Konstruktionen und Gerätschaften. Dieses Know-how wurde im 14./13. Jahrhundert v. Chr. auch in den Bergbaurevieren der Kitzbüheler Alpen und ab dem 12. Jahrhundert v. Chr. in den Fahlerzrevieren von Schwaz-Brixlegg im Unterinntal übernommen und adaptiert. Vergleichbare Funde aus dem bronzezeitlichen Montanwesen wie Tüllenpickel,[108] ostalpine Läufersteine,[109] Waschkästen,[110] Waschtröge[111] und hölzerne Messer[112] werden vom Mitterberg bis ins Unterinntal beschrieben. Auch die häufige Verwendung von Schlackengrus als Magerungszuschlag bei der Keramikproduktion in den Tiroler und Salzburger Revieren[113] weist auf eine kontinuierliche Weitergabe von spezifischem Wissen hin. Die enge Vernetzung dieses ostalpinen Kupferverbundes während der Bronzezeit und bis in die frühe Eisenzeit hinein spiegelt sich auch in der Verwendung der unterschiedlichen, teils weit verhandelten Kupfersorten wider, die in den Fertigprodukten nachgewiesen werden können.[114]

101 Much 1879b. – Much 1893. – Much 1902. – Klose 1918. – Kyrle 1918. – Pittioni 1968.
102 Preuschen, Pittioni 1954.
103 Pichler et al. 2009.
104 Koch Waldner, Klaunzer 2015, 170.
105 Lutz, Pernicka 2013. – Pernicka, Lutz, Stöllner 2016. – Goldenberg 2018.
106 Stöllner 2015.
107 Z. B. Nothdurfter, Hauser 1988. – Goldenberg 2004. – Cierny 2008. – Klemm 2015. – Staudt et al. 2019b. – Turck 2019. – Silvestri, Bellintani, Nicoli 2021. – Reitmaier-Naef 2022.
108 Stöllner, Schwab 2009. – Koch Waldner, Klaunzer 2015, Abb. 3. – Thomas 2018, 218. – Goldenberg, Staudt, Grutsch 2019, Abb. 2. – Stöllner 2022, Fig. 6.
109 Lamprecht 2020.
110 Klaunzer 2008, 50–51. – Goldenberg et al. 2012, 69–72. – Stöllner et al. 2012b.
111 Kyrle 1918, Fig. 35. – Goldenberg et al. 2012, Abb. 15, 35. – Koch Waldner, Klaunzer 2015, Abb. 4. – Thomas 2018, Abb. 309.
112 Klose 1918, Fig. 18. – Goldenberg et al. 2012, Abb. 36–37. – Stöllner et al. 2012b, Abb. 15. – Goldenberg 2013, Abb. 23. – Koch Waldner, Klaunzer 2015, Abb. 5.
113 Staudt 2021.
114 Lutz, Pernicka 2013. – Goldenberg 2018.

8.2. Überlegungen zur Logistik und Versorgung des Jochberger Montanbetriebes

Aufgrund der Abgeschiedenheit der Reviere, vor allem des Schusterkogels und der Schlaberstatt, ist davon auszugehen, dass die Jochberger Bergleute vor Ort mit Nahrung und anderen Gütern des täglichen Gebrauchs versorgt wurden und zumindest teilweise und saisonal auch im näheren Umfeld der Bergwerke nächtigten. Der allgemeine Forschungsstand zur vorgeschichtlichen Hochweidewirtschaft im alpinen Raum zeigt, dass der Ursprung mancher Almwüstung bis in die Bronzezeit zurückreichen kann.[115] Es ist deshalb vorstellbar, wenn nicht wahrscheinlich, dass Bergbau und Almwirtschaft in den ausgedehnten Hochweidegebieten des Jochberger Raums gleichzeitig und in unmittelbarer Nachbarschaft betrieben wurden. In diesem Fall kann von einer Interaktion im Hinblick auf die Versorgung der Bergleute mit Nahrungsmitteln (vor allem Milchprodukte und Fleisch), vielleicht sogar von einer gemeinsamen Nutzung von saisonalen Unterkünften (Almhütten) ausgegangen werden. Von einem saisonalen Betrieb beider Wirtschaftszweige ist aufgrund der Höhenlage im Bereich und oberhalb der Baumgrenze auszugehen. Ein großer Bedarf an Holz für die Verzimmerung der Gruben im brüchigen Schiefergestein einerseits und für die Versorgung der Verhüttungsanlagen mit Brennstoff (Holz/Holzkohle) in den tiefer gelegenen Talabschnitten andererseits kann erwartet werden.[116]

9. Synthese und Ausblick

Der vorliegende Bericht stellt erste Ergebnisse mehrerer vom Forschungszentrum HiMAT in den Jahren 2017 bis 2020 durchgeführten Prospektionskampagnen südöstlich von Jochberg in den Kitzbüheler Alpen vor. Im Fokus stand dabei die Lokalisierung von bronzezeitlichen Bergbauspuren, deren fehlender Nachweis mit Blick auf die zahlreichen bekannten Schmelzplätze im Jochberger Raum bislang ein Forschungsdesiderat darstellte. In der Zusammenschau der montanarchäologischen Befunde und Funde ergeben sich neue Erkenntnisse zum bronzezeitlichen Kupfererzbergbau in den Ostalpen, die über das bisher Bekannte deutlich hinausgehen.

