

**universität innsbruck**

**Forschungszentrum HiMAT**



# Conference Guide

**6. Milestone-Meeting des SFB HiMAT**

**3.-5. November 2011 in Klausen/Südtirol**



## Inhaltsverzeichnis

Sponsoren	Seite 2
Vorwort	Seite 3
Informationen & Organisatorisches	Seite 5
Programm	Seite 6
Abstracts	Seite 9
Exkursion	Seite 51
Teilnehmerliste	Seite 53

## Sponsoren

Das 6. Milestone-Meeting wird unterstützt von:  
Druckerei Weger, Gemeinde Klausen

**AWEGER**  
*Buch • Papier • Druck*  
info@weger.net - www.weger.net



# Vorwort

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

das 6. Milestone-Meeting in Klausen markiert in mehrfacher Hinsicht einen Wendepunkt in der **Entwicklung** des HiMAT-Projektes:

Neu ist die Ausweitung der Forschungsaktivitäten auf Südtirol, um die diachrone Entwicklung in der gesamten Montanlandschaft des mittleren Alpenraumes zu erfassen. Somit kommt zu den bestehenden Schlüsseluntersuchungsgebieten Schwaz/Brixlegg und Mitterberg das Revier Klausen als neuer Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten hinzu. Dieser forschungsstrategischen Entscheidung wird auch durch die Wahl des Veranstaltungsortes hier in Klausen Rechnung getragen. Außerdem haben einige Projekte in Südtirol bereits begonnen, während andere sich noch in verschiedenen Stadien der Planung und Beantragung befinden. In jedem Fall sind vielfältige neue Erkenntnisse zu erwarten, die in der gewohnten Weise interdisziplinär zusammengeführt und diskutiert werden, um das Gesamtbild vom prähistorischen und historischen Bergbaus in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten zu erweitern und zu vertiefen.

Weiters ist dies auch das letzte Milestone-Meeting, das unter dem Titel „Spezialforschungsbereich HiMAT“ firmieren wird. Der Spezialforschungsbereich wird mit Ende der Auslauffinanzierung des FWF im Februar 2012 trotz ausgezeichneten internationaler Gutachten wegen der prekären budgetären Lage abgebrochen, aber das Rektorat der Universität Innsbruck hat gemeinsam mit uns Maßnahmen gesetzt, dass die Forschungsaktivitäten zukünftig vollständig, in gleicher Qualität und inklusive seiner internationalen Partner in Bochum, Tübingen, Mannheim und Basel in das Forschungszentrum HiMAT der Universität Innsbruck übergehen werden. Damit kann die in fünf Jahren aufgebaute Expertise in der Montanforschung samt eingespielter interdisziplinärer Vernetzung nicht nur erhalten sondern auch weiter ausgebaut werden. Zudem hat diese Veränderung auch den Vorteil der größeren Flexibilität, Aktivitäten dynamischer an neu evolvierte Forschungsfragen über Spin-off-Projekte anzupassen. Das jüngst angeworbene DocTeam der Österreichischen Akademie der Wissenschaften ist ein klares Signal in diese Richtung.

Mithin erhoffe ich mir von diesem Milestone-Meeting, dass wir die Vorteile dieser aufgezwungenen Veränderung unserer Organisationsstruktur voll ausnutzen werden. Unsere Expertise, die Erfahrungen der bisherigen Zusammenarbeit in einem interdisziplinären Netzwerk und die zentrale Infrastruktur des FZ HiMAT stellen hier ein Kapital dar, das es zu erhalten und zu erweitern gilt, um mittelfristig wieder in ein Exzellenzprogramm des FWF einzusteigen, und damit auch langfristig an der Universität Innsbruck ein „Centre of Excellence“ im Bereich Bergbauforschung nachhaltig zu etablieren.

In diesem Sinne wünsche ich allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern des 6. Milestone-Meetings viele interessante Beiträge, rege Diskussionen und neue kardinale Forschungsfragen für unsere gemeinsamen Forschungsaktivitäten in der Zukunft.

Glück auf!

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'K. Oegg'.

Univ.-Prof. Mag. Dr. Klaus Oegg  
Sprecher des FZ HiMAT

# Informationen & Organisatorisches

## Proceedings-Band

Wie bereits in den Vorjahren soll auch zu diesem Milestone-Meeting wieder ein Proceedings-Band erscheinen. Dies dient dazu, den Fortschritt der einzelnen Projekte zu dokumentieren, den Forschungsstand interdisziplinär in einem Band zusammenzufassen und dies sowohl innerhalb des FZ HiMAT als auch nach außen hin zu präsentieren.

Alle Autoren werden gebeten, ihre Beiträge bis spätestens zum 31.01.2012 im Koordinationsbüro ([info.himat@uibk.ac.at](mailto:info.himat@uibk.ac.at)) abzugeben. Dabei sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- als Gesamtumfang sind 5 Seiten für Text (entspricht ca. 15.000 Zeichen) und 2 Seiten für Abbildungen vorgesehen, zusammen 7 Seiten. Textumfang und Anzahl der Abbildungen können gegeneinander getauscht werden.
- bei Überschreitung des vorgegebenen Umfangs muss eine Page Charge von 20,- Euro pro zusätzlicher Seite eingehoben werden.
- Abbildungen vorzugsweise schwarz/weiß, farbige Abbildungen nur in Ausnahmefällen, Auflösung min. 300 dpi.
- Bitte zu allen (Ko-)Autoren Vorname, Name, Institution, Anschrift und Email-Adresse angeben!
- Beiträge sollen in Deutsch verfasst werden

## Verpflegung

Das Mittagessen für alle Tagungsteilnehmer am Donnerstag und Freitag findet im Hotel Bischofshof statt ([www.bischofshof.it](http://www.bischofshof.it)). Getränke zu den Mahlzeiten sind nicht im Tagungsbeitrag enthalten.

## Internet & Email

WLAN steht im Hotel Bischofshof zur Verfügung, Zugangsdaten sind bei der Reception erhältlich. Am Tagungsort Anst. Seebegg steht leider kein WLAN zur Verfügung.

## Transfer

Für die Teilnehmer, die im Hotel Brunner Hof untergebracht sind, steht ein Shuttle-Bus für den Transfer zur Tagung zur Verfügung. Für Teilnehmer, die mit der Bahn anreisen, ist auch ein Transfer von und zum Bahnhof möglich. Anmeldungen bitte bei Mario Prast unter Tel. 0043 664 931 8688.

# Programm

---

## Donnerstag, 03.11.2011

---

10:00 - 10:10 Eröffnung & Begrüßung  
*Klaus Oegg, Sprecher FZ HiMAT*

---

### Block 1: GIS & Datenbank

Chair: Klaus Hanke

10:10 - 10:30 Grundlagen, Anwendungen und neueste Entwicklungen der HiMAT GIS-Datenbank  
*Gerald Hiebel, Klaus Hanke & Ingrid Hayek*

10:30 - 10:50 Kaffeepause

10:50 - 11:10 GIS-basierte Methoden zur Bestimmung und Abgrenzung von archäologischen Bearbeitungsspuren  
*Kristóf Kovács, Klaus Hanke*

11:10 - 11:30 LIDAR and archaeological hill-top sites: some case studies in Val di Non area (Western Trentino)  
*Katia Lenzi*

---

### Block 2: Mitterberg

Chair: Peter Thomas

11:30 - 11:50 Mitterberg Campaign 2011: New Results from the Fieldwork  
*Thomas Stöllner, Peter Thomas, Erica Hanning, Anton Gontscharov, Klaus Röttger & Robert Pils*

11:50 - 12:10 Mineralogisch-petrologische und geochemische Untersuchungen von Erzproben und bronzezeitlichen Kupferschlacken aus dem Revier Mitterberg  
*Hans-Peter Viertler & Peter Tropper*

12:10 - 12:30 Analysen an Moorhölzern aus dem Gebiet des Mitterberger Hauptgangs  
*Kurt Nicolussi, Andrea Thurner, Lukas Furtenbach & Thomas Pichler*

12:30 - 14:00 Mittagessen  
*Hotel Bischofshof*

---

### Block 3: Prähistorischer Bergbau allgemein

Chair: Ulrike Töchterle

14:00 - 14:20 Neue Untersuchungen zur prähistorischen Silex-Gewinnung und zum transalpinen Güterausaustausch in Tirol  
*Walter Leitner & Thomas Bachnetzer*

14:20 - 14:40 Early Metal Age Firesetting and an Experiment at the Early Bronze Age Gold Mine of Sakdrissi, Georgia  
*Thomas Stöllner, Brenda Craddock, Simon Timberlake & Irina Gambaschidze*

14:40 - 15:00 Considerations about Bronze Age Woodland Use in Mining Districts of the Eastern Alps  
*Anton Stefan Schwarz & Klaus Oegg*

15:00 - 15:20 Analysen zum prähistorischen Erzabbau in der Grube Mauk E, Radfeld: Dendro-Daten, Holzbedarf und Waldnutzung  
*Thomas Pichler, Gert Goldenberg, Klaus Hanke, Kristof Kovács, Andrea Thurner & Kurt Nicolussi*

15:20 - 15:40 Kaffeepause

15:40 - 16:00 Neues zur Fleischversorgung der Tiroler Bergleute  
*Elisabeth Marti-Grädel (vorgetragen von Heide Hüster-Plogmann)*

- 16:00 - 16:20 Latènezeitliche Bronzefunde aus dem Oppidum von Manching (Oberbayern)  
*Joachim Lutz & Roland Schwab*
- 16:20 - 16:40 Archäometallurgische Untersuchungen an spätbronzezeitlichen Kupferschlacken aus Mauken bei Brixlegg (Tirol)  
*Matthias Krismer, Gert Goldenberg & Peter Tropper*
- 16:40 - 17:00 Prähistorische Kupfergewinnung im Nordtiroler Oberland  
*Caroline Grutsch & Klaus-Peter Martinek*
- 17:00 - 17:15 Diskussion
- 17:15 - 18:30 FZ-HiMAT Konferenz (nur Projektleiter und MitarbeitervertreterInnen)
- 18:30 - ??? Abendprogramm: Törggelen Gasthof Huber (Aufpreis 7,- Euro)  
alternativ: Abendessen Hotel Bischofhof

---

**Freitag 04.11.2011**


---

**Block 4: DocTeam Kitzbühel**


---

 Chair: Thomas Koch-Waldner, Anita Haid, Barbara Viehweider, Anja Masur & Gert Goldenberg

