

# Prähistorischer Bergbau im Raum Jochberg – Aurach – Kitzbühel

Thomas Koch Waldner, Innsbruck

Das südliche Leukental vom Pass Thurn über Jochberg und Aurach bis Kitzbühel zählt aufgrund zahlreicher Spuren des bronzezeitlichen Berg- und Hüttenwesens zu den bedeutendsten prähistorischen Montanlandschaften der Alpen. Die Fülle der montanarchäologischen Fundstellen zeigt, dass dieses Gebiet vor über dreitausend Jahren einen überregional bedeutenden Produktionsraum für Kupfer darstellte. Dieses Bergbauzentrum hat sowohl die technologischen und wirtschaftlichen Entwicklungen Mitteleuropas als auch das alpine Landschafts- und Gesellschaftsbild während der Bronzezeit maßgeblich mitgeprägt.

## Montanarchäologische Forschungen

Begünstigt durch den historischen bzw. modernen Bergbau, der in Österreich in verschiedenen Regionen auf Spuren prähistorischer Bergbautätigkeiten stieß, begann man hier besonders früh, diese Relikte zu dokumentieren. Dies führte dazu, dass sich bereits am Beginn der österreichischen Ur- und Frühgeschichtsforschung ein ausgeprägtes Bewusstsein für montanarchäologische Denkmäler und ihre Bedeutung entwickelte. Aufgrund der außerordentlichen Befunde und Funde standen vor allem die Salzbergwerke von Hallstatt und Dürrnberg, sowie die Kupferbergbaureviere des Mitterberggebietes bei Mühlbach/Bischofshofen und in der Region von Kitzbühel im Fokus der Wissenschaft.

Matthäus Much, ein Pionier der Bergbauforschung, war der erste Prähistoriker, der im 19. Jh. Funde des prähistorischen Bergbaus im Kitzbüheler Raum aufsammlte und dokumentierte. Die systematische Erforschung begann jedoch erst in den 1930er Jahren durch den Archäologen Richard Pittioni und den Bergingenieur Ernst Preuschen. Maßgeblich waren ihre Untersuchungen der Scheidehalden im Revier der Kelchalm bei Aurach zwischen den 1930er und den 1950er Jahren. Die Funde und Ergebnisse aus den Grabungskampagnen wurden in drei umfangreichen Berichten vorgelegt und führten dazu, dass

die Halden im Kelchalmrevier zu den am besten erforschten bronzezeitlichen Bergbaurelikten der Alpen zählen. Im Anschluss an diese Forschungen legten Pittioni und Preuschen ihr Hauptaugenmerk auf die Hinterlassenschaften der prähistorischen Kupferverhüttung. Durch Prospektionen und Hinweise aus der Bevölkerung konnten bis in die 1970er Jahre an die 40 prähistorische Verhüttungsplätze lokalisiert und vereinzelt untersucht werden.

Nachdem Pittioni seine Arbeiten altersbedingt einstellen musste, kam es erst wieder in den 1990er Jahren zu einzelnen Prospektionen und Ausgrabungen. Dabei konnten weitere Schmelzplätze lokalisiert werden. Gert Goldenberg gelang es dabei erstmals, erhaltene Verhüttungsanlagen – ein zweiphasiges Röstbett sowie vier Schachtofen – im Bereich der Wurzhöhewestlich von Jochbergfreizulegen und zu dokumentieren.

Zuletzt ermöglichte die österreichische Akademie der Wissenschaften mehrjährige systematische Forschungen zum prähistorischen Bergbau in der Region Kitzbühel unter der Leitung des Verfassers. Das geförderte Projekt war an der Universität Innsbruck angesiedelt und in das Forschungszentrum „HiMAT“ eingebunden. Es wurden dabei gezielte Prospektions- und Grabungskampagnen sowie Neubewertungen forschungsgeschichtlicher Befunde und Funde durchgeführt.

## Ausbreitung der ostalpinen Kupfertechologie unter Berücksichtigung der Lagerstättentypen

Der Bergbaudistrikt Kitzbühel ist über weite Teile durch kupferkiesdominierte Lagerstätten, welche in Schiefer als Nebenstein vorkommen, gekennzeichnet. Sowohl die geologischen Rahmenbedingungen als auch der Lagerstättentyp, in dem Chalkopyrit vornehmlich an Quarz – daneben auch an Eisenkarbonat und Schiefer – gebunden als Gangart vorkommt, entsprechen den Begebenheiten der Bergbauregionen östlich von Kitzbühel. Daneben finden

sich zudem reiche Fahlerzvorkommen, die in mehreren Fällen vergleichbare geologische Rahmenbedingungen – wie jene im Unterinntal – aufweisen.

Von der ausgehenden Frühbronzezeit (17. Jh. v. Chr.) bis in die beginnende Spätbronzezeit (14./13. Jh. v. Chr.) wurde in den Ostalpen und darüber hinaus ausschließlich Chalkopyrit als Kupfererz genutzt, wobei hauptsächlich der zuvor beschriebene Lagerstättentyp ausgebeutet wurde. Aus dieser an Kupferkies orientierten Montanwirtschaft entwickelte sich im Bereich der westlichen Grauwackenzone ein überregionaler Technokomplex, die sogenannte ostalpine Kupfertechnologie. Im Laufe der späten Bronzezeit (14./13. – 8. Jh. v. Chr.) wurden schließlich wieder Fahlerze gewonnen und verhüttet, wobei die „Kupferkiestechnologien“ den Fahlerzlagerstätten angepasst wurden. Nach aktuellem Forschungsstand breitete sich der Technokomplex vom Pongau, zunächst entlang der Grauwackenzone, nach Westen und Osten aus. Über die Kitzbüheler Alpen erreichten die Bergleute und ihre Technologien das Inntal sowie das ostalpine Kristallin und schließlich die Graubündner Alpen. Nach Osten gelangte das Berg- und Hüttenwesen über die Eisenerzer Alpen bis zum Alpenostrand in Niederösterreich. Den Lagerstätten nach Süden folgend, verbreitete sich das Wissen um die Kupfergewinnung

aus sulfidischen Erzen über Ost- und Südtirol bis an den Alpensüdrand im heutigen Trentino.

Diesem Ausbreitungsmodell entsprechend, erreichten die Berg- und Hüttenleute das Kitzbüheler Gebiet über den Pinzgau. Im südlichen Leukental und den daran angrenzenden Tälern stießen sie auf besonders viele, reichhaltige Kupferkieslagerstätten, was dazu führte, dass sich diese Region zu einem der bedeutendsten bronzezeitlichen Kupferproduzenten Mitteleuropas entwickelte.