Die neuen Befunde repräsentieren eine zuvor völlig unbekannte ausgedehnte Bergbaulandschaft in einer Höhenlage zwischen 1.770 und 2.190 m ü. A. Hier wurde im 14./13. Jahrhundert v. Chr. intensiv Kupferbergbau betrieben. Dies belegen eindrücklich die Größe und Anzahl der dokumentierten Pingen und Halden sowie die überaus zahlreichen Funde von Abbau- und Erzaufbereitungsgeräten (bronzene Pickelfragmente und Steingeräte). Der bronzezeitliche Bergbau in Jochberg kann von seinen Dimensionen her mit dem nahegelegenen und seit Langem bekannten zeitgleichen Bergbaurevier Kelchalm/Bachalm bei Aurach verglichen werden. So entspricht die flächenmäßige Ausdehnung der Jochberger Pingen und Bergbau- sowie Aufbereitungshalden mit knapp zehn Hektar in etwa jener der prähistorischen Befunde im Revier Kelchalm/Bachalm.

Oftmals im Kammbereich und oberhalb der Baumgrenze abgebaut wurde Kupferkies, der in Nord-Süd streichenden gangförmigen Lagerstätten vorkommt. Anhand der ausgedehnten Haldenflächen ist davon auszugehen, dass der Bergbau teilweise beachtliche Teufen erreicht hat. Ein untertägiger Bergbau kann vor allem bei der großen Pinge am Schusterkogel aufgrund der Haldenkubatur als gesichert gelten, und bei den Pingen am Gamshag, bei der Wildhochalm sowie bei der Schlaberstatt angenommen werden.

Eine erste Aufbereitung der gewonnenen Erze fand direkt neben den Abbaustellen am Schusterkogel, bei der Schlaberstatt und am Wildhochalm-Pingenzug statt, wie es durch Funde von Steingeräten auf den Halden belegt ist. Im Gegensatz dazu fanden sich auf den Halden zwischen Gamshag und Teufelssprung ausschließlich Fragmente von Bronzepickeln (Spitzen und Tüllenbruchstücke) jedoch keine Steingeräte, so dass in diesem Fall davon ausgegangen werden kann, dass die hier im Kammbereich gewonnenen Erze für die Aufbereitung zum tiefer gelegenen Plateau beim Viehunterstand der Wildhochalm transportiert wurden. Die Steingeräte aus teilweise ortsfremdem Material wurden aus größerer Entfernung herbeigetragen, wie aus der Gesteinsbestimmung abzuleiten ist. Läufersteine und Unterlagssteine dienten zur Zerkleinerung der mit Nebengestein und Quarz verwachsenen Kupfererze als Vorbereitung für eine anschließende Nassaufbereitung bzw. Erzwäsche.[117] Das für die Erzwäsche benötigte Wasser stand bei der Wildhochalm in Form von Quellaustritten zur Verfügung. Bei der Schlaberstatt konnte Wasser aus einem Regenwassertümpel im Kammbereich genutzt werden. Solche Tümpel, die zur Erzaufbereitung dienten, sind vom bronzezeitlichen Bergbaurevier Kelchalm/Bachalm in großer Zahl bekannt.

Das umfangreich geborgene Fundmaterial – vor allem die Steingeräte und Metallfunde – bieten ein hervorragendes Ausgangsmaterial für weiterführende Untersuchungen, bei denen Fragestellungen mit technologischem Hintergrund im Fokus stehen. So sind materialkundliche Untersuchungen an Steingeräten (Gesteinsarten, Gesteinseigenschaften,

115 Hebert, Mandl 2009.

116 Vgl. Thomas 2018, 55–136.

117 Lamprecht 2020, 39.

Anwendungsbereiche, Gebrauchsspuren etc.) und Pickelfragmenten (Zusammensetzung, Zinngehalte, Provenienz der Rohstoffe, Herstellung, Eigenschaften etc.) geplant, die zum besseren Verständnis der bronzezeitlichen Prozesskette im Zusammenhang mit der Kupfergewinnung beitragen sollen. Auch archäologische Ausgrabungen an ausgewählten Plätzen versprechen vor allem auf Grund der zeitlich relativ eng eingrenzbaren Betriebszeiten neue Erkenntnisse in Hinblick auf ökonometrische Fragestellungen. Das Plateau bei der Wildhochalm (beim Viehunterstand) mit einer mehrphasigen Almwüstung und mit umfangreichen Spuren von Aufbereitungsaktivitäten kann als idealer Siedlungsplatz während des saisonalen Bergbaubetriebs in der Bronzezeit betrachtet werden und bietet sich als Ausgangspunkt für archäologische Grabungen an, die Erkenntnisse zum Thema „Wohn- und Arbeitsplatz" der Bergleute im Bergbaurevier erwarten lassen. In diesem Zusammenhang ist auch die Frage nach dem Ursprung der auffallend zahlreichen Almwüstungen in den Jochberger Bergbaurevieren und deren eventuellen Bezug zu den bronzezeitlichen Bergbauaktivitäten von Interesse.

Im weiteren Umfeld der neuen Fundplätze ergeben sich Fragen zur Organisation der Verhüttung (Lage der Verhüttungsplätze, Erztransport, Waldwirtschaft etc.), da bisher nur zwei Schmelzplätze aus dem Achental bekannt sind.[118] Auch sind im Jochberger Gemeindegebiet nach momentanem Forschungsstand noch keine bronzezeitlichen Talsiedlungen nachgewiesen. Generell ist in den Kitzbüheler Alpen mit weiteren Siedlungsstellen und prähistorischen Bergbaufunden bzw. -befunden zu rechnen, z. B. bei der Kupferplatte in Jochberg,[119] beim Schattberg bei Kitzbühel,[120] im Weißenbachtal und beim Wildseeloder,[121] bei Fieberbrunn,[122] bei Leogang,[123] im Glemmtal[124] oder bei Mittersill[125]. Mehrere Spuren von Feuersetzungen in der Nähe der Hohen Salve[126] und Erzaufbereitungsrelikte bei der Brunnalm[127] sowie Funde und Befunde aus der Umgebung des Brixentals[128] lassen auf weitere prähistorische Bergbautätigkeiten schließen.