- 09:00 - 09:20 Strukturen im Erzbergbau im Langzeitvergleich  
*Christoph Bartels*
- 09:20 - 09:40 Interdisciplinary cooperation and diachronic studies in archaeology: pitfalls and opportunities  
*Barbara Ottaway*
- 09:40 - 10:00 Charakterisierung der bronzezeitlichen Bergbaulandschaft in der Region Kitzbühel.  
Erste Ergebnisse und Ausblick.  
*Thomas Koch-Waldner*
- 10:00 - 10:20 „Ain Ordnung auf unnser neu pergkhwerch am Rererpichl gegeben und aufegricht“ –  
Die ersten Bergwerksverordnungen der Region Kitzbühel  
*Anita Feichter-Haid*
- 10:20 - 10:40 Kaffeepause
- 10:40 - 11:00 Die Auswirkungen prähistorischer und historischer Bergbau-Aktivitäten auf die  
Vegetation der Region Kitzbühel  
*Barbara Viehweider & Klaus Oeggel*
- 11:00 - 11:20 Die Rolle von Informationsnetzungen in der Archäologie  
*Anja Masur*
- 11:20 - 11:40 Diskussion

**Block 5: Südtirol & Montafon**


---

 Chair: Klaus Brandstätter

- 11:40 - 12:00 Zu einigen onymischen Bergbauindikatoren im Raume Klausen/Villanders  
*Elisabeth Gruber & Irina Windhaber*
- 12:00 - 12:20 Grundlagenforschungen zur mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Bergbaugeschichte Südtirols.  
Montanarchäologie am Südtiroler Schneeberg.  
*Claus-Stephan Holdermann*
- 12:20 - 14:00 Mittagessen  
*Hotel Bischofhof*



- 14:00 - 14:20 Bergbau am Luerseeberg (Montafon, Vorarlberg, Verwallgruppe). Zur Eisenerzförderung am Übergang vom 13. zum 14. Jahrhundert.  
*Claus-Stephan Holdermann*
- 14:20 - 14:40 Vom "schinzug" im Lobinger - eine Vermessungskarte des 16. Jahrhunderts aus dem Berggericht Montafon  
*Georg Neuhauser*

**Block 6: Posterpräsentationen**

Chair: Thomas Pichler

- 14:40 - 14:45 Petrologische Untersuchungen von bronzezeitlichen Keramiken aus der Gemeinde Kaunerberg  
*Peter Tropper, Andrea Sedlmayr & Markus Staudt*
- 14:45 - 14:50 Die Anwendung mineralogischer Methoden in der Bearbeitung von Hochtemperaturschlacken  
*Peter Tropper, Philipp Schneider & Hans-Peter Viertler*
- 14:50 - 14:55 Dendrochronologische Analysen zum Goldbergbau am Kloben, Hohe Tauern  
*Michael Lechner, Kurt Nicolussi, Gernot Patzelt & Thomas Pichler*
- 14:55 - 15:00 Dendrochronologische Analysen an Hölzern des Südtiroler Bergbaureviers, Schneeberg / Ridnaun  
*Stefan Unterrader, Andrea Thurner, Thomas Pichler & Kurt Nicolussi*
- 15:00 - 15:05 Der Silberpfad - ein interaktiver Forschungslehrpfad zur modernen Bergbauforschung  
*Suzanne Kapelari & Mario Prast*
- 15:05 - 15:10 Die Polymetallische Lagerstätte Pfunderer Berg bei Klausen (Südtirol)  
*Matthias Krismer, Peter Tropper & Franz Vavtar*
- 15:10 - 15:15 Polymetallische Cu-Fe-Co-Ni-As-Sb-S Erze aus der Schwazer Trias in Mauken bei Brixlegg (Tirol)  
*Matthias Krismer, Philipp Schneider, Gert Goldenberg & Peter Tropper*
- 15:15 - 15:45 Kaffeepause
- 15:45 - 18:00 Besprechung Ausstellung "Schätze der Alpen" (Nur Beirat der Ausstellung)  
Für alle anderen: Zeit für Projektbesprechungen, Publikationsbesprechungen etc.
- 19:00 - 20:30 öffentlicher Vortrag: Früher Bergbau und frühe Metallgewinnung in Tirol  
*Gert Goldenberg*
- Grussworte  
Diskussion  
anschließend Buffet

**Samstag, 05.11.2011**

- 09:00 - 09:15 Anfahrt nach Villanders
- 09:15 - 11:30 Schaubergwerk Villanders
- 11:30 - 12:30 Archeoparc Villanders
- 12:30 - 14:00 Mittagessen  
*Ansitz zum Steinbock*
- 14:00 - 16:30 Stadtmuseum Klausen & Stadtführung

# **Abstracts**

**(in der Reihenfolge des Tagungsprogramms)**

## **Grundlagen, Anwendungen und neueste Entwicklungen der HiMAT IT Infrastruktur**

Gerald Hiebel<sup>1</sup>, Klaus Hanke<sup>1</sup> & Ingrid Hayek<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AB Vermessung und Geoinformation, Technikerstr.13, A-6020 Innsbruck,

<sup>2</sup>Zentraler Informatikdienst

[gerald.hiebel@uibk.ac.at](mailto:gerald.hiebel@uibk.ac.at)

Die IT-Infrastruktur des Forschungszentrums HiMAT besteht aus einem Content Management System einer Datenbank und einem Geoinformationssystem. Hier werden die innerhalb des interdisziplinären Forscherverbandes generierten Datenbestände gespeichert, miteinander vernetzt und über ihre räumliche Verortung in Geoinformationssystemen darstellbar und auswertbar gemacht. Dieses System ermöglicht es den unterschiedlichen Disziplinen des Forschungszentrums HiMAT auf den Ergebnissen der Nachbardisziplinen aufzubauen und sie in eigene Forschungen einzubringen. Darüber hinaus wird die Kontinuität innerhalb des Forschungszentrums gewährleistet, da bei verändernden Personalstrukturen die Forschungsergebnisse weiterhin über eine moderne IT Infrastruktur verfügbar bleiben.

Die Datenintegration zwischen den Disziplinen erfolgt über eine Ontologie, bei der es sich um einen ISO Standard für die Kulturgutdokumentation handelt. Ontologien sind in der Informatik eingesetzte Datenmodelle zur formellen Repräsentation des Wissens eines ausgewählten Fachbereichs. Die in diesem Fall verwendete objektorientierte Ontologie des CIDOC CRM teilt die Wirklichkeit in die Kategorien Ereignis, Ort, physikalische und geistige Dinge ein. Die in diesem Modell verwendeten Klassen und Unterklassen wurden in einem Thesaurus für die Bedürfnisse des Forschungszentrums HiMAT weiter spezifiziert und stellen so die Grundlage für eine gemeinsame und einheitlich Wissensrepräsentation dar.

Innerhalb des Forschungszentrums HiMAT erfolgte eine systematische Erfassung der durchgeführten Forschungen und der im Zuge dieser Forschungen erzeugten Datenbestände und Forschungsergebnisse. Diese Daten wurden in einer Karte und einem Web GIS präsentiert. Die Erfassung der generierten Forschungsergebnisse ist eine fortlaufende Tätigkeit und über die innerhalb des Web GIS dargestellten Ausgrabungs- oder Forschungsplätze ist es möglich auf die aktuellsten wissenschaftlichen Ergebnisse des FZ HiMAT zuzugreifen. Die Eingabemasken der Datenbank wurden in Zusammenarbeit mit dem Zentralen Informatikdienst der Universität Innsbruck im letzten Jahr stark erweitert und verbessert. Dies hatte besonders für das im Juli dieses Jahres startende Doc Team sehr positive Auswirkungen, da diesen vier jungen Forschern vom Anfang ihres Projektes an schon eine hochmoderne IT Infrastruktur zur Verfügung stand. Für den Raum Kitzbühel wurden auch die hochauflösenden Geländemodelldaten des Landes Tirol aufbereitet und in das Web GIS eingearbeitet. Das Doc Team nutzt die vorhandene Struktur bereits für archäologische Prospektionen und die interdisziplinäre Datenintegration bestehender und aktueller Forschungsergebnisse. Dieser Prozess wird aktuell auch für die Daten des Landes Südtirol durchgeführt um für die Forschungsprojekte in Südtirol eine entsprechende Datenbasis innerhalb der IT Infrastruktur zur Verfügung zu stellen.

## **GIS-basierte Methoden zur Bestimmung und Abgrenzung von archäologischen Bearbeitungsspuren**

Kristóf Kovács & Klaus Hanke

AB Vermessung und Geoinformation, Technikerstr.13, A-6020 Innsbruck

[Kristof.Kovacs@uibk.ac.at](mailto:Kristof.Kovacs@uibk.ac.at)

Während des HiMAT-Projekts, wurden neue Analysemethoden von archäologischen Fundobjekten bei unserem Projektteil „Vermessung und Geoinformation“ entwickelt. Diese GIS-basierten Auswertungsverfahren bieten wertvolle Forschungsmöglichkeiten im Bereich Funddokumentation, indem ein Arbeitsablauf für die Bestimmung und genaue Abgrenzung von Bearbeitungsspuren mit Hilfe von GIS (Geo-Information Science) am Arbeitsbereich Vermessung und Geoinformation erarbeitet wurde.

Mittels Detail-Laserscan konnten die einzelnen Holzbretter des bronzezeitlichen Waschkastens vom Mitterberg mit einer Auflösung von 0,2 mm im März 2010 vermessen werden. Nach der 3D Modellierung der geborgenen Holzteile wurden Neigungs- und Richtungsanalysen des entstandenen digitalen Oberflächenmodells der Holzbretter mit einer Raster GIS Anwendung durchgeführt. Das Ziel war die Verbesserung der Visualisierung von Bearbeitungsspuren.

Einige charakteristische Formen des digitalen Oberflächenmodells konnten so durch hydrologische Rasteranalysen bestimmt und die relevanten Kanten von Bearbeitungsspuren aus den ursprünglichen XYZ-Punktdaten durch die Kombination von Puffer-Funktionen extrahiert werden. Den grundlegenden Arbeitsablauf während dieser Datenauswertung kann man in fünf Schritte zusammenfassen:

1. Erstellung des digitalen Oberflächenmodells durch IDW (Inverse distance weighted) Raster-Interpolation aus Detail-Laserscandaten.
2. Hydrologische Rasteranalyse des Modelles (Auswahl von Regionen, in denen die Abflussakkumulation null ist).
3. Erstellen von Pufferzonen in diesen Bereichen.
4. Extraktion aus den Punktdaten mit Hilfe dieser Pufferzonen (Überlappungsanalyse der unterschiedlichen Objekte).
5. Export diese XYZ-Punktdaten, die die Kanten von Bearbeitungsspuren definieren.