Die kupferkiesdominierten Lagerstätten bei Jochberg und Aurach zählen zum Kupfer-Eisenerzbezirk der Glemmtal-Einheit und sind im Wesentlichen mit den bronzezeitlich genutzten Revieren bei Viehhofen vergleichbar. Nördlich und westlich von Aurach verläuft die Grenze dieses Lagerstättenbezirkes zur Hochhörndler Schuppenzone. Auf der Höhe von Kitzbühel erstreckt sich entlang des Brixentales der Fahlerz-Kupfererzbezirk der Wildseeloder-Einheit. In dieser Zone stießen die bronzezeitlichen Prospektoren vermutlich zum ersten Mal auf Kupferkiesvorkommen, die stark mit Fahlerz vermischt sind und zudem teils andere geologische Rahmenbedingungen aufweisen. Neben Schiefergesteinen sind die Kupferlagerstätten in diesem Bereich häufig an Kalkbrekzie und Dolomit gebunden. Aufgrund der unterschiedlichen Geologie und Mineral-

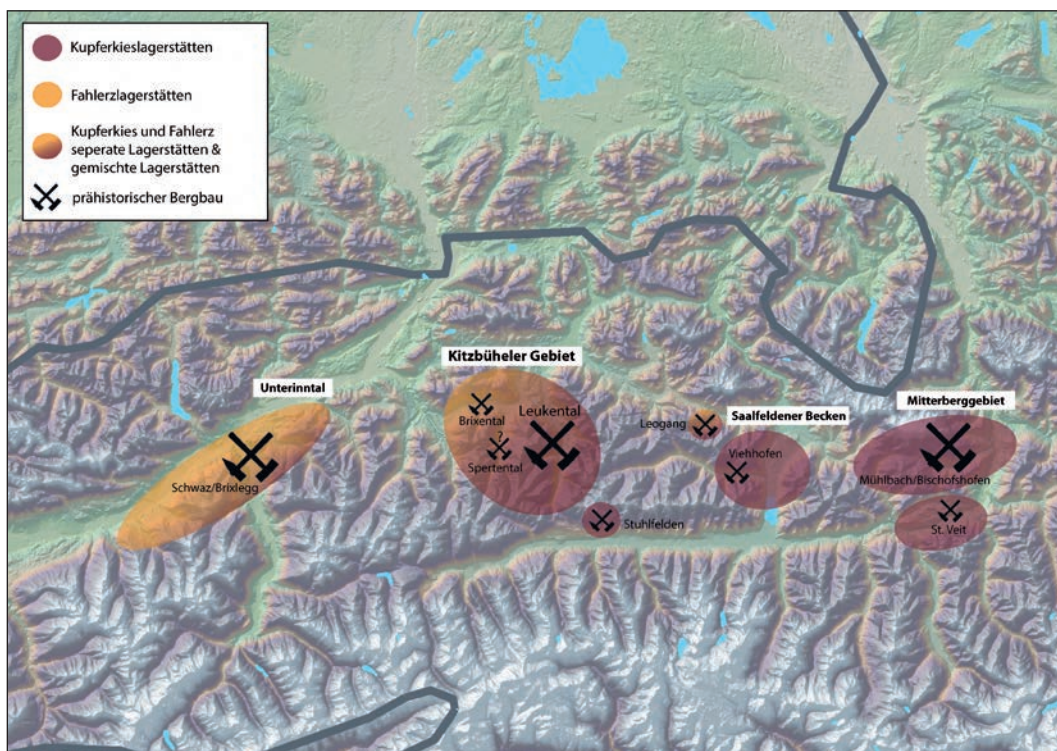


Abb. 1: Prähistorische Kupferbergbauregionen in der westlichen Grauwackenzone (nach Koch Waldner 2017).

paragenese der Reviere in der Wildseeloder-Einheit und der Hochhörndler Schuppenzone gegenüber jenen in der Glemmtal-Einheit, wurde der historische Bergbaudistrikt Kitzbühel in drei Zonen – eine nördliche, eine mittlere und eine südliche – unterteilt. Der Großteil der prähistorischen Bergbauspu- ren findet sich in der südlichen Zone bzw. der Glemmtal-Einheit bei Jochberg und Aurach. Neben zahlreichen Schmelzplätzen, vor allem bei Joch- berg, zählen die Scheidehalden sowie der untertägige, bronzezeitliche Abbau im Kelchalmrevier zu dieser Zone. Hierbei gilt es zu betonen, dass sich die Forschungen bislang auf dieses Areal konzentrier- ten, wobei ausschließlich die Nutzung von Chalko- pyrit nachgewiesen wurde.

Weitere Zeugnisse der bronzezeitlichen Erzgewin- nung und Kupferverhüttung finden sich in der mitt- leren Zone, welche das Gebiet der Wildseeloder- Einheit und der Hochhörndler Schuppenzone umfasst. Prähistorische Bergbauspu- ren wurden in diesem Bereich in Form von untertägigen Abbau- stellen im Schattbergrevier sowie Zeugnissen der Erzaufbereitung am Götschen im Brixental und Schmelzplätzen bei Kitzbühel und Aurach nachge- wiesen.

Da im Kitzbüheler Bergbaugesamt sowohl der ab der Mittelbronzezeit bevorzugt genutzte Kupferkies als auch die im Laufe der späten Bronze- und frühen Eisenzeit erneut genutzten Fahlerze vorkommen, nimmt diese Region eine besondere Rolle im Hin- blick auf die Ausbreitung des

prähistorischen Kupferberg- baues ein. Die Prospektoren der Bronzezeit dürften sehr bald erkannt haben, dass westlich von Kitzbühel der Anteil des begehrten Kupfer- kieses in den Lagerstätten zunehmend geringer wird. Der Kupfererzreichtum bricht im Westen jedoch nicht ab, da anstelle von Chalkopyrit Fahlerz umso häufiger vorkommt. In Anbe- tracht der zeitlichen und geo- graphischen Lage der Kitz- büheler Bergbauregion, zwischen den älteren Kup- ferkiesrevieren Salzburgs und den jüngeren Fahlerzre- vieren im Tiroler Unterinn- tal, erscheint es denkbar, dass die Berg- und Hüttenleute der ostalpinen Kupfertechno- logie – nach einer experi- mentalen Phase mit Fahler- zen – vom Kitzbüheler Raum aus die westlich angrenzen- den Fahlerzlagerstätten er- schlossen<sup>1</sup>.