Die sich im Zuge der Forschungsaktivitäten des Forschungszentrums HiMAT ständig verdichtende Befundlage zur urgeschichtlichen Bergbaulandschaft zwischen dem Mitterberger Kupferkiesrevier im Osten und den Fahlerzlagerstätten im Unterinntal im Westen (Schwaz-Brixlegg) zeigt das enorme Forschungspotential zum Thema „Nutzung von Georessourcen in der alpinen Kulturgeschichte" auf. Speziell für die Montanreviere im Bereich Jochberg und Aurach (Kelchalm/Bachalm) zeichnet sich nicht nur eine große Blütezeit des Kupferbergbaus mit Schwerpunkt im 13. Jahrhundert v. Chr. immer deutlicher ab, sondern auch eine zu dieser Zeit überregional bedeutende wirtschaftliche Rolle dieser Produktionsstätten an einer Schnittstelle des Technologietransfers von Ost nach West.

In der Zusammenschau der Befunde zu Bergbau, Erzaufbereitung und Verhüttung sowie des Fundmaterials (Steingeräte, Tüllenpickel, schlackengemagerte Keramik etc.) entlang der Ost-West-Achse zwischen den bronzezeitlichen Kupfererzrevieren in Salzburg und dem Tiroler Unterinntal wird ein weiträumiges technologisches und wirtschaftliches Netzwerk einer auf die Kupferproduktion spezialisierten inneralpinen Gesellschaft erkennbar. In diesem Zusammenhang hat Lothar Sperber bereits den Begriff „Kupferverbund Salzburg-Nordtirol-Oberbayern"[129] geprägt.

Danksagung

Die erste Prospektionsphase erfolgte noch im Rahmen des vom Österreichischen Wissenschaftsfonds geförderten Projektes „Prehistoric copper production in the eastern and central Alps – technical, social and economic dynamics in space and time" (I 1670-G19), wofür dem FWF ein besonderer Dank gilt. Dem Bundesdenkmalamt ist für die finanzielle Unterstützung einer Prospektionskampagne und dem Museum Kitzbühel sowie der Grabungsfirma Talpa GnbR für die administrative Abwicklung herzlichst gedankt. Besonderer Dank gilt den Grundstücksbesitzern Anton Landmann, Hannes Haller, Gottfried Radinger und Johann Schratl, den Mitgliedern der Weggemeinschaft Sintersbach (Christian Keuschnig) mit Andreas Obermoser und den Österreichischen Bundesforsten (Andreas Eder) für die Genehmigung zur Begehung der Almgelände und zur Befahrung der Forst- und Almwege. Für die aktive Hilfe bei den Geländeprospektionen wird Claudia Ginthart, Julia Haas, Theresa Hinterkörner und Jasmin Wallner sowie Andrea und Peter Lackner und Manuel Scherer-Windisch ein großer Dank ausgesprochen. Ebenso sei Ulrike Töchterle, Barbara Welte und Verena Heisters von der Restaurierungswerkstatt der Universität Innsbruck herzlichst für ihre Mühen gedankt.

118 Koch Waldner 2017, Abb. 35.
119 Pošepný 1880, 404.
120 Much 1879a, XXV.
121 Srbik 1929, 126.
122 Much 1879a, XXV.
123 Krauss 2005.
124 Scherer-Windisch, Brandner, Tiefengraber 2020.
125 Lewandowski 2008, 52.
126 Gstrein 2013, Fig. 9.
127 Albrecht, Schrattenthaler, Rieser 2012.
128 Neuninger, Preuschen, Pittioni 1970. – Staudt, Goldenberg 2018. – Lamprecht 2020, Abb. 4/4.
129 Sperber 2004.

Literatur

Albrecht, Schrattenthaler, Rieser 2012

A. Albrecht, H. P. Schrattenthaler, B. Rieser, KG Kirchberg, OG Kirchberg in Tirol, Fundberichte aus Österreich 50/2011, 2012, 432.

Anfinset 2011

N. Anfinset, Social and Technological Aspects of Mining, Smelting and Casting Copper: An Ethnoarchaeological Study from Nepal. Bochum 2011.

Bellintani et al. 2021

P. Bellintani, E. Silvestri, N. Basetti, N. D. Cappellozza, F. Nicolis, N. Pagan, M. Pearce, Fare rame: quadro di sintesi su siti e strutture produttive della metallurgia primaria protostorica del Trentino. In: E. Silvestri, P. Bellintani, F. Nicoli (Hrsg.), Fare rame: la metallurgia primaria della tarda età del Bronzo in Trentino: nuovi scavi e stato dell'arte della ricerca sul campo. Trento 2021, 269–326.

Bellintani et al. im Druck

P. Bellintani, E. Silvestri, A. Abar, M. Bassetti, N. Cappellozza, N. Degasperi, F. Nicolis, N. Pagan, M. Pearce, Prehistoric copper production in Trentino (Italy). In: M. Mehofer, T. Koch Waldner, T. Stöllner (Hrsg.), Alpine Copper III, im Druck.