Dieser angewendete Arbeitsablauf realisiert eine exakte Methode in Bereich der Auswertung von Bearbeitungsspuren. Weitere Auswertungsverfahren und ein geplanter Automatisierungsprozess der unterschiedlichen Techniken werden die Methode noch verbessern.

## **Lidar and archaeological hill-top sites: some case studies in Val di Non area (Western Trentino)**

Katia Lenzi

Doctoral School of Humanities, Philosophy, History and Cultural Heritage,  
University of Trento, Piazza Venezia 41-I, Trient (Italy)

[katia.lenzi@lett.unitn.it](mailto:katia.lenzi@lett.unitn.it)

This paper presents some preliminary results from my Ph.D. research, focused on archaeological investigation of medieval rural landscape in val di Non area (Western Trentino).

My project is related to Apsat project (Ambiente e Paesaggi dei Siti d'Alta Trentini/Environment and Landscapes of Upland Sites of Trentino) funded by the Provincia Autonoma di Trento and devoted to the study of upland anthropic system in Trentino area.

An important goal of my research is to map hilltop settlements, usually covered by dense vegetation.

This is why traditional remote sensing techniques are not so useful for studying hill-top sites in val di Non area and only the application of Lidar technology (Airborne Light Detection and Ranging) had a better impact on these study cases. Lidar provides three dimensional measurements of a surface, creating a three dimensional model of the ground; it's helps the identification of archeological earthworks under trees. Every digital model can be illuminated by an artificial sun created by computer, in order to make topographic features more apparent.

Moreover, the application of specific algorithms into appropriate softwares derives new digital models by original surface, representing value and direction of slope and contours.

These new models enabled me to identify microtopographic relief linked to sites, in particular to medieval castles.

Lidar made it possible for us to discover new sites, for example a medieval hilltop settlement near the village of Sanzeno (study case of Doss Busen).

In addition, this paper presents data related to some known archaeological sites. Lidar helped our capability of mapping the structure of these settlements, linked to roads and infrastructures of the same period (study cases of Fava castle, Cagnò castle, Portolo hilltop settlement).

## Mitterberg Campaign 2011: New Results from the Fieldwork

Thomas Stöllner<sup>1,2</sup>, Peter Thomas<sup>1</sup>, Erica Hanning<sup>1</sup>, Anton Gontscharov<sup>2</sup>,  
Klaus Röttger<sup>3</sup> & Robert Pils<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Deutsches Bergbau-Museum Bochum

<sup>2</sup>Ruhruniversität Bochum

<sup>3</sup>Diplom Geograph, Haiger

<sup>4</sup>Verein Montandenkmal Arthurstollen, Bischofshofen

[thomas.stoellner@bergbaumuseum.de](mailto:thomas.stoellner@bergbaumuseum.de)

In this lecture, a short overview will be given about PP07 research work in 2011. The project was able to continue fieldwork especially to round up results gained during the HiMAT-project in the time between 2007 and 2010.

During the 2011 campaign, we concentrated on three aspects: First the continuation of the excavations underground in the Arthurstollen. In 2010, we discovered a partially open part of the mine, which we intended to excavate this year. According to the currently collected information, this area can be described as especially timbered area in which miners were working over a certain amount of time: Perhaps it is related with hauling activities from lower parts of the mine.

The second main part was the continuation of the survey and coring program at the so-called Main Lode area and at Troiboden. A nearly 100 m long sondage trench was carried out inside the old drainage ditch from 1928. It allows spectacular insights into the whole area of wet beneficiation. Beside this a coring program helped to differentiate the dumping areas surrounding the large mining depressions of the Main Lode. New results could be gained pertaining to the dumps and wet beneficiation processes, particularly at the western part of the Bronze Age mine.

# **Mineralogisch-petrologische und geochemische Untersuchungen von Erzproben und bronzezeitlichen Kupferschlacken aus dem Revier Mitterberg**

Hans-Peter Viertler & Peter Tropper

Institut für Mineralogie und Petrographie, Fakultät für Geo- und Atmosphärenwissenschaften,  
Universität Innsbruck, Innrain 52f, A-6020 Innsbruck

[peter.tropper@uibk.ac.at](mailto:peter.tropper@uibk.ac.at)

Ziel dieser Untersuchungen ist, die petrologisch-mineralogisch-geochemische Charakterisierung von Erzproben und Schlacken, die von zwei bronzezeitlichen Verhüttungsplätzen (SP20 u. SP52) am Mitterberg stammen. Aus diesen Daten sollen Rückschlüsse auf Prozessbedingungen ( $T$ - $fO_2$ ), Verhüttungstechniken, Rohstoffbasis etc. machen zu können. Bei den Erzproben richtet sich der Fokus einerseits auf die petrographische und mineralchemische Beschreibung sowie den textuellen Zusammenhang der Erzminerale zueinander und andererseits auf die quantitativen  $T$ -Bestimmungen, um Hinweise auf die Bildungsbedingungen der Lagerstätte geben zu können.

Das dominierende Kupfererz in den untersuchten Proben ist Chalkopyrit und stellt neben Pyrit den Hauptanteil der Erzparagenese dar. Untergeordnet treten Gersdorffit und Fahlerzumkrustungen auf. Kleinste Aggregate von Korynit, Wulfenit, Sphalerit, Baryt und Au-Ag-Hg Legierungen, die in Rissen oder Hohlräumen lokalisiert sind, konnten detektiert werden. Die Gangarten sind Quarz und Karbonate der Mischkristallreihen von Dolomit-Ankerit bzw. Siderit-Magnesit.

Bezüglich der Mehrphasigkeit der Vererzungen der Lagerstätte konnte ermittelt werden, dass Chalkopyrit die primären Pyrite und Gersdorffite verdrängt und in einer späteren Phase Chalkopyrit und Pyrit untergeordnet von Fahlerz umkrustet werden. Eine weitere Phase ist dann durch zerscherte Pyrite zu erkennen, in deren Rissen Chalkopyrit, Sphalerit und Au-Ag-Hg-Legierungen auskristallisieren. Ein Hinweis auf „gleichzeitiges“ Wachstum der Pyrite und Gersdorffite könnte der nachgewiesene zonierte Elementeinbau von Ni, Co und As in die Pyritstruktur sein.

Eine Möglichkeit, die Bildungstemperatur der Erzparagenese abzuschätzen ist die Ankerit-Siderit Thermometrie. Anhand koexistierender Ankerit-Siderit Minerale zwischen der Haupterzparagenese konnte ein Temperaturbereich von 190-330°C berechnet werden. Diese Temperaturen entsprechen der eoalpinen grünschieferfaziellen Metamorphose. Im Gegensatz dazu steht das Auftreten von lanzettartigen Umwandlungslamellen im Kupferkies, welches höhere Bildungstemperaturen indiziert.

Bei den untersuchten Schlacken Kuchen der Lokalitäten SP20 und SP52 handelt es sich um Eisen-Silikatschlacken, die aus den Hauptbestandteilen FeO und SiO<sub>2</sub> zusammengesetzt sind. Dies gilt auch für viele, an anderen prähistorischen Verhüttungsplätzen gefundenen Schlacken, wie zum Beispiel des Nahen und Mittleren Osten, Aqua Fredda in Italien oder Oberhalbstein in der Schweiz.

In beiden Schlacken findet man die Paragenese: Fayalitischer Olivin + Wüstit + Magnetit +

Glas. Untergeordnet treten Pyroxene (Pigeonit/Augit/Hedenbergit) und Sulfideinschlüsse (Neubildungen) auf. Der Phasenbestand der Sulfideinschlüsse erstreckt sich über eine große Bandbreite. Von fast reinem Kupfer und die Mitglieder der Bornit-Digenit Familie über Chalkopyritmischungen hin zu Pyrrhotin. Erstmals konnte in bronzezeitlichen Schlackenkuchen aus dem Alpenraum Pentlanditbildungen  $[(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8]$  nachgewiesen werden. Dies scheint ein Spezifikum für die bronzezeitliche Verhüttung am Mitterberg darzustellen und ist ein Hinweis dass neben Chalkopyrit auch Nickelmineralisationen verhüttet wurden. Pauschalchemische Analysen zeigen, dass Schlackenkuchen der Lokalität Wilder See (SP52) tendenziell höhere Spurenelementgehalte an Arsen, Barium, Nickel und Zinn gegenüber jenen vom Verhüttungsplatz Windrauchegg (SP20) haben. Dies steht im Einklang mit der mikroskopischen Beobachtung des vermehrten Auftretens von Pentlanditbildungen in den Sulfideinschlüssen der Schlacken von SP52.

Die Schmelztemperaturen der Schlacken konnten durch experimentelle Untersuchungen und deduktive Ableitungen aus Phasendiagrammen auf eine Mindesttemperatur von  $\sim 1200^\circ\text{C}$  festgesetzt werden. Durch das Auftreten von Wüstit und eisenreichem Olivin kann von einem reduzierenden Verhüttungsprozess mit Sauerstoffpartialdrücken kleiner  $10^{-10}$  atm ausgegangen werden. Die Bildung des Magnetits erfolgt nach Abkühlung und durch Änderung der Sauerstoffpartialdrücke. Dass es sich um einen effektiven Verhüttungsvorgang gehandelt hat, beweisen die moderaten Kupfergehalte der Schlackenkuchen, die keinen Vergleich zu neuzeitlichen industriellen Kupferschlacken scheuen müssen.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass nach industriellen neuzeitlichen Verhüttungsverfahren von Kupfererzen die Schlacken Kupfergehalte von 0.5 – 7.0 Gew.% aufweisen. So liegen die Kupfergehalte der Schlackenkuchen beider Lokalitäten im Mittel bei 2.9 Gew.% und zeigen, dass durch den bronzezeitlichen Verhüttungsprozess der Wertträger (Kupfer) zum Großteil von der Gesamtcharge extrahiert werden konnte.



## **Analysen an Moorhölzern aus dem Gebiet des Mitterberger Hauptgangs**

Kurt Nicolussi<sup>1</sup>, Andrea Thurner<sup>1</sup>, Lukas Furtenbach<sup>1</sup> & Thomas Pichler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Geographie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck,

[kurt.nicolussi@uibk.ac.at](mailto:kurt.nicolussi@uibk.ac.at)

In den Sommern 2007 bis 2009 wurden in mehreren Feldkampagnen knapp 200 subfossile Holzproben aus mehreren Moorarealen im Bereich des Mitterberger Hauptgangs (ca. 1600 m ü.M.) geborgen. Ziel dieser Arbeiten war der Aufbau einer lokalen Jahrring-Referenzchronologie im Hinblick auf die Verbesserung der Datierungsmöglichkeit archäologischer Holzfunde als auch für Analysen zur Umwelt- und Klimaentwicklung.