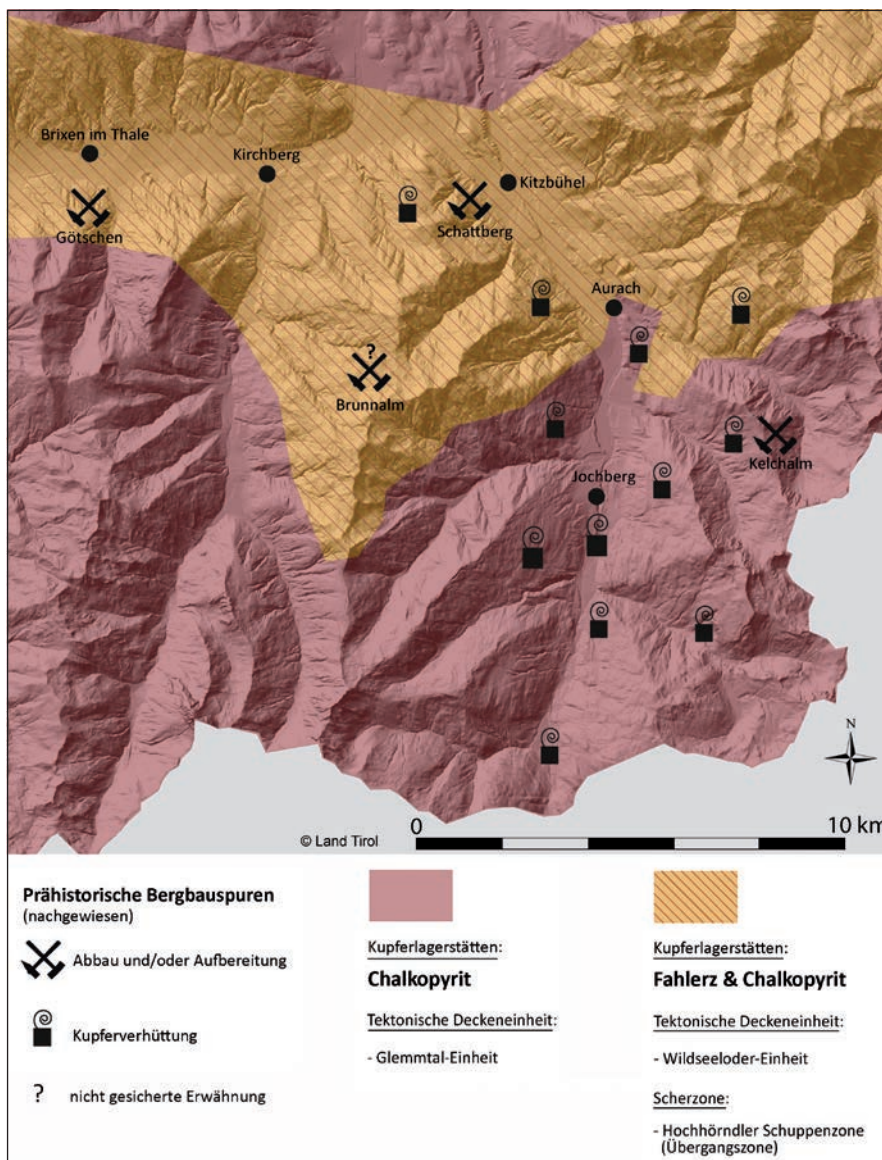


Abb. 2: Erzvorkommen und prähistorische Bergbauspu- ren in der mitt- leren und südlichen Zone des Kitzbüheler Bergbaudistriktes (nach Koch Waldner 2017).

## Spuren des prähistorischen Berg- und Hüttenwesens im Kitzbüheler Raum

Die größte Konzentration montanarchäologischer Fundstellen liegt im südlichen Leukental, im Gebiet der Gemeinden Jochberg, Aurach und Kitzbühel. Dabei muss berücksichtigt werden, dass sich die Prospektionen des 20. Jhs. auf diesen Teil der Region konzentrierten. Bergbaurelikte, die außerhalb dieses Tales liegen, verdeutlichen, dass sich die prähistorische Montanwirtschaft über das Leukental hinaus erstreckte, bislang allerdings nicht im Fokus der Wissenschaft gestanden haben. Hierzu zählen die prähistorischen Scheidehalden auf dem Göttschen im Brixental<sup>2</sup>, sowie vermutlich bronzezeitliche Bergbauspuren auf der Brunnalpe im Spertental.

Besondere Beachtung wurde dieser Region aufgrund der Scheidehalden im Kelchalmrevier, die zu den eindrucksvollsten obertägigen Relikten des urgeschichtlichen Montanwesens im Alpenraum zählen, zuteil.

Dank der Lokalisierung der zahlreichen Verhüttungsplätze durch Pittioni sowie aufmerksamen Ortsansässigen, wie dem ehem. Jochberger Dorfchronisten Georg Jöchl, konnte gezeigt werden, dass es sich um eine großräumige Montanlandschaft handelte. Nach weiteren Prospektionen in den vergangenen Jahren durch Mitarbeiter des Forschungszentrums HiMAT der Universität Innsbruck sind mittlerweile 52 Schmelzplätze bekannt.

### *Prähistorische Spuren als Lagerstättenindikator für den historischen Bergbau*

Prähistorische Bergbauspuren dienten den historischen Bergleuten als Indikatoren für abbauwürdige Lagerstätten. Dies hat häufig zu einer Überprägung der bronzezeitlichen Pinggen und Halden durch historische Abbau- und Aufbereitungsaktivitäten geführt, weshalb bislang Pinggen und Halden der Bronzezeit nur in wenigen Abbaurevieren eindeutig nachgewiesen werden konnten. Besonders hervorzuheben ist der Umstand, dass die Lagerstätte des Kelchalmrevieres aufgrund der prähistorischen Halden und Pinggen im 18. Jh. wiederentdeckt wurde. Der k.k. Lagerstättenkundler Franz Posepný berichtete:

*„Durch die 1751 gemachte Entdeckung des Erzvorkommens auf der Wildalpe, ist man auf die am Gebirgsrücken zwischen dem Aurach- und Wiesene-*

*ger-Thale befindlichen Pinggen und Halden aufmerksam gemacht worden, was 1769 zur Begründung des Kelchalpner, gegenwärtig productivsten Kupferbergbaues des Kitzbühler Districtes führte.“<sup>3</sup>*

### *Verhüttungsplätze als indirekte Indikatoren für Erzgewinnung*

Berücksichtigt man die räumliche Nähe der Verhüttungsplätze zu den Kupferlagerstätten, so erscheint es naheliegend, dass in der Bronzezeit auch jene Erzvorkommen genutzt wurden, in deren Umfeld bislang keine Spuren von Gewinnungsarbeiten vorliegen. Die Verbreitung von Verhüttungsplätzen vom Sinnwellrevier bei Kitzbühel im Norden bis zum Talschluss am Pass Thurn im Süden muss als Indiz dafür gewertet werden, dass die bronzezeitlichen Bergleute das gesamte Kitzbüheler Gebiet prospektierten und dort, wo sie auf abbauwürdige Kupfervorkommen stießen, diese auch gewonnen haben. Bereits Pittioni war davon überzeugt, dass die Schmelzplätze westlich von Jochberg mit den Erzen der Wurzhöhe beliefert wurden<sup>4</sup>. Dieselbe Theorie muss für die Bereiche Schützenkogel und Kuhkaser östlich von Jochberg aufgestellt werden.

## Abbau

Bei Abbautätigkeiten des historischen bzw. modernen Bergbaues wurden in unterschiedlichen Abbaurevieren als „Heidengruben“ oder „Alte Gruben“ bezeichnete, prähistorische Abbaustellen unter Tage dokumentiert. Die Bezeichnung Heidengrube zeigt, dass bereits die historischen Bergleute von einer vormittelalterlichen Zeitstellung dieser Bergbaurelikte ausgingen. Detaillierte Berichte von Prähistorikern und Lagerstättenkundlern zu diesen Fundstellen liegen erst seit der Mitte des 19. Jhs. vor. Sehr wahrscheinlich stießen Knappen schon in früherer Zeit auf die Reste des urgeschichtlichen Bergbaues. Dabei ist zu berücksichtigen, dass solche Entdeckungen im späten Mittelalter und in der frühen Neuzeit nicht systematisch festgehalten wurden. Außerdem wurden bis dato keine entsprechenden Recherchen zu Bergwerksberichten und Karten aus dieser Zeit vorgenommen.

Da die Gesteinsstabilität der Wildschönauer Schiefer relativ gering ist und künstliche Hohlräume dem Bergdruck deshalb nicht lange widerstehen können, verbrachen die Mundlöcher und Stollen nach dem

Auflassen des historischen bzw. modernen Bergbaues. Heute sind keine untertägigen Fundstellen mehr zugänglich, weshalb die Berichte von Matthäus Much, Alexander Schernthanner und Franz Posepný wichtige Informationsquellen für den prähistorischen Untertagebau darstellen.

Die geringe Stabilität des Nebengesteins legt die Vermutung nahe, dass die bronzezeitlichen Strecken wesentlich stärker verzimmert werden mussten als in anderen prähistorischen Bergbauregionen in der westlichen Grauwackenzone. Matthäus Much verglich die stark verbrochenen alten Gruben im Kelchalmrevier bemerkenswerterweise mit dem Heidegebirge der Salzbergwer-



**Abb. 4:** Luftbild der Bach- und Kelchalm (© Land Tirol) mit Grundriss des Stollensystems im Kelchalmrevier (nach Pošepný 1880). Auf dem Luftbild sind die prähistorischen Scheidehalden an beiden Seiten des Kamms zu erkennen. Im Grubenplan sind die abgebauten Erzkörper grau dargestellt und der alte Verhau ist rot markiert (nach Koch Waldner 2017).