Cierny 2008

J. Cierny, Prähistorische Kupferproduktion in den südlichen Alpen: Region Trentino Orientale. Der Anschnitt, Beiheft 22, Bochum 2008.

Filzer 1917

H. Filzer, Das Knappenzeughaus auf der Kastengstatt in Kirchbichl, Salzburger Wacht 18/233, 1917, 4–5.

Goldenberg 2004

G. Goldenberg, Ein Verhüttungsplatz der mittleren Bronzezeit bei Jochberg (Nordtirol). In: G. Weisgerber, G. Goldenberg (Hrsg.), Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt, Beiheft 17, Bochum 2004, 165–176.

Goldenberg 2013

G. Goldenberg, Prähistorischer Fahlerzbergbau im Unterinntal: Montanarchäologische Befunde. In: K. Oeggl, V. Schaffer (Hrsg.), Cuprum Tyrolense: 5550 Jahre Bergbau und Kupferverhüttung in Tirol. Reith im Alpbachtal 2013, 89–122.

Goldenberg 2015

G. Goldenberg, Prähistorische Kupfergewinnung aus Fahlerzen der Lagerstätte Schwaz-Brixlegg im Unterinntal, Nordtirol. In: T. Stöllner, K. Oeggl (Hrsg.), Bergauf Bergab: 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen (Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 31.10.2015–24.04.2016 und Vorarlberg Museum Bregenz, 11.06.2016–26.10.2016). Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 207, Bochum 2015, 151–163.

Goldenberg 2018

G. Goldenberg, Frühe Kupferproduktion in Nordtirol – Dynamik, Know-how und Wissenstransfer in der Vorgeschichte. In: M. Held, R. D. Jenny, M. Hempel (Hrsg.), Metalle auf der Bühne der Menschheit: Von Ötzis Kupferbeil zum Smartphone im All Metals Age. Deutsche Bundesstiftung Umwelt-Umweltkommunikation 11, München 2018, 75–86.

Goldenberg, Staudt, Grutsch 2019

G. Goldenberg, M. Staudt, C. Grutsch, Montanarchäologische Forschungen zur frühen Kupferproduktion in Nordtirol: Forschungsfragen, Forschungskonzepte und Ergebnisse. In: S. Hye, U. Töchterle (Hrsg.), UPIKU:TAUKE. Festschrift für Gerhard Tomedi zum 65. Geburtstag. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 339, Bonn 2019, 159–178.

Goldenberg et al. 2012

G. Goldenberg, E. Breitenlechner, S. Deschler-Erb, K. Hanke, G. Hiebel, H. Hüster-Blogmann, S. Hye, M. Klaunzer, K. Kovács, M. Krismer, J. Lutz, A. Maass, M. Moser, K. Nicolussi, K. Oeggl, E. Pernicka, T. Pichler, N. Pöllath, J. Schibler, M. Staudt, B. Stopp, A. Thurner, U. Töchterle, G. Tomedi, P. Tropper, F. Vavtar, T. Weinold, Prähistorischer Kupfererzbergbau im Maukental bei Radfeld, Brixlegg. In: G. Goldenberg, U. Töchterle, K. Oeggl, A. Krenn-Leeb (Hrsg.), Forschungsprogramm HiMAT: Neues zur Bergbaugeschichte der Ostalpen. Archäologie Österreichs Spezial 4, Wien 2012, 61–110.

Gstrein 2013

P. Gstrein, About prehistoric mining in Tyrol, Berichte der Geologischen Bundesanstalt 101, 2013, 38–45.

Hebert, Mandl 2009

B. Hebert, F. Mandl, Almen im Visier: Dachsteingebirge, Totes Gebirge, Silvretta. Forschungsberichte der ANISA 2, Haus i. E. 2009.

Heinisch 1986

H. Heinisch, Die Geologie der Nördlichen Grauwackenzone zwischen Kitzbühel und Zell am See und ihre Bedeutung für die Rekonstruktion der altpaläozoischen Geodynamik des Ostalpenraumes. Habilitationsschrift, Universität München 1986.

Heinisch, Pestal, Reitner 2015

H. Heinisch, G. Pestal, J. Reitner, Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Erläuterungen zu Blatt 122: Kitzbühel. Wien 2015.

Heyl 1897

A. Heyl, Volkssagen, Bräuche und Meinungen aus Tirol. Brixen 1897.

Ilkhani-Glidjai 1971

E. Ilkhani-Glidjai, Die Erzlagerstätten südöstlich von Kitzbühel (Tirol). Unpublizierte Dissertation, Universität Innsbruck 1971.

von Isser-Gaudententhurm 1888

M. von Isser-Gaudententhurm, Die Montanwerke und Schurfbaue Tirols der Vergangenheit und Gegenwart, Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Bergakademien zu Leoben und Přibram und der königlich ungarischen Bergakademie zu Schemnitz 36, 1888, 226–318.

Jowett 2017

N. Jowett, Evidence for the use of bronze mining tools in the Bronze Age copper mines on the Great Orme, Llandudno, Archaeology in Wales 56, 2017, 63–69.

Klaunzer 2008

M. Klaunzer, Studien zum spätbronzezeitlichen Kupferbergbau auf der Kelchalm und Bachalm, Bezirk Kitzbühel, Nordtirol. Unpublizierte Diplomarbeit, Universität Innsbruck 2008.