Nach Auswertung von gut zwei Drittel der Hölzer entsprechen weitgehend alle Proben Fichten, nur wenige Hölzer sind der Baumart Lärche zuzuordnen. Dies entspricht auch dem heutigen Waldbild im Bereich der bearbeiteten Moore. Die fünf erfassten Lärchen stammen durchwegs aus dem Umfeld des Troibodens und datieren in die letzten beiden Jahrtausende. Die Mehrheit der bisher nach Dendro- und <sup>14</sup>C-Datierungen zeitlich eingeordneten Hölzer (n=93) fallen in den Zeitraum der letzten 4600 Jahre. Die mit den Jahrringserien dieser Hölzer erstellte Mitterberg-Chronologie hat allerdings noch mehrere Lücken: nur zwei subfossile Proben datieren in den Zeitraum der letzten 500 Jahre; die Periode von 1424 AD zurück bis 148 v. Chr. ist durchgehend abgedeckt; die folgende Lücke - zurück bis 216 v. Chr. – ist relativ kurz; daran schließt wiederum eine durchgehende Serie bis 983 v. Chr. an; nach einer rund 700-jährigen Lücke deckt der älteste Abschnitt der Chronologie schließlich den Zeitraum von 1715 bis 2641 v. Chr. ab.

Die Hauptaktivitätsphasen des prähistorischen Bergbaus am Mitterberger Hauptgang datieren somit genau in die bronzezeitliche Lücke der Mitterberg-Chronologie. Hier ist ein ursächlicher Zusammenhang anzunehmen, wohl in der Art, dass bei der Holznutzung durch die prähistorischen Bergleute auch Totholz, auf den Mooroberflächen liegend, herangezogen wurde.

Bei den Geländearbeiten wurden teilweise auch Hölzer aus dem mittleren und frühen Holozän erfasst. Die ältesten diesbezüglichen Serien sind nach Dendro- und <sup>14</sup>C-Daten in den Zeitraum um 8000 vor heute zu stellen. Dabei wurden diese ehemals tiefer liegenden subfossilen Hölzer erst durch den Torfabbau Ende 19./Anfang 20. Jahrhundert zugänglich.

## **Neue Untersuchungen zur prähistorischen Silex-Gewinnung und zum transalpinen Gütertausch in Tirol**

Walter Leitner & Thomas Bachnetzer

Universität Innsbruck, Institut für Archäologien, Langer Weg 11, A-6020 Innsbruck

[walter.leitner@uibk.ac.at](mailto:walter.leitner@uibk.ac.at)

2011 konnten im Zuge der archäologischen Untersuchungen zur prähistorischen Silex- und Bergkristallgewinnung zwei neue hochalpine Fundstellen erschlossen werden. Zum einen auf dem Rothornjoch in den Allgäuer Alpen, wo auf 2.200 m Radiolaritbänke austreten, die deutliche Spuren eines obertägigen Abbaues in Zusammenhang mit steinzeitlichen Artefakten zeigen. Zum anderen auf dem 2.250 m hoch gelegenen Pfitscherjoch in den Zillertaler und Tuxer Alpen. Dort konnten erstmals die bereits im Mesolithikum erfolgte Begehung dieses zentralen Alpenüberganges nachgewiesen werden.

Weiters nahmen die Ausgrabungen am Krahnstadel im Rofengebirge (2.000 m) und auf dem Riepenkar am Südfuß des Olperers (2750 m) ihre Fortsetzung. Mittlerweile konnte die früheste Nutzung des Lagerplatzes am Krahnstadel (Hexenfels) durch 14C-Daten in das 6. Jahrht. v. Chr. datiert werden.

## **Early Metal Age Firesetting and an Experiment at the Early Bronze Age Gold Mine of Sakdrissi, Georgia.**

Thomas Stöllner<sup>1,2</sup>, Brenda Craddock<sup>3</sup>, Simon Timberlake<sup>3,4</sup> & Irina Gambaschidze<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Deutsches Bergbau-Museum, Bochum

<sup>2</sup>Ruhr-Universität Bochum

<sup>3</sup>Early Mines Research Group

<sup>4</sup>University of Cambridge, Cambridge Archaeological Unit

<sup>5</sup>Georgisches Nationalmuseum

[thomas.stoellner@bergbaumuseum.de](mailto:thomas.stoellner@bergbaumuseum.de)

Firesetting was first used in the 5<sup>th</sup> millennium BC, with the oldest evidence originating from the Balkans and central Europe. From the 4<sup>th</sup> millennium BC onwards, firesetting was extensively used, especially in hard-rock mining, mainly in metamorphic but also in volcanogenic rocks or in hard sedimentary rock such as dolomite. According to the archaeological evidence, it is accompanied with a special tool set (hammerstones, special bone tools) and can therefore be described as technological complex. It seems to have spread along specific rock and mineral assemblages in Eurasia but to a lesser degree in the Orient. We do not have evidence for this technique during this early stage in Bronze Age Egypt, nor in the Arabian Peninsula nor in the Levant. It can therefore be described as a very specialized invention that extended together with craftsmen to particular regions together with a certain technological knowledge. This is mirrored not only by a specific set of tools, but also by very comparable mining traces at a large regional level.

Together with the Early British Mining Research group, we recently carried out a series of firesetting experiments at the late 4<sup>th</sup> to early 3<sup>rd</sup> millennium gold mine of Sakdrissi. It was attempted to gain practical experience about the three steps of processing: the mining, the ore dressing and the washing or testing of the gold content. The mining tools were hafted according to the hafting grooves found in Sakdrissi using two different hafting types. The lithology of the hammer-stones was regarded as well, which provided the information that most of the pebbles were carefully selected from the nearby river banks. Finally the fire sets were carried out both aboveground and underground. Results were different according to the veins, the host rock and the intensity and size of fire being lit. The first results shed new light on the highly sophisticated work of Bronze Age Firesetting.

## **Considerations about Bronze Age Woodland Use in Mining Districts of the Eastern Alps**

Anton Stefan Schwarz & Klaus Oeggl

Innsbruck University, Institute of Botany, Sternwartestrasse 15, A-6020 Innsbruck,  
[stefan.schwarz@uibk.ac.at](mailto:stefan.schwarz@uibk.ac.at)

The impact of past mining on the natural environment in the Eastern Alps is interdisciplinary studied in the frame of the SFB HiMAT ([www.uibk.ac.at/himat](http://www.uibk.ac.at/himat)). In this context, the comparison of anthracological, archaeobotanical and palynological data of two Bronze Age copper processing sites in the Tyrolean lower Inn valley (Austria) discloses the anthropogenic impact on the vegetation caused by both settlement and mining activities. The anthracological and archaeobotanical results of a late Neolithic to Early Bronze Age site reveal moderate impact on natural woods although close-by agricultural and on-site metallurgical activities are proven. Contrary aspects indicate the Middle to Late Bronze Age metalworking sites with different steps of copper processing. In times of increased copper mining the selection of fuel wood changed and suggests a preference of timber from a mountain mixed forest. Furthermore slight differences in the composition of charcoal out of different steps in ore processing and smelting are discussed as remains of a specific use of fuel wood and wood qualities.

The results gained in these mining areas are compared with those of a contemporaneous agricultural settlement in the Montafon (Vorarlberg, Austria) where no metallurgical activities are documented. The area was occupied from Early to Late Bronze Age. Anthracological, archaeobotanical and palynological data display the clearing of the local forest and its sustainable effects on vegetation. Especially anthracological results provide information about woodland and its theoretical use including an intentional wood collection for specific agrarian demands.

## **Analysen zum prähistorischen Erzabbau in der Grube Mauk E, Radfeld: Dendro-Daten, Holzbedarf und Waldnutzung**

Thomas Pichler<sup>1</sup>, Gert Goldenberg<sup>2</sup>, Klaus Hanke<sup>3</sup>, Kristof Kovács<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Andrea Thurner & Kurt Nicolussi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Geographie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck,

<sup>2</sup> Institut für Archäologien, Universität Innsbruck, Langer Weg 11, A-6020 Innsbruck

<sup>3</sup> Institut für Grundlagen der Bauingenieurwissenschaften, Universität Innsbruck,  
Technikerstraße 15, A-6020 Innsbruck

[t.pichler@uibk.ac.at](mailto:t.pichler@uibk.ac.at)

Die vergleichsweise kleine Abbaugrube Mauk E, Gemeinde Radfeld, ist eine zentrale Lokalität zur Erfassung der prähistorischen Bergbautätigkeit im Unterinntal. Die Grabungen dauern bereits die gesamte Laufzeit des SFB HiMAT an. Für Fragen der Datierung wesentlich sind dabei die zahlreichen Holzkohlen als Überreste des als Abbautechnik eingesetzten Feuersetzens. Mit Fortdauer des Projektes nimmt nicht nur die Menge an geborgenen (PP06) und dendrochronologisch ausgewerteten (PP13) Holzkohlestücken zu, es wurden auch wiederholt Vermessungsarbeiten (PP14) durchgeführt.

Die Zahl der dendrologisch und dendrochronologisch ausgewerteten Proben ist inzwischen (Stand: Sommer 2011) auf 240 gestiegen. Auch liegen nun neben den bereits vorgestellten Dendro-Daten aus den Grabungsbereichen S3 und S4 (hinterer Grubenabschnitt, um 710 v. Chr.) zeitlich entsprechende Datierungen aus dem vorderen Grubenbereich (S1) vor. Auch die zuletzt ausgewerteten Proben bestätigten die Arbeitshypothese einer selektiven Holzgewinnung. Dieser Annahme liegen zudem weitere Analysen über die Veränderungen der jährlichen Jahrringbreiten zugrunde, die - beim derzeitigen Stand der Auswertungen - das Bild eines überwiegend geschlossenen Waldes als Herkunftsgebiet des Feuerholzes widerspiegeln.

Über die durch PP14 erarbeiteten Daten zu der Grube Mauk E (Kubatur bestimmter Grubenabschnitte) und Literaturangaben zu Abbaumengen auf Basis der Technik des Feuersetzens können erste Berechnungen über die Größenordnung des Holzbedarfs in der Grube Mauk E durchgeführt werden. Darauf aufbauend können auch Überlegungen zum möglichen Einfluss auf den genutzten Wald angestellt werden.

Der Vortrag diskutiert die zeitliche Stellung des erweiterten Probenmaterials, gibt einen Überblick über die verwendeten Holzarten und stellt aufgrund der nun zur Verfügung stehenden Daten zu der Grube Mauk E (Kubatur) und Ergebnissen aus Experimenten in anderen Abbauen Überlegungen über den Holzbedarf und den Einfluss auf das Waldbild an.