**Abb. 3:** Schäftungsköpfe für Tüllenpickel aus der Scheidehalde 32 des Kelchalmrevieres – ohne Maßstab (nach Preuschen&Pittioni 1937 und Pittioni 1947; Zusammenstellung nach Koch Waldner 2017).

ke von Hallstatt und Dürrnberg und beschrieb die Befundsituation als „wirre Masse von Trümmergestein, Schlamm und Holzstücken“<sup>5</sup>. Selbst Pošepný, der sehr viele Bergwerke der k.k. Monarchie in Siebenbürgen, Böhmen und den Alpen befuhr, betonte, dass das Studium der Kitzbüheler Bergbaue durch die Brüchigkeit des Gesteins sowie durch die dadurch notwendige dichte Verzimierung der Strecken erheblich erschwert wurde<sup>6</sup>. Wie schwerwiegend dieser Umstand ist, geht aus der Zusammenstellung der Streckenlänge des Schattberg- und Sinnwellrevieres westlich von Kitzbühel hervor. Von den insgesamt 25.506 Streckenmetern waren im Jahre 1805 58 % verbrochen, 35 % verzimmert und nur 7 % der Strecken standen ohne Verzimierung im festen Gestein.

#### *Funde und Befunde des bronzezeitlichen Untertagebaues*

Die bislang einzigen von Wissenschaftlern untersuchten und beschriebenen Spuren des prähistorischen Untertagebaues wurden im Schattberg- und Kelchalmrevier in der Mitte des 19. Jhs. entdeckt. Im Schattberg südwestlich von Kitzbühel wurde

1843 eine „alte Grube“ bzw. eine prähistorische Abbaustelle angefahren. Darin fanden sich noch frisch aussehende Hölzer, Keile aus Eichenholz, eine hölzerne Schaufel, ein „lederner Schurz“, sowie Klopf- und Scheidsteine, die Much mit jenen des Mitterbergrevieres verglich<sup>7</sup>. In der Nähe dieser Gruben wurden in den darauffolgenden Jahren noch weitere prähistorische Abbaue entdeckt.

Im Kelchalmrevier entdeckte man oberhalb des Danieli-Stollens mit Wasser gefüllte „alte Gruben“, bei denen es 1855 zu einem Wasserdurchbruch kam<sup>8</sup>. In diesen Gruben fand sich ebenfalls eine Vielzahl von prähistorischen Funden, darunter angebrannte Leuchtspäne, eine Rollkopfnadel aus Bronze und sogar eine hölzerne Kastenkonstruktion<sup>9</sup>. Der Hutmann Anton Duxneuner hatte den aus Fichtenbrettern gezimmerten Kasten selbst gesehen und berichtete folgendes:

*„Es standen drei Säulen in einer Reihe, und zwischen je zweien davon eine viereckige Holzkiste, über der eine Stange lag. Nebst offenbaren Trogfragmenten fanden sich auch aus Haselstauden angefertigte Siebe, so dass man die Existenz einer Siebsetz-Vorrichtung annehmen zu müssen glaubte, wobei die in die Kisten eingesenkten Siebe auf der oben befindlichen Schwungstange aufgehängt gewesen sein mögen.“<sup>10</sup>*

Ob es sich bei dem Befund tatsächlich um eine Aufbereitungsanlage handelte, kann jedoch nicht mit letzter Sicherheit bestätigt werden. Falls die Interpretation des Bergmannes jedoch zutreffend war, würden diese Anlage sowie die Scheidsteine aus dem Schattberg die bislang einzigen untertägigen Aufbereitungsstätten des bronzezeitlichen Kupferbergbaues darstellen.

Einen weiteren einzigartigen, ebenfalls verschollenen Fund hatte ein Bergmann in den alten Gruben des Kelchalmrevieres aufgelesen. Es handelte sich um einen gebrochenen Holzstab, der in bestimmten Abständen Kerben und „rätselhafte“ Symbole aufwies, den der Finder als vermutliches Bergmaß interpretierte<sup>11</sup>. Da sich niemand für diesen einzigartigen Fund zu interessieren schien, warf er ihn wieder weg, sodass heute nur mehr gemutmaßt werden kann, ob es sich tatsächlich um ein urgeschichtliches Bergmaß handelte.

Auch über Tage entdeckte man einige Funde, die als Gezähe unter Tage gedient haben. Im Fundmaterial der Grabungen von Preuschen und Pittioni auf den

Scheidehalden befinden sich Reste von Knieholzschaftungen für Tüllengeräte (**Abb. 3**). Der Vergleich mit den Schaftungen für Bronzepickel aus dem Mitterberggebiet zeigt, dass es sich bei den Funden von der Kelchalm um denselben Typus handelt<sup>12</sup>. Dies verdeutlicht, dass in beiden Bergbaugebieten das gleiche Gezähe – Bronzepickel auf Knieholzschaftungen – sowie eine vergleichbare Abbautechnologie zum Einsatz kamen.

Im Zuge der Forschungen der letzten Jahre gelang es, mehrere Bergwerkskarten des Kelchalmreviers aus dem 19. Jh., auf denen die Fundstelle dargestellt ist, ausfindig zu machen. Aufgrund der Wichtigkeit einer exakten Vermessung im Untertagebau stellt das gesichtete Kartenmaterial eine präzise Darstellung des Streckennetzes dar, welches die Berechnung der Teufe des alten Verhaues ermöglichte. Die Grubenpläne wurden an ein georeferenziertes Orthofoto sowie einen Gelände-Laserscan angepasst. Über die Seigerrisse konnte der Abstand zwischen dem Mundloch des Danieli-Stollens und der Fundstelle ermittelt werden. Schließlich wurde der tiefste Punkt des alten Verhaues, der in einer Teufe von rund 160 m liegt, errechnet. Die erhebliche Teufe deutet auf einen ebenso hoch entwickelten Untertagebau wie jenem im Pongau, wo der tiefste bekannte prähistorische Kupferabbau Europas – im Arthurstollen bei Bischofshofen – mit einer Teufe von über 200 m liegt.

## Aufbereitung

Spuren der Aufbereitung konnten im Kelchalmrevier und am Götschen bei Brixen im Thale nachgewiesen werden, da hier die Scheidehalden nur teilweise von Pflanzen bewachsen und somit deutlich zu erkennen sind. Während am Götschen lediglich Prospektionen durchgeführt wurden, konnten Preuschen und Pittioni durch ihre Ausgrabungen auf den Halden im Kelchalmrevier wichtige Erkenntnisse zur prähistorischen Aufbereitungstechnologie gewinnen. Diese liegen im flachen Hangbereich des Freibergsattels zwischen dem Laubkogel und dem Hahnenkampl auf rund 1760 m. ü. M. Als Kelchalm im eigentlichen Sinn wird das Gebiet westlich dieser Sattelregion bezeichnet. Der Bereich östlich des Rückens trägt den Namen Bachalm. Da man in historischer Zeit die Lagerstätte von der Kelchalm aus anfuhr, wurde das gesamte Bergbaurevier danach benannt. Während der von Pittioni und Preuschen



**Abb. 5: Prähistorische Halden auf der Bachalm im Kelchalmrevier (Foto: Koch Waldner).**

durchgeführten archäologischen Grabungen sowie Prospektionen war es möglich, mehr als 50 Scheidehalden zu differenzieren<sup>13</sup>. Die Ausdehnung der Bergbauspuren über Tage erstreckt sich auf der Kelchalmseite über eine Länge von 150 m, auf der Bachalmseite hingegen von über 300 m.