Klemm 2015

S. Klemm, Bronzezeitliche Kupfergewinnung in den Eisenerzer Alpen, Steiermark. In: T. Stöllner, K. Oeggl (Hrsg.), Bergauf Bergab: 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen (Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 31.10.2015–24.04.2016 und im Vorarlberg Museum Bregenz, 11.06.2016–26.10.2016). Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 207, Bochum 2015, 195–200.

Klose 1918
O. Klose, Die prähistorischen Funde vom Mitterberg bei Bischofshofen im städtischen Museum Carolino-Augusteum zu Salzburg und zwei prähistorische Schmelzöfen auf dem Mitterberg. In: G. Kyrle (Hrsg.), Urgeschichte des Kronlandes Salzburg. Österreichische Kunsttopographie 17, Wien 1918, 1–40.

Koch Waldner 2017
T. Koch Waldner, Räumliche und zeitliche Struktur des prähistorischen Bergbaus in der Region Kitzbühel: Charakterisierung einer alpinen bronzezeitlichen Bergbaulandschaft anhand von archäologischen Befunden, Geländeanalysen und überregionale Vergleichen. Unpublizierte Dissertation, Universität Innsbruck 2017.

Koch Waldner 2019
T. Koch Waldner, Bronze Age copper production in Kitzbühel, Tyrol. In: R. Turck, T. Stöllner, G. Goldenberg (Hrsg.), Alpine Copper II – Alpenkupfer II – Rame delle Alpi II – Cuivre des Alpes II: New Results and Perspectives on Prehistoric Copper Production. Der Anschnitt, Beiheft 42, Bochum 2019, 31–46.

Koch Waldner, Klaunzer 2015
T. Koch Waldner, M. Klaunzer, Das prähistorische Bergbaugebiet in der Region Kitzbühel. In: T. Stöllner, K. Oeggl (Hrsg.), Bergauf Bergab: 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen (Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 31.10.2015–24.04.2016 und im Vorarlberg Museum Bregenz, 11.06.2016–26.10.2016). Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 207, Bochum 2015, 165–173.

Koch Waldner, Staudt, Goldenberg 2012
T. Koch Waldner, M. Staudt, G. Goldenberg, KG Jochberg, OG Jochberg, Fundberichte aus Österreich 50/2011, 2012, 414–416.

Krauss 2005
R. Krauss, KG Schwarzleo, OG Leogang, VB Zell am See, Fundberichte aus Österreich 43/2004, 2005, 841–843.

Kyrle 1918
G. Kyrle, Der prähistorische Bergbaubetrieb in den Salzburger Alpen. In: G. Kyrle (Hrsg.), Urgeschichte des Kronlandes Salzburg. Österreichische Kunsttopographie 17, Wien 1918, 1–70.

Lamprecht 2019
R. Lamprecht, Prähistorische Steingeräte aus Nordtiroler Montanrevieren. Unpublizierte Masterarbeit, Universität Innsbruck 2019.

Lamprecht 2020
R. Lamprecht, Geschäftete Ostalpine Läufersteine als Besonderheit des prähistorischen Kupferbergbaus: Untersuchungen zu Herstellung und Verwendung durch Experimentelle Archäologie, Experimentelle Archäologie in Europa 19, 2020, 35–47.

Lamprecht et al. 2022
R. Lamprecht, G. Goldenberg, M. Staudt, P. Tropper, Stone tools from prehistoric mining sites in North Tyrol, Austria: typology, terminology, material properties, Metalla 26/2, 2022, 141–164.

Lewandowski 2008
K. Lewandowski, Der „vergessene" Bergbau im Oberpinzgau, Berichte der Geologischen Bundesanstalt 72, 2008, 47–58.

López et al. 2018
G. E. J. López, F. I. Coloca, M. Rosenbusch, P. Soláa, Mining, macro-regional interaction and ritual practices in the south-central Andes: the first evidence for turquoise exploitation from the Late Prehispanic and Inca periods in north-western Argentina (Cueva Inca Viejo, Puna de Salta), Journal of Archaeological Science: Reports 17, 2018, 81–92.

Lutz 2016
J. Lutz, Alpenkupfer: Die Ostalpen als Rohstoffquelle in vorgeschichtlicher Zeit. In: M. Bartelheim, B. Horejs, R. Krauss (Hrsg.), Von Baden bis Troia: Ressourcennutzung, Metallurgie und Wissenstransfer. Eine Jubiläumsschrift für Ernst Pernicka. Oriental and European Archaeology 3, Rahden/Westf. 2016, 333–358.

Lutz, Pernicka 2013
J. Lutz, E. Pernicka, Prehistoric copper from the Eastern Alps, Open Journal of Archaeometry 1/1, 2013, 122–127.

Lutz, Krutter, Pernicka 2019a
J. Lutz, S. Krutter, E. Pernicka, Composition and spatial distribution of Bronze Age planconvex copper ingots from Salzburg, Austria: first results from the "Salzburger Gusskuchenprojekt". In: R. Turck, T. Stöllner, G. Goldenberg (Hrsg.), Alpine Copper II – Alpenkupfer II – Rame delle Alpi II – Cuivre des Alpes II: New Results and Perspectives on Prehistoric Copper Production. Der Anschnitt Beiheft 42, Bochum 2019, 363–372.

Lutz, Krutter, Pernicka 2019b
J. Lutz, S. Krutter, E. Pernicka, Zusammensetzung prähistorischer Rohkupfer-Gusskuchen aus Salzburg, Tirol und Südbayern. In: S. Hye, U. Töchterle (Hrsg.), UPIKU:TAUKE. Festschrift für Gerhard Tomedi zum 65. Geburtstag. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 339, Bonn 2019, 319–328.