## Neues zur Fleischversorgung der Tiroler Bergleute

Elisabeth Marti-Grädel

Universität Basel, Institut für prähistorische und naturwissenschaftliche  
Archäologie, Spalenring 145, CH-4055 Basel

[Elisabeth.Marti@unibas.ch](mailto:Elisabeth.Marti@unibas.ch)

Vergleiche der Tierknochenzusammensetzung in bronzezeitlichen Siedlungen in Graubünden (Schweiz), Osttirol/Salkammergut und dem Südtirol zeigen signifikante Unterschiede in der Nutztierhaltung auf. Während in Graubünden der Haltung von Rindern die grösste Bedeutung zukommt, stehen im Südtirol Ovicapriden (Schaf/Ziege) wirtschaftlich im Vordergrund. In den Bergbausiedlungen des Tirols kommt dagegen dem Hausschwein eine besondere Bedeutung zu, was im Zusammenhang mit der Nahrungsversorgung der Bergleute stehen könnte. Ergänzend zu diesen bereits beschriebenen Unterschieden in der Nutztierzusammensetzung wurden die Alters- und Skelettzusammensetzungen in den Siedlungen dieser Regionen untersucht. Während ein Vergleich der Alterszusammensetzung aufgrund methodischer Probleme keine sinnvollen Schlüsse erlaubt, zeigt der Vergleich der Skeletteilzusammensetzungen in Bergbausiedlungen des Tirols markante Unterschiede zu denen der anderen Regionen und weist auf eine Selektion von fleisch –und fettreichen Teilen zur Versorgung der Bergleute hin.

## **Latènezeitliche Bronzefunde aus dem Oppidum von Manching (Oberbayern)**

Joachim Lutz & Roland Schwab  
Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH, Mannheim  
[joachim.lutz@cez-archaeometrie.de](mailto:joachim.lutz@cez-archaeometrie.de)

In der Bronzezeit wurden die reichen Kupfererzvorkommen der Ostalpen in großem Umfang abgebaut, wofür es zahllose Belege gibt. Dagegen fehlten aber für die Eisenzeit bisher weitgehend die Nachweise für Bergbau und Verhüttung von Kupfererzen. Vor allem durch die Forschungen im Rahmen des SFB HiMAT konnte inzwischen für die frühe Eisenzeit Kupfergewinnung in den Ostalpen belegt werden. Für die späte Eisenzeit (Latènezeit) gibt es aber nach wie vor kaum Befunde für Kupfergewinnung.

Aus dem Oppidum von Manching wurde eine Reihe latènezeitlichen Bronzefunde chemisch und isotopisch analysiert. Die Daten werden mit den geochemischen Analysen der ostalpinen Kupfererzvorkommen verglichen um zu prüfen, ob es Übereinstimmungen in den Spurenelement- und Isotopensignaturen gibt.

## **Archäometallurgische Untersuchungen an spätbronzezeitlichen Kupferschlacken aus Mauken bei Brixlegg (Tirol)**

Matthias Krismer<sup>1</sup>, Gert Goldenberg<sup>2</sup> & Peter Tropper<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Innsbruck, Institut für Mineralogie and Petrographie,  
Innrain 52f,A-6020 Innsbruck

<sup>2</sup>Universität Innsbruck, Institut für Archäologien, Langer Weg 11, A-6020 Innsbruck  
[matthias.krismer@uibk.ac.at](mailto:matthias.krismer@uibk.ac.at)

Im Zuge von archäologischen Ausgrabungskampagnen durch Gert Goldenberg und seinem Team wurde der Schmelzplatz Mauk A dokumentiert und beprobt. Der Schmelzplatz befindet sich im Oberen Maukengraben, im direkten Umfeld treten sowohl Tetraedrit-Tennantit Vererzungen im devonischen Schwazer Dolomit (östlichster Teil des Lagerstättenkomplexes Schwaz-Brixlegg) als auch Remobilisationen von Cu-dominierten, Tennantit-reichen Fe-Co-Ni-führenden Erzen in Gesteinen der Schwazer Trias auf.

Dieser spätbronzezeitliche Kupferschmelzplatz ist durch das Auftreten einer Schlackensandhalde sowie einer Ofenbatterie mit angeschlossenen Röstbett charakterisiert. Sowohl spätbronzezeitlicher-früheisenzeitlicher Bergbau als auch eine spätbronzezeitliche Aufbereitungsanlage wurden im Umfeld des Maukengrabens dokumentiert. Dieser Befundkomplex ermöglicht die Rekonstruktion der spätbronzezeitlichen Kupfermetallurgie vom Bergbau über die Aufbereitung bis hin zur Verhüttung.

Die Schlacken zeigen eine komplexe chemische Zusammensetzung im System  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und untergeordnet  $\text{K}_2\text{O}$  and  $\text{P}_2\text{O}_5$ .  $\text{ZnO}$  Gesamtgesteinskonzentrationen liegen bei 2.21 wt.%. Einnige Schalcken zeigen erhöhte BaO Knzentrationen (<0.3 wt.%). Der nicht silikatgebundene Teil der Schlacken besteht aus Cu (3.1-5.1 wt.%), Sb (0.5-2.3 wt.%), As (0.1-0.8 wt.%) und S (0.4-1.5 wt.%) sowie geringen Konzentrationen von Ag (~0.01 wt.) und Pb (~0.1 wt.%). Diese Elemente sind größtenteils in Sulfid- und Metalleinschlüssen in der silikatischen Matrix gebunden. Die chemische Zusammensetzung mit hohen MgO, CaO, As und Sb Konzentrationen ist typisch für die lokalen, Karbonat/Dolomit gebundenen Fe/Zn Tetraedrit-Tennantit Vererzungen von Schwaz-Brixlegg. Die Anwesenheit von Pb sowie seltener Co und Ni in Röstprodukten schließt auch die remobilisierten Erze in der Schwazer Trias nicht aus. Die geringen BaO Konzentrationen stammen von Baryt welcher teilweise mit Fahlerzen koexistiert. Die geringen Ag-Konzentrationen sind auf Ag-hältiges Fahlerz in der Region zurückzuführen (~0.5 wt.%). Die hohen Schwefel Konzentrationen sind auf die Verhüttung von hypogenen Sulfidvererzungen zurückzuführen. Dieser umstand erklärt auch die Anwesenheit des Röstbetts.

Die Mineralogie der Schlacken widerspiegelt dies Bulkzusammensetzung der Schlacken. Hauptsächlich bestehen die Schlacken aus den Ca-Fe-Mg Silikaten Olivin, Klinopyroxen und Åkermanite, einer Silikatglasmatrix und der oxidischen Phase Spinel (Magnetit-Magnesioferrit<sub>ss</sub>). Die Glasmatrix enthält vor allem die inkompatiblen Elemente. Alle Phasen



enthalten einige Gew.% ZnO. Die silikatisch-oxidischen Schlackenmatrix enthält zahlreiche feine Metall und Sulfideinschlüsse. Einige Proben zeigen Magnetit-Delafossite Verwachsungen nach der Reaktion  $3\text{Cu} + \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 3\text{CuFeO}_2$ . Im T-fO<sub>2</sub> Diagramm bei 1000°C liegt diese Reaktion unterhalb der  $2\text{Cu} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}$  Reaktion bei Temperaturen über 1000°C liegt die Magnetit-Delafossit Reaktion oberhalb. Einige Proben zeigen auch ausgeprägte Cu<sub>2</sub>O Anwachsäume um Metallische Cu-Tropfen. Entsprechend dieser Phasenabfolge scheint der Schmelzprozess relativ oxidierend, nahe der Kupferoxidation gelaufen zu sein, während des Abkühlens von >1000°C wurde Delafossit nach Magnetit gebildet und Kupfer wurde partiell oxidiert. Trotzdem konnte aufgrund des hohen Cu-S Gehaltes metallisches Kupfer durch die Reaktion  $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Cu}_2\text{O} \rightarrow 6\text{Cu} + \text{SO}_2$  sowie  $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{SO}_2$  erschmolzen werden. Die zweite Reaktion zeigt eine kontinuierliches entschwefeln der Charge mit Cu<sub>2</sub>S-Cu Entmischung bei hohen Temperaturen. Texturell ist diese Reaktion in vielen Sulfidtröpfchen mit metallischen Kupfereinschlüssen abgebildet. In diesem oxidierenden Milieu kommt es zu einer teilweisen Separierung von Sb und As von Cu durch Oxidation der Halbmetalle. Unter reduzierenderen Bedingungen würden die Halbmetalle aus dem Fahlerz vermehrt in das Metall fraktionieren.

## Prähistorische Kupfergewinnung im Nordtiroler Oberland

Caroline Grutsch<sup>1</sup> & Klaus-Peter Martinek<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universität Innsbruck, Institut für Archäologien, Langer Weg 11, A-6020 Innsbruck

<sup>2</sup>Marlene-Dietrich-Str. 49, D-80636 München

[caroline.grutsch@uibk.ac.at](mailto:caroline.grutsch@uibk.ac.at)

Der SFB HiMAT konzentriert sich mit seiner Forschung bekanntermaßen auf die großen Montanreviere mit überregionaler Bedeutung, wie den Mitterberg in Salzburg, Schwaz/Brixlegg und Kitzbühel im Tiroler Unterland sowie Bartholomäberg und Silbertal im Montafon – nicht aber auf das Tiroler Oberland. Dort befinden sich zwar viele kleine Bergbaue, die jedoch historisch gesehen stets nur von regionaler Bedeutung waren. Somit erfüllen diese kleinen Montanreviere nicht das Profil, um eine „key area“ im Rahmen des SFB HiMAT zu werden. Wohl aber konnten im Oberland bereits Spuren vorgeschichtlicher Kupfergewinnung entdeckt werden. Hier setzt das Projekt **„Prähistorische Kupfergewinnung im Nordtiroler Oberland“** an. Es soll Grundlagenforschung zum prähistorischen Bergbau und Hüttenwesen für das Tiroler Oberinntal und seine Seitentäler leisten und damit die vorhandene Forschungslücke schließen.

Basierend auf zahlreichen Arbeiten zur Lagerstättenkunde, Geologie und Mineralogie lassen sich für das Oberland inklusive Stubai- und Wipptal über 70 Kupfererzvorkommen identifizieren. Wie Untersuchungen in der Steiermark gezeigt haben, wurden selbst kleinste Kupfervererzungen prähistorisch beschürft. Eine ähnliche Situation ist im Tiroler Oberland zu erwarten. Dafür sprechen Spuren vorgeschichtlicher Kupfergewinnung in den Bergbaurevieren Rotenstein/Serfaus und Knappenkuchl/Navis, wie auch zahlreiche Belege für ein bronzezeitliches Gießhandwerk in Siedlungs-, Depot- und Gräberfunden.