Die vielen Funde und Befunde aus der Scheidehalde 32 stehen mit der Aufbereitung des Erzes, dem „Scheiden“ – dem Trennen des erzhaltigen vom tau-



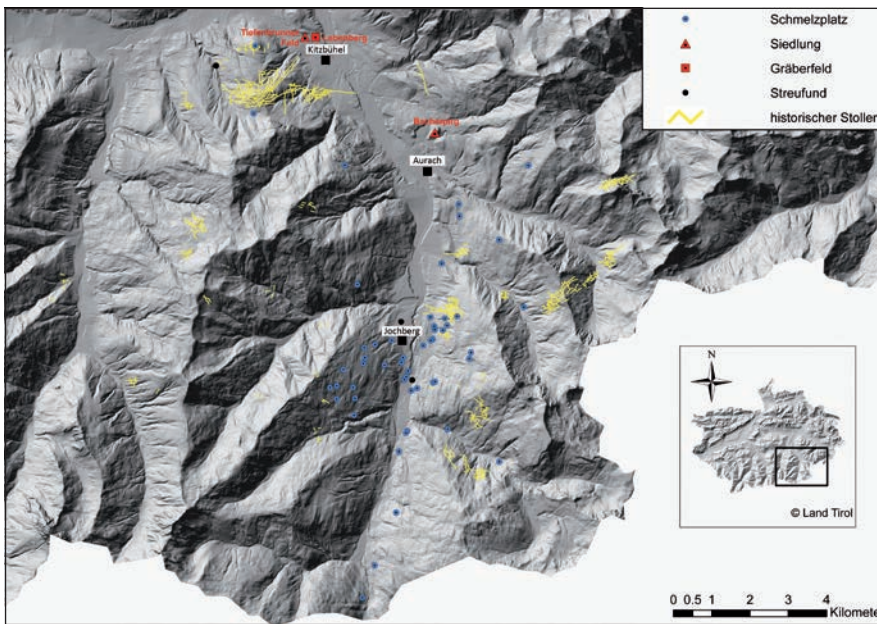
**Abb. 6: Trog für die Nassaufbereitung von Erz aus der Scheidehalde 32 im Kelchalmrevier (Foto: Blaickner).**

ben Gestein – in Verbindung. Sie zeigen in beeindruckender Art und Weise den Prozessablauf der prähistorischen Erzaufbereitung („chaîneopératoire“). Die jüngsten Grabungsergebnisse zeigen, dass zu Beginn der prähistorischen Nutzung zunächst ein damals vorhandener Waldbestand in der Kammregion gerodet wurde<sup>14</sup>. Das Roden der Bäume diente einerseits zur Freilegung des Gesteins, andererseits konnte das Holz als Werk- und Brennstoff verwendet werden. Anschließend wurden Arbeitsflächen eingerichtet, auf denen sich

Kultur- und Abfallsschichten bildeten.

Mehrere im gewachsenen Boden angelegte, teils mit Holzverschalungen versehene Rinnen dienten als Wasserleitungen für die Nassaufbereitung. Es konnten neun Herdstellen und mehrere Steinsetzungen, welche wichtige Hinweise auf Siedlungsaktivitäten im Bereich der Aufbereitungshalden darstellen, freigelegt werden. Darunter sticht eine Fundamentierung (Befund-Nr. 61 nach Preuschen/Pittioni) heraus, die als Unterbau für ein Blockgebäude interpretiert wird<sup>15</sup>.

Anhand des Fundmaterials aus der Scheidehalde 32 kann der gesamte Aufbereitungsprozess rekonstruiert werden. Das in den bronzezeitlichen Gruben geförderte Erz, zum Teil noch stark mit Nebengestein verwachsen, wurde zunächst durch den Einsatz steinerner Geräte, wie Scheidhämmer und Ambosssteine, einer Grobzerkleinerung unterzogen. Die Sortierung erfolgte dabei durch Auslesen der erzführenden Partien. Das taube Gestein, oftmals größere Stücke, wurde auf die Halde geworfen. Dieser erste Arbeitsschritt ist durch bis zu 10 cm große Brocken an Nebengestein in den Scheidehalden nachgewiesen. Wenn das Erz stark mit dem Nebengestein verwachsen war, kamen für die feinere Aufbereitung Läufersteine zum Einsatz, die über große Unterlagsplatten gezogen wurden. Mithilfe dieser Erzmühlen wurde das erzhaltige Gestein auf eine einheitliche Korngröße aufgerieben. Anschließend wurde in einem nassmechanischen Arbeitsschritt



**Abb. 7: Verbreitung prähistorischer Schmelzplätze (nach Koch Waldner 2017, erstellt von Skomorowski & Koch Waldner).**

das gepochte und fein gemahlene Material aufgrund der unterschiedlichen Dichte von erzhaltigem und taubem Gestein im Wasser getrennt. Vergleichbar ist dieser Prozess mit dem Goldwaschen, bei dem sich das schwere, erzeiche Material durch ständiges Aufwirbeln, Sichern und Schwenken unter dem leichteren, tauben Material ablagert. Das bei der Erzwäsche gewonnene kupferreiche Konzentrat konnte schließlich mittels hölzerner messerartiger Geräte getrennt werden. Solche messerförmigen Geräte aus Holz, wie sie auch Georg Agricola beschreibt<sup>16</sup>, sind ebenfalls in den Scheidehalden der Kelchalm gefunden worden<sup>17</sup>.

Für die Nassmechanische Aufbereitung sprechen einige auf der Kelchalm dokumentierte Tümpel, zwei Holztröge (Abb. 6) sowie mehrere Holz- und Bodenrinnen<sup>18</sup>. Die Tröge maßen bei ihrer Auffindung ca. 175 x 80 cm. Ähnlich wie bei der Kastenkonstruktion für die Nassaufbereitung von Erz vom Troiboden in Mühlbach<sup>19</sup>, ist bei einem der Tröge eine querverlaufende und in Nuten eingesetzte Holzstange erhalten. Dies weist darauf hin, dass die Tröge für eine ähnliche Nassaufbereitungstechnik eingesetzt wurden. Eine aus Brettern gefertigte Kastenkonstruktion im Bereich der Scheidehalde 32 wurde von Preuschen und Pittioni als Abfallgrube interpretiert. Nach heutigem Forschungsstand scheint es naheliegender, dass diese Konstruktion einst ebenfalls eine Nassaufbereitungsanlage darstellte<sup>20</sup>. Neben den, wegen der feuchten Lagerung gut erhaltenen

Holzartefakten, darunter Pfosten, Keile, Dachschilden, Kochgeräte sowie Kerbhölzer, die vielleicht ein frühes Zählsystem darstellen, kamen viele Keramikfragmente, Tierknochen und einige Bronzefunde ans Tageslicht<sup>21</sup>.