Mair 1907
A. Mair, Die Walegger, Österreichische Alpen-Zeitung VII/2, 1907, 24–25.

Mayer 1977
E. F. Mayer, Die Äxte und Beile in Österreich. Prähistorische Bronzefunde IX/9, München 1977.

Much 1879a
M. Much, Das vorgeschichtliche Kupferbergwerk auf dem Mitterberg (Salzburg), Mittheilungen der k. k. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale N. F. 5, 1879, XIX–XXXVI.

Much 1879b
M. Much, Das vorgeschichtliche Kupferbergwerk auf dem Mitterberg bei Bischofshofen. Wien 1879.

Much 1893
M. Much, Die Kupferzeit in Europa und ihr Verhältnis zur Kultur der Indogermanen. Jena 1893.

Much 1902
M. Much, Prähistorischer Bergbau in den Alpen, Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 33, 1902.

Müller-Karpe 1959
H. Müller-Karpe, Beiträge zur Chronologie der Urnenfelderzeit nördlich und südlich der Alpen. Römisch-Germanische Forschungen 22, Berlin 1959.

Neuninger, Preuschen, Pittioni 1970
H. Neuninger, E. Preuschen, R. Pittioni, Der urzeitliche Kupfererzbergbau Götschen bei Brixen im Tal, p. B. Kitzbühel, Tirol, Archaeologia Austriaca 47, 1970, 19–25.

Nothdurfter, Hauser 1988
H. Nothdurfter, L. Hauser, Bronzezeitliche Kupferschmelzöfen aus Fennhals, Denkmalpflege in Südtirol / Tutela dei beni culturali in Alto Adige 1986, 1988, 177–190.

Pernicka, Lutz, Stöllner 2016
E. Pernicka, J. Lutz, T. Stöllner, Bronze Age copper produced at Mitterberg, Austria, and its distribution, Archaeologia Austriaca 100, 2016, 19–55.
Pichler et al. 2009
T. Pichler, G. Goldenberg, M. Klaunzer, K. Nicolussi, Die Hölzer des bronzezeitlichen Bergbaus auf der Kelchalm bei Kitzbühel: Dokumentation und erste Ergebnisse dendrochronologischer Analysen, Archäologisches Korrespondenzblatt 39/1, 2009, 59–75.
Pittioni 1968
R. Pittioni, Der urzeitliche Kupfererzbergbau im Gebiete um Kitzbühel. In: E. Widmoser (Hrsg.), Stadtbuch Kitzbühel 2: Vorgeschichte und Bergbau. Kitzbühel 1968, 33–102.
Pittioni 1969
R. Pittioni, Neue Kupferschmelzplätze im Bergbaugebiet Jochberg bei Kitzbühel, Tirol, Archaeologia Austriaca 46, 1969, 57–67.
Pittioni 1976
R. Pittioni, Beiträge zur Kenntnis des urzeitlichen Kupferbergwesens um Jochberg und Kitzbühel, Tirol, Archaeologia Austriaca 59/60, 1976, 243–263.
Pittioni, Preuschen 1947
R. Pittioni, E. Preuschen, Untersuchungen im Bergbaugebiete Kelchalpe bei Kitzbühel, Tirol: Zweiter Bericht über die Arbeiten 1937/1938 zur Urgeschichte des Kupferwesens in Tirol. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 5/2–3, Wien 1947, 41–116.
Pošepný 1880
F. Pošepný, Die Erzlagerstätten von Kitzbühel in Tirol und der angrenzenden Theile Salzburgs. Archiv für praktische Geologie 1, Wien 1880.
Preuschen 1962
E. Preuschen, Der urzeitliche Kupfererzbergbau von Vetriolo (Trentino), Der Anschnitt 14/2, 1962, 3–7.
Preuschen, Pittioni 1937
E. Preuschen, R. Pittioni, Untersuchungen im Bergbaugebiete Kelchalpe bei Kitzbühel, Tirol: Erster Bericht über die Arbeiten 1931–1936 zur Urgeschichte des Kupferbergwesens in Tirol. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 3/1–3, 1937, 3–95.
Preuschen, Pittioni 1954
E. Preuschen, R. Pittioni, Untersuchungen im Bergbaugebiet Kelchalm bei Kitzbühel, Tirol: 3. Bericht über die Arbeiten 1946–1953 zur Urgeschichte des Kupferbergwesens in Tirol, Archaeologia Austriaca 15, 1954, 3–97.
Reitmaier-Naef 2022
L. Reitmaier-Naef, Die prähistorische Kupferproduktion im Oberhalbstein (Graubünden, Schweiz). Der Anschnitt, Beiheft 49, Bochum 2022.
Reschreiter et al. 2018
H. Reschreiter, M. Konrad, M. Lorenz, S. Stadler, F. Trommer, C.-S. Holdermann, Keine Tüllenpickel im bronzezeitlichen Salzbergbau von Hallstatt: Aspekte der experimentellen Fertigung bronzezeitlicher Gezähe als Interpretationsbasis bergmännischer Spezialisierung, Experimentelle Archäologie in Europa 2018/17, 2018, 19–33.
Rieser, Schrattenthaler 2002
B. Rieser, H. Schrattenthaler, Prähistorischer Bergbau im Raum Schwaz-Brixlegg. Reith i. A. 2002.
Říhovský 1979
J. Říhovský, Die Nadeln in Mähren und im Ostalpengebiet. Prähistorische Bronzefunde XIII/5, München 1979.
Říhovský 1996
J. Říhovský, Die Lanzen-, Speer- und Pfeilspitzen in Mähren. Prähistorische Bronzefunde V/2, Stuttgart 1996.
Scherer-Windisch, Brandner, Tiefengraber 2020
M. Scherer-Windisch, D. Brandner, G. Tiefengraber, KG Viehhofen, OG Viehhofen, KG Atzing, OG Maishofen, Fundberichte aus Österreich 57/2018, 2020, 379.
Silvestri, Bellintani, Nicoli 2021
E. Silvestri, P. Bellintani, F. Nicoli, Fare rame: la metallurgia primaria della tarda età del Bronzo in Trentino: nuovi scavi e stato dell'arte della ricerca sul campo. Trento 2021.
Sperber 1977
L. Sperber, Nordtiroler Urnenfelderkultur. Unpubliziertes Manuskript, Universität München 1977.
Sperber 1987
L. Sperber, Untersuchungen zur Chronologie der Urnenfelderkultur im nördlichen Alpenvorland von der Schweiz bis Oberösterreich. Antiquitas 3: Abhandlungen zur Vor- und Frühgeschichte, zur klassischen und provinzial-römischen Archäologie und zur Geschichte des Altertums 29, Bonn 1987.
Sperber 2004
L. Sperber, Zur Bedeutung des nördlichen Alpenraumes für die spätbronzezeitliche Kupferversorgung in Mitteleuropa. In: G. Weisgerber, G. Goldenberg (Hrsg.), Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt, Beiheft 17, Bochum 2004, 303–345.
Srbik 1929
R. v. Srbik, Überblick des Bergbaues von Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart, Berichte des Naturwissenschaftlichen-medizinischen Vereins zu Innsbruck 41, 1929, 113–227.
Staudt 2021
M. Staudt, Recycling of "slag sand": the use of granulated copper smelting slag as tempering component in prehistoric pottery during the Late Bronze Age in North Tyrol. In: P. Bellintani, E. Silvestri (Hrsg.), Fare rame: la metallurgia primaria della tarda età del Bronzo in Trentino: nuovi scavi e stato dell'arte della ricerca sul campo. Trento 2021, 253–268.
Staudt, Goldenberg 2018
M. Staudt, G. Goldenberg, Fundbericht zum prähistorischen Bergbau Götschen bei Brixen im Thale, Fundberichte aus Österreich 55/2016, 2018, 429–432.
Staudt et al. 2019a
M. Staudt, G. Goldenberg, M. Scherer-Windisch, K. Nicolussi, T. Pichler, Late Bronze Age/Early Iron Age fahlore mining in the Lower Inn Valley (North Tyrol, Austria). In: R. Turck, T. Stöllner, G. Goldenberg (Hrsg.), Alpine Copper II – Alpenkupfer II – Rame delle Alpi II – Cuivre des Alpes II: New Results and Perspectives on Prehistoric Copper Production. Der Anschnitt, Beiheft 42, Bochum 2019, 115–142.
Staudt et al. 2019b
M. Staudt, G. Goldenberg, M. Scherer-Windisch, R. Lamprecht, B. Zerobin, The Late Bronze Age smelting site Rotholz in the Lower Inn Valley (North Tyrol, Austria). In: R. Turck, T. Stöllner, G. Goldenberg (Hrsg.), Alpine Copper II – Alpenkupfer II – Rame delle Alpi II – Cuivre des Alpes II: New Results and Perspectives on Prehistoric Copper Production. Der Anschnitt, Beiheft 42, Bochum 2019, 279–298.