Folgende Ziele hat das Projekt:

1. Die Frage zu klären, ob es prähistorische Erzgewinnung und Verhüttung im Tiroler Oberland gab
2. Das Schließen der bergbaugeschichtlichen Forschungslücke zwischen den Regionen Salzburg/Tiroler Unterland und Vorarlberg
3. Die analytische Charakterisierung von Kupfererzen des Oberlandes als Datenbasis für den Vergleich mit Fertigprodukten
4. Die Dokumentation und Publikation der bereits bekannten Funde
5. Die Schaffung einer Grundlage für nachfolgende archäologische Grabungen.

Somit sind Ergebnisse zum technologischen Wissensstand sowie über die Korrelation mit Fertigprodukten zu Handelsbeziehungen und zum Metallhandwerk und somit auch zu den sozialen Verhältnissen (Spezialistentum, Eliten) in prähistorischer Zeit im Nordtiroler Oberland zu erwarten.

Wesentlichstes Ziel des Projektes ist es also, die montanarchäologischen Forschungen auf das Tiroler Oberland auszuweiten.

## Strukturen im Erzbergbau im Langzeitvergleich

Christoph Bartels

Deutsches Bergbau-Museum, Bochum

[christoph.bartels@bergbaumuseum.de](mailto:christoph.bartels@bergbaumuseum.de)

Schon vor den Metallzeiten fand eine umfangreiche Gewinnung von Feuerstein als „Stahl der Steinzeit“ statt. Spätestens seit der Bronzezeit ist die Gesellschaft von der Versorgung mit metallischen Rohstoffen irreversibel abhängig. Entsprechende Versorgungszentren und

-strukturen wurden etabliert, sie belieferten vielfach große geographische Räume. Die Montanzentren und die Rohstoffversorgung entwickelten sich in Abhängigkeit von den gesellschaftlichen Gesamtstrukturen, und gelegentlich zeichnen sich höchst widersprüchlich erscheinende Prozesse ab: Während mit der Römerherrschaft eine Gewinnung metallischer Rohstoffe großen Stils und mit Auswirkungen auf das ganze Imperium etabliert wurde, kehrten offenbar mit dessen Zusammenbruch in weite Teile Mitteleuropas wieder Zustände zurück, die schon für die mittlere bis spätere Bronzezeit bzw. vorrömische Eisenzeit charakteristisch erscheinen. Im Europa des 15. bis 17. Jahrhunderts entwickelte sich eine ausgefeilte, maschinengestützte Montantechnik, die aber mit der Kolonisierung der neuen Welten nicht etwa dorthin transferiert wurden. Dort entstand vielmehr ein technisch „primitives“, auf Maschineneinsatz so gut wie ganz verzichtendes Montanwesen, das europäischen Experten wie Alexander von Humboldt an der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert und in der Phase der Frühindustrialisierung völlig rückständig erschien. Dennoch überflügelte es etwa hinsichtlich der Edelmetallproduktion die Alte Welt sehr rasch und brachte den dortigen, hoch technisierten Betrieb in Bedrängnis, indem die Gestehungskosten, etwa für die Produktion von Silber, global seit dem 16. Jahrhundert durch die Produktion vor allem in Mittel- und Südamerika gesenkt wurden: Die elaborierte Technik war oft nicht mehr oder nur unter größter Mühe konkurrenzfähig. Auch heute fällt die Primärproduktion besonders von seltenen Mineralien in vielen Gegenden der Welt in Zustände zurück, die in sozialer, technischer und organisatorischer Hinsicht „steinzeitlich“ anmuten. Wir erleben ein Nebeneinander von Hochtechnologie und unentwickelter Mineralgräberei, und dies scheint auch in der Langzeitentwicklung ein Charakteristikum der Montansphäre zu sein.

## **Interdisciplinary cooperation and diachronic studies in archaeology: pitfalls and opportunities**

Barbara Ottaway  
University of Exeter, Department of Archaeology, UK  
[b.ottaway@exeter.ac.uk](mailto:b.ottaway@exeter.ac.uk)

Prehistoric archaeology is a science as well as a humanity. As such it draws on the results of many lines of research and gains a great deal from collaboration with related subjects. To these can be counted, for instance, social and biological anthropology, art, ethnography, history, onomastics and philosophy on one hand and the sciences of climate, dating, environment, geoinformation, geophysics, materials, mineralogy and statistics on the other hand.

This list is by no means complete but what unites research in almost all of them, including interdisciplinary research projects, is the way in which the topics to be researched should always be approached: defining aims of the study, formulating questions, collecting data, evaluating and interpreting results, setting the results into context and into the wider picture. Any archaeological investigation, even one on a regional scale, cannot be researched in isolation. It must be tied into the overall pattern of our human past.

The potential for pitfalls when dealing with multidisciplinary projects is great. Amongst the greatest source of misunderstandings are terminology and vocabulary. This can only be overcome by careful definition of terms and good communication.

However, equally great potentials for new approaches, new questions and unexpected answers can be found in co-operational projects. This has been demonstrated in many of the HiMAT projects.

In order to discuss diachronic studies, the model of the chaîne opératoire of copper production will be used to look at some aspects of the Bronze Age and Medieval period. The question in how far we are entitled to draw analogies between historic and prehistoric periods will be discussed.

## **Charakterisierung der bronzezeitlichen Bergbaulandschaft in der Region Kitzbühel. Erste Ergebnisse und Ausblick.**

Thomas Koch Waldner

Universität Innsbruck, Institut für Archäologien, Langer Weg 11, A-6020 Innsbruck

[Thomas.Koch-Waldner@student.uibk.ac.at](mailto:Thomas.Koch-Waldner@student.uibk.ac.at)

Bereits im 19. Jh. wurden erste Funde des prähistorischen Bergbaus von Matthäus Much, einem Pionier der Bergbauforschung, in der Region von Kitzbühel dokumentiert. Die systematische Erforschung des prähistorischen Bergbaus erfolgte in den 1930er-1950er Jahren durch Richard Pittioni und Ernst Preuschen. Sie legten ihr Hauptaugenmerk auf die Abraumhalden der Kelchalm (bzw. Bachalm) bei Aurach, wo mehrere archäologische Ausgrabungen durchgeführt wurden. Anhand der gewonnenen Ergebnisse datierte Pittioni den prähistorischen Bergbau in der Region allgemein in die späte Bronzezeit.

Durch Prospektion sowie durch Hinweise aus der Bevölkerung konnte Pittioni bis in die 1970er Jahre über 40 prähistorische Verhüttungsplätze lokalisieren.

Neuere archäologische und dendrochronologische Untersuchungsergebnisse (G. Goldenberg, K. Nicolussi, T. Pichler) stellen die von Pittioni verallgemeinerte Datierung in Frage.

Im Zuge des Doc-Team-Projektes wird die systematische Erforschung des prähistorischen Bergbaus im Gebiet von Kitzbühel wieder aufgenommen. Neben der Ermittlung des genauen Alters der prähistorischen Bergbauaktivitäten sollen weitere Einblicke in die Organisationsstrukturen und die räumlichen Gliederung von Abbau, Aufbereitung und Verhüttung gewonnen werden.

Im ersten Jahr konzentriert sich die Arbeit des archäologischen Teilprojektes auf die Auffindung von Verhüttungsplätzen im Gebiet von Jochberg. Dabei konnte auf Prospektionsergebnisse von G. Goldenberg, M. Klauzner und M. Staudt aus dem Jahr 2009 zurückgegriffen werden. Im Frühjahr und im Sommer 2011 wurden weitere Prospektionen auf der westlich von Jochberg gelegen Wurzhöhe durchgeführt. Es konnten einige der von Pittioni beschriebenen Verhüttungsplätze lokalisiert und weitere bislang unbekannte Fundstellen entdeckt werden. Weiters wurden historische und potentielle prähistorische Bergbauspuren lokalisiert und begutachtet.

Im Sommer 2011 wurden an zwei Fundstellen Magnetfeldmessungen und Bohrungen mit dem Bohrstock durchgeführt. Auf der Wagstättalm fand eine mehrwöchige Ausgrabung auf einem bronzezeitlichen Verhüttungsplatz statt, der durch das Anlegen von Drainagegräben zum Teil zerstört wurde. Als besonders interessanter Befund erwies sich eine eingetiefte Anlage welche wahrscheinlich zur nassmechanischen Aufbereitung von Schlackensand diente. Die Reste einer Ofenanlage konnten lediglich in Form von Ofensteinen und Ofenlehm festgestellt werden, zusammenhängende Befunde eines Röstbettes oder einer Ofenanlage waren nicht erhalten. Wertvolle Ergebnisse sind von den bevorstehenden Untersuchungen der gewonnen Hölzer (Datierung und Holzartenverteilung) und der verschiedenen Schlackentypen (Technologie) zu erwarten. Um das zeitliche Verhältnis der Verhüttungsplätze zueinander ermitteln zu können, sollen datierbare Hölzer von anderen Plätzen durch Sondagegrabungen gewonnen werden. Um die Ausdehnung und Struktur der

Verhüttungsplätze zu ermitteln, sind Magnetfeldmessungen und Bohrungen (Bohrkernanalysen) an verschiedenen Fundstellen geplant. Bis 2013 werden mehrere Prospektionskampagnen durchgeführt, um ein detaillierteres Bild der Verteilung von Verhüttungsplätzen und Bergbauspuren zu erlangen. Nach den Untersuchungen des Hüttenwesens sind für die zweite Hälfte der Projektzeit die prähistorischen Bergbauspuren als Forschungsschwerpunkt vorgesehen.

**„Ain Ordnung auf unnsereu bergkwerch am Rererpichl  
gegeben und aufegricht“ –  
Die ersten Bergwerksverordnungen der Region Kitzbühel**

Anita Feichter-Haid

Institut für Geschichtswissenschaften und Europäische Ethnologie, Leopold-Franzens-  
Universität Innsbruck, Innrain 52d, A-6020 Innsbruck

[anita.b.haid@uibk.ac.at](mailto:anita.b.haid@uibk.ac.at)

Thema des Vortrags werden die Bergverordnungen der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts den Bergbau der Region Kitzbühel betreffend sein. Inhaltlich lässt sich jede Verordnungen in drei größere Themenblöcke unterteilen: Artikel, welche technische Fragen klären, Artikel, die das Arbeitsverhältnis zwischen Gewerken und Bergarbeitern regeln und Artikel, welche das gesellschaftliche Zusammenleben im weiteren Sinne regeln. Während die Vorschriften, welche sich mit den technischen Aspekten des Schacht- und Stollenbaus beschäftigen mit der Zeit kaum Veränderungen inhaltlicher Natur (eher Zusätze) erfahren, werden die Artikel, welche das Arbeitsverhältnis zwischen Gewerken und Bergarbeitern ordnen sollen, in den 50er Jahren des 16. Jahrhunderts zum Teil leicht modifiziert oder komplett geändert. Der Vortrag wird sich also abschließend den Fragen zuwenden, warum es zu diesen Modifizierungen kommt und welche Gründe dafür ausschlaggebend sein könnten.