### Verhüttung

Das gewonnene Erz wurde auf gepflasterten Röstbetten geröstet und in gemauerten und mit Lehm ausgestrichenen Öfen geschmolzen. Da Pittioni in erster Linie Prospektionen im Gemeindegebiet seines Urlaubsortes Jochberg

durchführte, sind aus diesem Raum am meisten prähistorische Schmelzplätze bekannt. Das häufige Vorkommen dieser Fundstellen in und um Jochberg ist somit nicht auf räumliche Organisationsstrukturen des prähistorischen Montanwesens, sondern auf intensive Prospektionen sowie die Aufmerksamkeit der Bevölkerung in diesem Gebiet zurückzuführen. Eine ähnliche Dichte an Schmelzplätzen könnte daher auch für die Gemeindegebiete Kitzbühel und Aurach angenommen werden. Außerdem gilt es zu berücksichtigen, dass durch zahlreiche Baumaßnahmen, vor allem in Kitzbühel, seit dem Mittelalter bis in die jüngste Vergangenheit viele dieser Fundstellen zerstört worden sein dürften, weshalb deren tatsächliche Verteilung nicht einwandfrei wiedergegeben werden kann. Im Rahmen der jüngsten Forschungen wurde versucht, die von Pittioni erwähnten Fundstellen wiederzufinden. Dabei konnten mehrere bislang unbekannte Schmelzplätze lokalisiert werden. Um eine strukturierte Fundstellenbezeichnung zu erhalten, wurde eine neue Codierung verwendet. Die Schmelzplätze (SP) sind mit einer zusätzlichen Abkürzung für den Fundbereich (z.B. WH für Wurzhöhe, SK für Schützenkogel) versehen.

### Ofen- und Röstbettbefunde

Pittioni führte in den 1950er bis 1970er Jahren mehrere Ausgrabungen auf Schlackenplätzen durch. Dabei konnten jedoch keine gut erhaltenen Ofen-



strukturen freigelegt und dokumentiert werden. Prähistorische Öfen und Röstbetten wurden erstmals in den 1990er Jahren im Bereich der Wurzhöhe (Abk. WH) an der Fundstelle WH/SP 1 (Hechenberg) ausgegraben und veröffentlicht<sup>22</sup>. Vielversprechende Oberflächenfunde (Schlacke und Ofenbruch) sowie die Ergebnisse einer Magnetfeldmessung an diesem Schmelzplatz (1305 m. ü. M.) führten zu zwei Grabungskampagnen. Es konnten vier Schmelzöfen, darunter ein Doppelofen und ein zweiphasiges Röstbett, dokumentiert werden.

Im Sommer 2012 wurde eine weitere Verhüttungsanlage auf dem Schmelzplatz WH/SP 5 ausgegraben und dokumentiert<sup>23</sup>. Die Fundstelle (1115 m. ü. M.) wurde von Pittioni 1968 erstmals als SP 27 erwähnt. Durch Oberflächenfunde, Bohrkernanalysen (Pürckhauer-Bohrer) und Magnetfeldmessungen wurden entlang einer Geländekante Reste von Öfen und einem Röstbett lokalisiert. Ein Doppelofen und ein Teil des dazugehörenden Röstbetts wurden freigelegt.

Der Röstbettbefund setzte sich aus einer Pflasterung aus flachen Steinplatten und Lehm sowie größeren Begrenzungssteinen zusammen. Der Doppelofen (**Abb. 8**) befand sich hangabwärts, 1,20 m vom Röstbettrand entfernt. Die Ofenmauern waren in eine Geländekante gesetzt, die Ofeninnerräume waren 50 cm breit und ca. 80 cm lang. An den Ofenrückseiten befanden sich zwei intentionell mit Schlackenkuchen verfüllte Gruben, die wahrscheinlich dazu dienten, die Ofenmauern nachträglich zu verstärken.

Von den bislang untersuchten Schmelzplätzen stellt dieser den einzigen dar, an dem lediglich Schlackenkuchen (-fragmente), jedoch keine Platten-schlacken oder Schlackensand vorkommen. Diese technologischen Unterschiede gegenüber den anderen Verhüttungsplätzen scheinen auf ein anderes Alter dieser Fundstelle zurückzuführen zu sein. Die Fundstelle WH/SP 5 kann aufgrund von <sup>14</sup>C-Daten in das 16./15. Jh. bzw. die mittlere Bronzezeit datiert werden und stellt somit den bislang ältesten untersuchten Schmelzplatz dieser Region dar.

Nachdem Preuschen und Pittioni 1932 erstmals archäologische Ausgrabungen am Schmelzplatz LK/SP 1 (SP 1 nach Preuschen&Pittioni) im Kelchalmrevier durchführten, kam es in den 1970er Jahren zu weiteren Grabungen durch ortsansässige Laien, wobei die Grabungsergebnisse nicht veröffentlicht

wurden. Erst durch Recherchen konnten im Jahre 2013 sowohl die fotografischen als auch die zeichnerischen Dokumentationen dieser Grabungen ausfindig gemacht werden. Bei der zweiten, nicht veröffentlichten Grabung wurden Ofenbefunde freigelegt, sodass insgesamt an drei Schmelzplätzen Verhüttungsanlagen ausgegraben wurden.

Mittels geomagnetischer Messungen gelang es, auf der Wurzhöhe weitere Ofenbefunde zu lokalisieren, welche durch zukünftige Ausgrabungen untersucht werden sollen.

### *Schlackenaufbereitung*

Bei der Schlackenaufbereitung ist von einer ähnlichen Technologie wie bei der Erzaufbereitung auszugehen. Nach einem Verhüttungsdurchgang war noch Kupfer in den Schlacken gebunden, weshalb diese auf steinernen Unterlagsplatten zerklöpft und aufgerieben wurden. Sowohl auf der Wagstättalm (WH/SP 4) als auch an anderen Schmelzplätzen mit Schlackensand konnten mehrere Steingeräte für eine solche Aufbereitung gefunden werden, darunter Pochplatten (**Abb. 10**), Klopffsteine sowie ein Rillenschlägel (**Abb. 11**)<sup>24</sup>. Das gepochte und schließlich gemahlene Material wurde auf nassmechanischem Weg getrennt. Ein Gewässer (Quellaustritt, Lacke, Rinnsal, etc.) in der Nähe bronzezeitlicher Verhüttungsplätze stellt somit ein Charakteristikum dar. Der ausgewaschene Schlackensand wurde schließlich abgestrichen und als Abfallpro-



**Abb. 8: Doppelofen mit Schlackendeponierungen an der Ofenrückseite auf dem Schmelzplatz WH/SP 5 (Foto: Koch Waldner).**

dukt auf die Halde geschüttet. Auf dem Schmelzplatz WH/SP 4 (1274 m. ü. M.) konnten Überreste einer solchen Waschanlage für die Nassmechanische Aufbereitung von Schlacke dokumentiert werden (Abb. 9)<sup>25</sup>. Es handelt sich dabei um zwei parallel verlaufende, wannenartige Rinnen, die im anstehenden Boden angelegt und an den Seiten mit Holz verschalt waren. In einer der Waschrinnen wurde eine Bohle gefunden, welche wohl ursprünglich eine Seite der Waschanlage begrenzte bzw. verstärkte. Die beiden Rinnen waren zur Gänze mit Schlackensand verfüllt. Dieser war mit vielen Holzbearbeitungsabfällen, Zweigen und Fichten- bzw. Tannennadeln vermischt, was auf Holzarbeiten direkt am Schmelzplatz hinweist. Die Schlackensandhalde befindet sich hangabwärts, in direkter Nähe zur Waschanlage.