Staudt et al. 2020
M. Staudt, G. Goldenberg, C. Ginthart, T. Hinterkörner, R. Lamprecht, B. Zerobin, Neue Forschungen zum prähistorischen Kupferbergbau im Gemeindegebiet von Jochberg: Prospektion 2017 und 2018, Fundberichte aus Österreich 57/2018, 2020, 429–432/D6800–D6822.

Staudt et al. 2022
M. Staudt, G. Goldenberg, R. Lamprecht, B. Zerobin, Neueste montanarchäologische Forschungen zum prähistorischen Kupferkiesbergbau in den Kitzbüheler Alpen: Prospektionen im Bergbaurevier von Jochberg 2020, Fundberichte aus Österreich 59/2020, 2022, 405–407/D8794–8824.

Stöllner 2011
T. Stöllner, Das Alpenkupfer der Bronze- und Eisenzeit: Neue Aspekte der Forschung. In: K. Schmotz (Hrsg.), Vorträge des 29. Niederbayerischen Archäologentages. Rahden/Westf. 2011, 25–70.

Stöllner 2015
T. Stöllner, Der Mitterberg als Großproduzent für Kupfer in der Bronzezeit. In: T. Stöllner, K. Oeggl (Hrsg.), Bergauf Bergab: 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen (Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 31.10.2015–24.04.2016 und Vorarlberg Museum Bregenz, 11.06.2016–26.10.2016). Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 207, Bochum 2015, 175–185.

Stöllner 2019
T. Stöllner, Between mining and smelting in the Bronze Age: beneficiation processes in an Alpine copper production district: results of 2008 to 2017 excavations at the "Sulzbach-Moos"-bog at the Mitterberg (Salzburg, Austria). In: R. Turck, T. Stöllner, G. Goldenberg (Hrsg.), Alpine Copper II – Alpenkupfer II – Rame delle Alpi II – Cuivre des Alpes II: New Results and Perspectives on Prehistoric Copper Production. Der Anschnitt, Beiheft 42, Bochum 2019, 165–190.