## **Die Auswirkungen prähistorischer und historischer Bergbau-Aktivitäten auf die Vegetation der Region Kitzbühel**

Barbara Viehwieder & Klaus Oeggel

Universität Innsbruck, Institut für Botanik, Sternwartestraße 15, A-6020 Innsbruck

[barbara.viehwieder@uibk.ac.at](mailto:barbara.viehwieder@uibk.ac.at)

Prähistorische Bergbauaktivitäten führen zu nachhaltigen Veränderungen in der natürlichen Umwelt, wobei die Entwicklung und der Fortschritt in der Montantechnik mit Veränderungen in der Umwelt der gesamten Montanlandschaft einhergehen. Der Raum Kitzbühel stellt dabei ein bedeutendes Bergbaugebiet in den Ostalpen, das sowohl in der Bronzezeit als auch im Mittelalter bzw. der frühen Neuzeit genutzt wurde.

Im Zuge des Erzabbaus sind im Untersuchungsgebiet direkte großflächige Veränderungen der lokalen Vegetation zu erwarten. Weiters ist noch mit indirekten Einflüssen auf die Vegetation durch die Nutzung der lokalen Wälder zu rechnen.

Darüber hinaus müssen die Bergleute mit Lebensmitteln und Gütern des täglichen Gebrauchs versorgt werden. Daraus resultiert ein zusätzlicher Druck auf die Vegetation in der Region, der durch Pollenanalysen evaluiert werden soll. Zusätzlich werden geochemische Analysen aus den Torfen der palynologisch untersuchten Moore weitere Hinweise auf die Bergbautätigkeit liefern.

Im Bereich der Subsistenzwirtschaft wird dem Entstehen und der Präsenz von Almwirtschaft eine zentrale Bedeutung zugemessen, da auf der Kelchalm der älteste Nachweis einer Almwirtschaft im Zusammenhang mit Bergbau vorliegt und sie somit zum „locus classicus“ wird. Der Nachweis dazu wird palynologisch über sogenannte Weidezeiger erfolgen.

Aktuell wird hier ein erstes Pollendiagramm aus dem Moor am Rauber, in der nächsten Umgebung des Erzabbaus und -aufbereitung auf der Kelchalm gelegen, im Grobraster vorgestellt und diskutiert, geochemische Analysen folgen. Das vorliegende Pollenprofil zeigt die Wende vom Atlantikum zum Subboreal mit zunehmender Verbreitung der Tanne (*Abies* sp.). Auch die Entwicklung eines Bergmisch- bzw. eines Eichenmischwaldes in dem Gebiet zeichnet sich ab. Im Bohrkern ist also die Vegetationsgeschichte ab dem Neolithikum enthalten.

Geplant ist zudem die Beprobung von zwei weiteren Mooren, vor allem um die Versorgungsstrategien und die Siedlungsentwicklung im Untersuchungsgebiet zu beleuchten: i) eines wird in der Nähe der archäologischen Grabung bei der Wagstättalm in Jochberg gezogen werden, und ii) ein zweites im Weichbild von Kitzbühel. Ziel ist dabei die Evaluation der Auswirkungen von prähistorischem und historischem bzw. neuzeitlichem Bergbau im Raum Kitzbühel auf die Vegetation in Raum und Zeit. Dabei soll der Beginn der Montanproduktion als auch die Dauer einer Initial-, Intensivierungs- und Rückgangphase und deren Auswirkungen auf die Vegetation ermittelt werden.



## Die Rolle der Informationsvernetzungen in der Archäologie

Anja Masur

AB Vermessung und Geoinformation, Technikerstr.13, A-6020 Innsbruck

[Anja.Masur@oeaw.ac.at](mailto:Anja.Masur@oeaw.ac.at)

Nach dem Data-Information-Knowledge-Wisdom-Modell<sup>1</sup> (Wissenspyramide) ist zwischen Daten, Informationen und Wissen zu unterscheiden. Informationen und Wissen stellen Aggregationsstufen von Daten dar. Wissen als eine der höchsten Ebenen basiert u. a. auf verknüpften Informationen, welche wiederum aus Daten gewonnen werden. Die Verknüpfung von Informationen ist erstrebenswert und führt zu einem Mehrwert bzw. Wissen. Ein Beispiel dafür ist das FZ HiMAT, in dem Daten und Informationen unterschiedlichster Art vorhanden sind. Die Verknüpfung der gesammelten Informationen ist eine der zukünftigen Herausforderungen, der konzeptuell begegnet werden muss.

In diesem Kontext soll die Präsentation die Vorteile und Herausforderungen von Informationssystemen analysieren und einen Überblick über bereits vorhandene Informationssysteme liefern. Dies wird aus einem archäologischen Blickwinkel heraus geschehen. Als weiterer Punkt der Präsentation soll die Rolle von semantischen Technologien innerhalb von Informationssystemen analysiert werden (u. a. CIDOC CRM). Dabei stehen Fragen wie die der Umsetzung solcher Technologien sowie notwendige Voraussetzungen dafür im Vordergrund.

Beispiele aus dem Doc-team sollen Herausforderungen, aber auch Chancen und Möglichkeiten für HiMAT demonstrieren. Hieraus lässt sich auf die Archäologie allgemein (mit Einschränkungen) schlussfolgern. Gleichzeitig wird damit auch das Thema, Ziel und der Arbeitsstand der Doktorarbeit präsentiert werden.

<sup>1</sup>Zins, Chaim, Conceptual Approaches for Defining Data, Information and Knowledge. Journal of the American Society of Information Science and Technology 58 (4), 2009, 479-493.

## **Zu einigen onymischen Bergbauindikatoren im Raum Klausen/Villanders**

Elisabeth Gruber & Irina Windhaber

Universität Innsbruck, Institut für Sprachen und Literaturen, Innrain 52, A-6020 Innsbruck  
[csag9016@student.uibk.ac.at](mailto:csag9016@student.uibk.ac.at)

In diesem Vortrag setzen sich die Autorinnen mit dem toponymischen Umfeld rund um die Bergbauareale in Klausen und Villanders auseinander. Der Schwerpunkt liegt im Zusammenhang der Namen mit der dortigen Bergbautätigkeit. Es stellt sich die Frage inwiefern Bergbau eine Rolle bei der Benennung von Fluren, Höfen und Almen in diesem Gebiet gespielt hat.

Im Anschluss an Peter Anreiter und Yvonne Kathrein, die bereits im Rahmen des 5. Milestone-Meetings in Mühlbach das onymische Umfeld des Bergbaugesbiets am Mitterberg analysiert haben, durchleuchten die Autorinnen das Areal um Klausen und Villanders auf die gleichen vier Sinnbezirke. Bei diesen lexikalischen Feldern handelt es sich um Namen mit offensichtlichem Bergbaubezug (*Knappenbach*), Namen mit Bezug auf Rodung und Holzwirtschaft (*Rungen*), zur Viehzucht (*Saueben*) und zur Vegetation (*Lärchhof*).

Letztere drei Sinnbezirke sind isoliert betrachtet nicht zwingend als Indikatoren für Bergbau zu werten. Für die interdisziplinäre Bergbauforschung sind sie jedoch von gewisser Bedeutung, wenn sie gehäuft und in mehreren Bergbauarealen auftreten.

Für das Untersuchungsgebiet hat sich bisher gezeigt, dass Namen mit Bezug zu Bergbau im engeren Sinne, zu Rodung/Holzwirtschaft und zu Viehzucht recht häufig auftreten, jedoch seltener als am Mitterberg nach der umgebenden Vegetation benannt wurde, die ja für die Tätigkeit im Bergbau von großer Bedeutung war.

Es wäre nun die nächste Aufgabe, weitere Gebiete mit Bergbau auf die gleichen lexikalischen Felder hin zu untersuchen, um sie untereinander vergleichen und ein umfassenderes Bild von der damaligen Lebenswelt der Bevölkerung verschaffen zu können, die ja letztlich den Ausschlag für die Benennung der Umgebung gab.

# **Grundlagenforschungen zur mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Bergbaugeschichte Südtirols**

## **Montanarchäologie am Südtiroler Schneeberg**

Claus-Stephan Holdermann  
CONTEXT OG, Archäologie-Bauforschung-Kulturraumanalysen,  
Außerdorf 16, A-6179 Ranggen  
[claus-stephan.holdermann@archaeology.info](mailto:claus-stephan.holdermann@archaeology.info)

Das Bergwerk am Südtiroler Schneeberg zählt zu den höchstgelegenen Bergwerken Europas. Sein Grubengebäude erstreckt sich über eine Höhe von ca. 2030 m ü NN bis 2530 m ü. NN. Das Revier ist eines der größten Tirols und stellt ein montanhistorisches Kulturdenkmal von europäischem Rang dar. Dieser Bedeutung wird nachhaltig vom SÜDTIROLER BERGBAUMUSEUM durch montanhistorische Forschungen, Publikationen und den Ausbau der Bergbaumuseumsbereiche in St. Martin am Schneeberg (Passeiertal) und in Maiern (Ridnauntal) Rechnung getragen.

Die historischen Überlieferungen zum Schneeberg setzt im Jahre 1237 ein. Sicher datierbare Bergbaustrukturen lassen sich bis in das 17. Jahrhundert zurückverfolgen. Ältere Befunde konnten bisher nicht nachgewiesen werden. Ab dem 16. Jahrhundert werden auch die historischen Daten zunehmend spärlicher. Neben Relikten der letzten Betriebsperiode des 19. und 20. Jahrhunderts, in der am Schneeberg Tirols größte Blei-Zink-Erzlagerstätte abgebaut wurde, weist das Revier auch für die Erforschung des mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Bergbaus eine vielversprechende Ausgangssituation auf. Im 13. Jahrhundert wurde am Schneeberg Bergbau auf Silber getätigt. Seine größte Blüte erlebte der Schneeberg um das Jahr 1500, mit einer Verlagerung des Förderziels von Silber auf Blei, welches im Saigerverfahren bei der Verhüttung der nordtiroler Fahlerze unentbehrlich geworden war. Diese Situation änderte sich, als der Niedergang des Tiroler Bergbaus in 17. und 18. Jahrhundert auch die Bergbautätigkeiten am Schneeberg erfasste. Infolge mangelnder Rentabilität endete im Jahre 1985 der erneute Anstieg der Abbautätigkeiten auf Zink.