#### *Erzaufbereitung am Verhüttungsplatz*

Während der Prospektionen der vergangenen Jahre stellte man an mehreren Schmelzplätzen Quarzstücke mit Erzresten fest. Auf der Wurzhöhe war in einigen Fällen der Anteil des erzhaltigen Gangmaterials bereits an der Oberfläche prähistorischer Schlackenhalde bzw. im Umfeld der Verhüttungsanlagen besonders hoch. Bei einer kleineren Sondierungsgrabung im Bereich der Schlackensandhalde des Schmelzplatzes WH/SP 2 konnten besonders

viele Quarzstücke mit Chalkopyritresten sowie aufbereiteter Quarzsand direkt im Schlackensand festgestellt werden<sup>26</sup>. Auch an der Sohle einer Rinne der Waschanlage für Schlackensand an der Fundstelle WH/SP 4 fand sich eine auf Quarzsand liegende Pochplatte. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass Quarz, der wahrscheinlich vor Ort gepocht wurde, als Zuschlag im Schmelzprozess verwendet wurde. Da neben reinem Sand auch größere Quarzstücke mit Kupferkies gefunden wurden, ist davon auszugehen, dass in einigen Fällen auch Erz – zumindest teilweise – direkt am Schmelzplatz aufbereitet wurde. Dieser Umstand könnte auf die Ausbeutung kleinerer oberflächennaher Vorkommen zurückzuführen sein, wobei das Erz in unmittelbarer Nähe geschmolzen wurde, da die Aufbereitung und Verhüttung räumlich nicht voneinander getrennt werden musste. Steingeräte von solchen Schmelzplätzen sind daher sehr wahrscheinlich zum Pochen und Mahlen von Schlacken sowie Erz verwendet worden.

#### **Datierung**

Damit die Dauer des prähistorischen Bergbaues im Kitzbüheler Raum ermittelt werden kann, wurden im Rahmen des Forschungsprojektes des Verfassers seit 2011 insgesamt neun Schmelzplätze mittels na-



**Abb. 9:** Überreste einer Waschanlage für die Nassaufbereitung von Schlackensand am Schmelzplatz WH/SP 4 (Foto: Koch Waldner).



**Abb. 10 & 11: Zweiseitig genutzte Pochplatte und Rillenschlägel vom Verhüttungsplatz WH/SP 4 auf der Wagstättalm (Fotos: Blaickner & Koch Waldner).**

turwissenschaftlichen Methoden datiert<sup>27</sup>. Zuvor veranlasste bereits Gert Goldenberg <sup>14</sup>C-Datierungen der Verhüttungsplatz WH/SP 1<sup>28</sup> sowie dendrochronologische Datierungen mehrerer Hölzer aus den Scheidehalden des Kelchalmrevieres<sup>29</sup>. Aufgrund der Datierungsergebnisse ist mit einer Initialphase der Montanwirtschaft in der mittleren Bronzezeit bzw. dem 16./15. Jh. v. Chr. zu rechnen. Seine Blütephase erreichte der Bergbau in der frühen Spätbronzezeit; sowohl einige Schmelzplätze bei Jochberg als auch die untersuchten Aufbereitungshalden im Kelchalmrevier datieren in die erste Hälfte des 13. Jh. v. Chr.

Dieser Datierungsansatz wird aufgrund palynologischer Untersuchungen an Mooren sowie den archäologischen Streufunden aus dem südlichen Leukental und den Grabungsergebnissen vom bronzezeitlichen Gräberfeld „Lebenberg“ in Kitzbühel unterstrichen. Der nur teilweise ausgegrabene Friedhof datiert von der frühen (Bz D1) bis in die mittlere Urnenfelderzeit (Ha B1), bzw. vom ausgehenden 14. bis in das späte 11. Jh. v. Chr.<sup>30</sup>.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Gros des archäologischen Fundmaterials aus der späten Bronzezeit stammt und der Urnenfelderkultur zuzuschreiben ist. Die ältesten bislang bekannten Funde datieren hingegen in die mittlere Bronzezeit. Jüngere Funde liegen indes lediglich in sehr geringer Zahl vor und erweisen sich in erster Linie als früheisenzeitliche Relikte. Die absolutchronolo-

gischen Datierungen von montanarchäologischen Befunden zeichnen überdies ein für das Berg- und Hüttenwesen vergleichbares Bild der zeitlichen Entwicklung. Dieses weist auf einen Zusammenhang zwischen den Bergbauspuren und jenen Funden hin, die nicht direkt dem Montanwesen zuzuschreiben sind. Die aus Pollenanalysen gewonnenen Erkenntnisse bekräftigen die Theorie, dass das Einsetzen bzw. die Zunahme des archäologischen Fundniederschlags mit dem Aufkommen des mittel- bis spätbronzezeitlichen Bergbaus verbunden ist. Die in der Zeit des 14./13. Jh. v. Chr. einsetzende Kurve für Getreidepollen<sup>31</sup> weist auf eine Intensivierung landwirtschaftlicher Aktivitäten hin, was auf eine ganzjährige Besiedlung des südlichen Leukentals durch diejenigen Menschen schließen lässt, die den Bergbau zu jener Zeit betrieben haben.

### Anmerkungen

- 1 Koch Waldner 2017
- 2 Neuninger et al. 1970
- 3 Pošepný 1880
- 4 Pittioni 1976
- 5 Much 1893
- 6 Pošepný 1880
- 7 Much 1879
- 8 Much 1879; 1902; Pošepný, 1880
- 9 Much 1879; Pošepný 1880; Schernthanner 1893
- 10 Pošepný 1880

- 11 Scherthanner 1893
- 12 Thomas 2012
- 13 Preuschen&Pittioni 1937
- 14 Klaunzer et al. 2010
- 15 Preuschen&Pittioni 1954
- 16 Agricola 1556
- 17 Preuschen&Pittioni 1937
- 18 Preuschen&Pittioni 1954
- 19 Stöllner et al. 2012
- 20 Koch Waldner&Klaunzer 2015
- 21 Klaunzer 2008
- 22 Goldenberg 2004
- 23 Koch Waldner et al. 2013 b; Koch Waldner 2017
- 24 Koch Waldner et al. 2012; Koch Waldner 2017
- 25 Koch Waldner et al. 2012; Koch Waldner 2017
- 26 Koch Waldner 2017
- 27 Koch Waldner 2017
- 28 Goldenberg 2004
- 29 Pichler et al. 2009
- 30 Scheiber 2011
- 31 Viehweider 2013

## Literaturverzeichnis

Georg AGRICOLA, *De remetallicis libri XII. – Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen* Unveränderter Nachdruck der Ausgabe Berlin 1928 (Wiesbaden 2003).

Gert GOLDENBERG, Ein Verhüttungsplatz der mittleren Bronzezeit bei Jochberg (Nordtirol). In: *Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt, Beih. 17.*(2004), 165-176.

Gert GOLDENBERG / Brigitte RIESER, Die Fahlerzlagerstätten von Schwaz/Brixlegg (Nordtirol) – Ein weiteres Zentrum urgeschichtlicher Kupferproduktion in den österreichischen Alpen. In: *Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt, Beih. 17.*(2004), 37-52.

Helmut HEINISCH / Gerhard PESTAL / Jürgen M. REITNER, Erläuterungen zu Blatt 122 Kitzbühel (Wien 2015).

Michael KLAUNZER, Studien zum spätbronzezeitlichen Kupferbergbau auf der Kelchalm und Bachalm, Bezirk Kitzbühel, Nordtirol. Unveröff. Diplomarbeit, Innsbruck.

Michael KLAUNZER / Gert GOLDENBERG / M. STAUDT, KG Aurach, OG Aurach bei Kitzbühel, PB Kitzbühel, in: *Fundberichte Österreich* 48, 2009 (2010), 389-390.

Michael KLAUNZER / M. STAUDT: *Fundchronik Bronzezeit, KG Buch, OG Buch bei Jenbach, VB Schwaz*, in: *Fundberichte Österreich*, 49, 2010 (2011), 417.

Thomas KOCH WALDNER / M. STAUDT / Gert GOLDENBERG, KG Jochberg, OG Jochberg, in: *Fundberichte Österreich*, 50, 2011 (2012), 414-416.