Stöllner 2022
T. Stöllner, Entangled connections: materialized practices of knowledge-networks of mining: from the theoretical level to its empirical consequences in mining archaeology. In: M. Farrenkopf, S. Siemer (Hrsg.), Materielle Kulturen des Bergbaus: Zugänge, Aspekte und Beispiele. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 243, Oldenbourg 2022, 317–344.

Stöllner, Schwab 2009
T. Stöllner, R. Schwab, Hart oder weich? Worauf es ankommt! Pickel aus dem prähistorischen Bergbau in den Ostalpen, Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien 139, 2009, 149–166.

Stöllner et al. 2012a
T. Stöllner, E. Breitenlechner, C. Eibner, R. Herd, T. L. Kienlin, J. Lutz, A. Maass, K. Nicolussi, T. Pichler, R. Pils, K. Röttger, B. Song, N. Taube, P. Thomas, A. Thurner, Der Mitterberg als Großproduzent für Kupfer. In: G. Goldenberg, U. Töchterle, K. Oeggl, A. Krenn-Leeb (Hrsg.), Forschungsprogramm HiMAT: Neues zur Bergbaugeschichte der Ostalpen. Archäologie Österreichs Spezial 4, Wien 2012, 113–144.

Stöllner et al. 2012b
T. Stöllner, E. Breitenlechner, D. Fritzsch, A. Gontscharov, K. Hanke, D. Kirchner, K. Kovács, M. Moser, K. Nicolussi, K. Oeggl, T. Pichler, R. Pils, M. Prange, H. Thiemeyer, P. Thomas, Ein Nassaufbereitungskasten vom Troiboden: Interdisziplinäre Erforschung des bronzezeitlichen Montanwesens am Mitterberg (Land Salzburg, Österreich), Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 57/1/2010, 2012, 1–32.

Stöllner et al. 2013
T. Stöllner, J. Garner, H.-J. Lauffer, J. Schröder, P. Thomas, Großmaßstäbliche Produktion der Bronzezeit im Raum Mühlbach-Bischofshofen (sog. Mitterberg-Projekt): Die Lehrgrabung im Forschungsumfeld, Jahresbericht des Instituts für archäologische Wissenschaften für das Akademische Jahr 2012–2013, 2013, 83–89.

Stöllner et al. 2016
T. Stöllner, C. von Rüden, E. Hanning, J. Lutz, S. Kluwe, The enmeshment of eastern Alpine mining communities in the Bronze Age: from economic networks to communities of practice. In: G. Körlin, M. Prange, T. Stöllner, Ü. Yalçin (Hrsg.), From Bright Ores to Shiny Metals. Festschrift for Andreas Hauptmann on the Occasion of 40 Years Research in Archaeometallurgy and Archaeometry. Der Anschnitt, Beiheft 29, Bochum 2016, 75–108.

Thomas 2018
P. Thomas, Studien zu den bronzezeitlichen Bergbauhölzern im Mitterberger Gebiet. Der Anschnitt, Beiheft 38, Bochum 2018.

Turck 2019
R. Turck, Organising smelting places: a kexnote on Iron Age copper smelting in the Oberhalbstein (Canton of Grisons, Swizerland). In: R. Turck, T. Stöllner, G. Goldenberg (Hrsg.), Alpine Copper II – Alpenkupfer II – Rame delle Alpi II – Cuivre des Alpes II: New Results and Perspectives on Prehistoric Copper Production. Der Anschnitt, Beiheft 42, Bochum 2019, 209–228.

Unger 1972
H. Unger, Der Lagerstättenraum Zell am See: VI. Saal-Alm: Begehungsbericht – Anlage 24, Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen 13, 1972, 109–111.

Van Gijseghem, Whalen 2017
H. Van Gijseghem, V. H. Whalen, Mining, ritual, and social memory: an exploration of toponymy in the Ica Valley, Peru. In: S. A. Rosenfeld, S. L. Bautista (Hrsg.), Rituals of the Past: Prehispanic and Colonial Case Studies in Andean Archaeology. Boulder 2017, 267–297.

Vohryzka 1968
K. Vohryzka, Die Erzlagerstätten von Nordtirol und ihr Verhältnis zur alpinen Tektonik, Jahrbuch Geologische Bundesanstalt 111, 1968, 3–88.

Wagner 1943
K. H. Wagner, Nordtiroler Urnenfelder. Römisch-Germanische Forschungen 15, Berlin 1943.

Wartbichler 2013
H. Wartbichler, Kampf auf der Schlaberstatt, Pinzgauer Nachrichten, 10.10.2013, 16.

Markus Staudt
Institut für Archäologien
Universität Innsbruck
Innrain 52a
6020 Innsbruck
Österreich
markus.staudt@uibk.ac.at
orcid.org/0000-0003-3134-2276

Gert Goldenberg
Institut für Archäologien
Universität Innsbruck
Innrain 52a
6020 Innsbruck
Österreich
gert.goldenberg@uibk.ac.at
orcid.org/0000-0002-2897-2886

Roman Lamprecht
Institut für Archäologien
Universität Innsbruck
Innrain 52a
6020 Innsbruck
Österreich
roman.lamprecht@student.uibk.ac.at
orcid.org/0000-0001-8633-0964

Bianca Zerobin
Institut für Archäologien
Universität Innsbruck
Innrain 52a
6020 Innsbruck
Österreich
bianca.zerobin@uibk.ac.at
orcid.org/0009-0003-6349-1257