Thomas KOCH WALDNER / Gert GOLDENBERG, Charakterisierung der bronzezeitlichen Bergbaulandschaft in der Region Kitzbühel – Ergebnisse und Ausblick. In: Oegg, K. & Schaffer, V. (Hg.): *Die Geschichte des Bergbaus in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten, Proceedings zum 6. Milestone-Meeting des SFB HiMAT vom 3.-5.11.2011 in Klausen Südtirol*, 126-133.

Thomas KOCH WALDNER / Roman SKOMOROWSKI / Caroline GRUTSCH, KG Jochberg, OG Jochberg. Prospektionen zum prähistorischen Berg- und Hüttenwesen im Gemeindegebiet von Jochberg, in: *Fundberichte aus Österreich* 51, 2012 (2013), 327 - 328.

Thomas KOCH WALDNER / Roman SKOMOROWSKI / Caroline GRUTSCH, KG Jochberg, OG Jochberg. Ausgrabung des prähistorischen Schmelzplatzes WH/SP 5, in: *Fundberichte aus Österreich* 51, 2012 (2013), 328 - 329.

Thomas KOCH WALDNER, Prehistoric copper production in the region of Kitzbühel, North Tyrol - mining and smelting. In: Anreiter, P.; Brandstätter, K.; Goldenberg, G.; Hanke, K.; Leitner, W.; Nicolussi, K.; Oegg, K.; Pernicka, E.; Schaffer, V.; Stöllner, T.; Tomedi, G. & Tropper, P. (eds.): *Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies – Proceedings for the 2<sup>nd</sup> Mining in European History Conference of the FZ HiMAT, 7.-10. November 2012 (Innsbruck 2012)*, 73-78.

Thomas KOCH WALDNER / Michael KLAUNZER, Das prähistorische Bergbauggebiet in der Region Kitzbühel. In: T. Stöllner, K. Oegg (Hrsg.), *Bergauf Bergab. Eine Zeitreise durch 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen. Wissenschaftl. Beiband zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum vom 31.10.2015 - 24.04.2016, im Vorarlberg Museum Bregenz vom 11.06.2016 - 26.10.2016, (Rahden/Westf. 2015)*, 165 – 173.

Thomas KOCH WALDNER, Räumliche und zeitliche Struktur des prähistorischen Bergbaus in der Region Kitzbühel – Charakterisierung einer alpinen bronzezeitlichen Bergbaulandschaft anhand von archäologischen Befunden, Geländeanalysen und überregionalen Vergleichen. Unveröff. Dissertation, Innsbruck 2017.

Matthäus MUCH, Das vorgeschichtliche Kupferbergwerk auf dem Mitterberge (Salzburg), in: *Mitteilungen der k. k. Central-Commission Neue Folge* 5 (1879), 18–36.

Matthäus MUCH, Die Kupferzeit in Europa und ihr Verhältnis zur Kultur der Indogermanen 2, (Jena 1893).

Matthäus MUCH, Prähistorischer Bergbau in den Alpen, in: *Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins* 33 (1902), 1–31.

Heinz NEUNINGER / Ernst PREUSCHEN / Richard PITTIONI, Der urzeitliche Kupferbergbau Göttschen bei Brixen im Tal, p. B. Kitzbühel, Tirol, in: *ArchaeologiaAustriaca*, 47 (1970), 19-25, = *Archiv für vor- und frühgeschichtliche Bergbauforschung* 36.

Ernst PERNICKA / Joachim LUTZ, Fahlerz- und Kupferkiesnutzung in der Bronze- und Eisenzeit, In: T. Stöllner, K. Oegg (Hrsg.), *Bergauf Bergab. Eine Zeitreise durch 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen. Wissenschaftl. Beiband zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum vom 31.10.2015 - 24.04.2016, im Vorarlberg Museum Bregenz vom 11.06.2016 - 26.10.2016, (Rahden/Westf. 2015)*, 107-111.

Thomas PICHLER / Gert GOLDENBERG / Michael KLAUNZER / Kurt NICOLUSSI, Die Hölzer des bronzezeitlichen Bergbaus auf der Kelchalm bei Kitzbühel, in: *Archäologisches Korrespondenzblatt* 39 (2009), 59-75.

Richard PITTIONI, Untersuchungen im Bergbaugebiete Kelchalpe bei Kitzbühel, Tirol (2. Bericht), in: *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission* 5 (1947), 37-99.

Richard PITTIONI, Der urzeitliche Kupfererzbergbau im Gebiete um Kitzbühel. In: *Stadtbuch Kitzbühel* 2, (Kitzbühel 1968), 32-102.

Richard PITTIONI, Beiträge zur Kenntnis des urzeitlichen Kupferbergwesens um Jochberg und Kitzbühel, Tirol in: *ArchaeologiaAustriaca* 59/60 (1976), 243-264.

Franz POSEPNÝ, Die Erzlagerstätten von Kitzbühel in Tirol und der angrenzenden Theile Salzburgs, in: *Archiv für Praktische Geologie* 1, (1880), 257-438.

Ernst PREUSCHEN / Richard PITTIONI, Untersuchungen im Bergbaugebiete Kelchalpe bei Kitzbühel, Tirol. 1, Bericht, in: *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission* 3 (1937).

Ernst PREUSCHEN / Richard PITTIONI, Untersuchungen im Bergbaugelände Kelchalm bei Kitzbühel, Tirol. 3. Bericht über die Arbeiten 1946-53 zur Urgeschichte des Kupferbergwesens in Tiro, in: *ArchaeologiaAustriaca* 15 (1954), 3-97.

Ernst PREUSCHEN / Richard PITTIONI, Neue Beiträge zu Topographie des urzeitlichen Bergbaues auf Kupfererz in den österreichischen Alpen, in: *ArchaeologiaAustriaca* 18 (1955), 45-79.

E. M. SCHEIBER, Das spätbronzezeitliche Gräberfeld am Lebenberg bei Kitzbühel, Tirol. Unveröff. Diplomarbeit, (Innsbruck 2011).

Alexander SCHERNTHANNER, Beschreibung einiger prähistorischer Ausgrabungen in Tirol, in: *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Neue Folge* 13 (1893), 59-62.

Thomas STÖLLNER / Elisabeth BREITENLECHNER / Dagmar FRITSCH (u.a.), Ein Nassaufbereitungskasten vom Troiboden - Interdisziplinäre Erforschung des bronzezeitlichen Montanwesens am Mitterberg (Land Salzburg, Österreich), in: *Jahrb. RGZM*, 57, 2010 (2012), 1-32.

Thomas STÖLLNER, Die alpinen Kupfererzreviere: Aspekte ihrer zeitlichen, technologischen und wirtschaftlichen Entwicklung im zweiten Jahrtausend vor Christus. In: T. Stöllner, K. Oeggel (Hrsg.), *Bergauf Bergab. Eine Zeitreise durch 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen*. Wissenschaftl. Beiband zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum vom 31.10.2015 - 24.04.2016, im Vorarlberg Museum Bregenz vom 11.06.2016 - 26.10.2016, (Rahden/Westf. 2015), 99-105.

Peter THOMAS, Studien zu den Bronzezeitlichen Bergbauhölzern im Mitterberger Gebiet. Unveröff. Dissertation, Bochum 2012.

Barbara VIEHWEIDER, The Impact of Prehistoric and Historic Mining Activities on the Vegetation in the Kitzbühel Region. Unveröff. Dissertation, Innsbruck 2015.

Autor:

Mag. Thomas Koch Waldner

Institut für Archäologien

Universität Innsbruck

Forschungszentrum HiMAT

E-Mail: thomas.koch-waldner@uibk.ac.at