Um ein möglichst ganzheitliches Bild der Entwicklung des Reviers nachzeichnen zu können, werden seit dem Jahre 2009 durch das SÜDTIROLER BERGBAUMUSEUM erstmals montanarchäologische Surveys und Ausgrabungen durchgeführt. Hierbei wurden u.a. im Bereich des St. Christoffi Stollen Befunde untersucht, die an den Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit, in einen zeitlichen Rahmen von etwa 1400 n. Chr. bis 1550 n. Chr., datieren. Sie stellen die bisher ältesten datierten Strukturen des Reviers dar und spiegeln Bergbautätigkeiten aus der Phase des beginnenden Frühkapitalismus wider, der durch den Eintritt oberdeutscher Handelshäuser als Unternehmer in den Bergbau der Alpenländer gekennzeichnet ist.

Hierauf aufbauend widmet sich das Projekt weiterhin den technologischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekten des Reviers am Schneeberg. Das montanarchäologische Zurückverfolgen der verschiedenen Bergbautätigkeiten, zurück zu seinen mittelalterlichen Anfängen, ist ein zentrales Ziel der Untersuchungen.

## **Bergbau am Luterseeberg/Montafon/Voralberg (Verwallgruppe).**

### **Zur Eisenerzförderung am Übergang vom 13. zum 14. Jahrhundert.**

Claus-Stephan Holdermann  
CONTEXT OG, Archäologie-Bauforschung-Kulturraumanalyse,  
Außerdorf 16, A-6179 Ranggen  
[claus-stephan.holdermann@archaeology.info](mailto:claus-stephan.holdermann@archaeology.info)

Auf Veranlassung der Montafoner Museen wurde im Jahre 2008 ein siedlungs- und montanarchäologischer Survey im Bergbaubereich Luterseeberg/Alpe Netza (2373 m ü. NN - 2450 m ü. NN) durchgeführt. Hierbei sollte eine erste Zusammenstellung der obertägigen Bodendenkmäler des heutigen Almbereichs und ehemaligen Reviers erstellt werden. Auf den Ergebnissen dieser Arbeiten aufbauend, konnte im Herbst 2009 der montanarchäologische Denkmalbestand nach funktionalen Kriterien evaluiert, dokumentiert und ein ausgewählter Gebäudebefund archäologisch untersucht werden. Hiermit liegt für das Montafon die erste systematische Kulturraumanalyse (Wirtschaftsraumanalyse) eines im Mittelalter und in der Neuzeit produzierenden Bergbauensembles vor. Die neuen archäologischen Befunde ergänzen die spärlichen historischen Dokumente über den mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Bergbau am Schneeberg.

Der Umfang und die Ausprägung des händisch betriebenen Abbaus machen deutlich, dass im Revier keine sporadischen Bergbautätigkeiten, sondern ein organisierter Abbau mit einer systematischen Vorgehensweise durchgeführt wurde. Es ist davon auszugehen, dass dieser an saisonale Produktionszyklen gekoppelt gewesen ist. Diese sind nur im Rahmen einer gesicherten Lebenshaltung zu bewerkstelligen, die deutliche Spuren (Siedlungskeramik, Speisereste, etc.) hinterlassen haben müsste – hierfür fehlen im montanarchäologischen Kontext am Luterseeberg jedoch alle Hinweise. Dieses trifft auch auf den untersuchten Gebäudebefund zu, der naturwissenschaftlich an den Übergang vom 13. zum 14. Jahrhundert datiert ist und aufgrund seines Werkzeuginventars in einen unmittelbaren Zusammenhang mit der Erzförderung stand.

Hieraus resultiert, dass der eigentliche Wohnbereich der Knappen, der der Unterkunft nach getaner Arbeit oder als Ausweichmöglichkeit bei schlechter Witterung diente, in dem die wesentlichen Vorgänge der Versorgung mit Nahrung und andere Aspekte des sozialen Zusammenlebens stattfanden, vom Abbaugelände getrennt lag. Es liegt nahe, auch die in den Bereichen der Abbaue nicht nachzuweisenden, unumgänglichen Bergschmieden und andere notwendige Werkplätze im Bereich dieser Wohnstrukturen zu suchen.

Der Wohnbereich muss in einer ökonomisch zu bewältigenden Entfernung zum Abbauort gelegen haben, um einen sinnvollen Einsatz von Arbeitskräften und Arbeitsmitteln sicher zu stellen. Als eine solche Position könnte für das Mittelalter die Alpe Netza in Frage gekommen

sein. Die Intensität des Abbaus erforderte jedoch auch vor Ort eine schützende Behausung, eine Kaue, deren Funktion in der Sicherstellung einer überdachten temporären Schutz- und Wärmequelle lag.

## **Vom „schinzug“ im Lobinger – eine Vermessungskarte des 16. Jahrhunderts aus dem Berggericht Montafon**

Georg Neuhauser

Universität Innsbruck, Institut für Geschichtswissenschaften und  
europäische Ethnologie, Innrain 52, A-6020 Innsbruck  
[georg.neuhauser@uibk.ac.at](mailto:georg.neuhauser@uibk.ac.at)

Das Vermessungswesen im Bergbau der frühen Neuzeit ist trotz ausführlicher Darstellungen von Georg Agricola in seinen Zwölf Büchern vom Berg- und Hüttenwesen immer noch ein weitgehend unerforschtes Gebiet. Wie gelang es den zuständigen Bergbeamten mit einfachsten Mitteln wie Pendel, Bergkompass, Schiene und Schnur genaue Vermessungen im und am Berg zu erstellen? War man wirklich in der Lage exakte Berechnungen zu Durchschlägen oder der Position von Erzadern durchzuführen? Oder werden die Fähigkeiten der frühneuzeitlichen Markscheider oder Schiener, wie die Vermessungsbeamten genannt wurden, überschätzt?

Für das Berggericht Montafon hat sich ein äußerst selten anzutreffendes Schriftstück zum Vermessungswesen erhalten, das in eindrucksvoller Weise die theoretischen Ausführungen Agricolas veranschaulicht. Bei dieser Quelle handelt es sich um einen „schinzug“ (Vermessungsplan) des Montanreviers Lobinger oberhalb von Dalaas im Klostertal/Vorarlberg aus dem Jahr 1584. Dem graphischen Aufbau des Bergkompasses folgend, versuchte der Bergrichter und Schiener im Montafon, Jos Hennggi, die Position der einzelnen Mundlöcher, Strecken und Durchschläge darzustellen, sowie den Feingehalt der Erzadern an Silber und Kupfer auf Papier festzuhalten. Außerdem enthält der Plan detaillierte Informationen zu neuen Erzvorkommen, und vermittelt einen konkreten Überblick über den „Ist-Zustand“ der Bergwerkstätigkeiten in besagtem Revier zum Ende des 16. Jahrhunderts. Auf Grund der Seltenheit gleichartiger Dokumente aus diesem Zeitraum muss die Bedeutung dieser Quelle besonders betont werden.

## **Petrologische Untersuchungen von bronzezeitlichen Keramiken aus der Gemeinde Kaunerberg**

Peter Tropper<sup>1</sup>, Andrea Sedlmayr<sup>1</sup> & Markus Staudt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut für Mineralogie und Petrographie, Universität Innsbruck,  
Innrain 52f, A-6020 Innsbruck

<sup>2</sup>Institut für Archäologien, Universität Innsbruck,  
Langer Weg 11, A-6020 Innsbruck

[peter.tropper@uibk.ac.at](mailto:peter.tropper@uibk.ac.at)

Ziel dieser Untersuchungen ist die petrologische Untersuchung von Keramikfragmenten aus dem Gemeindegebiet Kaunerberg am Eingang des Kaunertals welche aus der späten Bronzezeit bzw. Urnenfelderzeit stammen. Die Keramiken, die nach ihrer Form und Machart der Laugen-Melaun-Kultur zuzuordnen sind, wurden hierbei auf ihre Magerungsbestandteile hin untersucht um anschließend feststellen zu können, ob sie lokal gefertigt wurden oder über Importe an den späteren Fundort gelangten. So würde die Anwesenheit von Bozener Quarzporphyr auf einen Import der Ware aus Südtirol, die Anwesenheit von lokal vorkommendem Gesteinen dagegen auf eine lokale Fertigung hinweisen. Die Keramikfragmente wurden des Weiteren auf das Auftreten von recycelter Keramik (Schamott) hin betrachtet werden und eine an manchen Fragmenten festgestellte weiße Inkrustation sollte ebenfalls untersucht werden.

Für die Bestimmung der Magerungsbestandteile wurden sowohl die petrologische Dünnschliffmikroskopie als auch die Elektronenstrahlmikrosonde bei 12 Probenstücken eingesetzt. Des Weiteren wurden Keramikfragmente eines Gefäßes mittels Ramanspektroskopie und hochauflösender Röntgen-Pulverdiffraktometrie genauer untersucht.

Die untersuchten Keramikproben stammen aus der etwa 20 x 10 m großen Baugrube eines geplanten Einfamilienhauses beim Weiler Mairhof im Gemeindegebiet Kaunerberg östlich von Prutz am Eingang in das Kaunertal. Dort wurden im Zeitraum von Juni bis August 2008 archäologische Grabungen durchgeführt nachdem bereits 2007 auf einem benachbarten Grundstück Spuren einer bronzezeitlichen Terrassensiedlung aufgedeckt worden waren (Fundberichte aus Österreich, Band 47, 2008). Neben einem Kanalsystem mit Quellfassung und Sickergrube sowie Überresten eines Hauses, wurden an der Ausgrabungsstätte in Kaunerberg auch einige Kleinfunde gemacht, anhand derer die mutmaßlich ehemalige Siedlung der Mittel- bis Spätbronzezeit zugeordnet werden konnte. Einige gefundene Objekte, wie beispielsweise ein Bronzemesser oder die in dieser Arbeit untersuchte Laugen-Melaun-Keramik, deuten auf eine verstärkte Nutzung des Areals in der Urnenfelderzeit hin (Fundberichte aus Österreich, Band 47, 2008).

Geologisch gesehen sind die Gesteine des Gemeindegebiets Kaunerberg im Wesentlichen Orthogneise, Paragneise mit vereinzelt Quarziten und sogenannten Diabasen und



Diabasschiefern des Bündnerschiefergebiets, wobei letztere heutzutage als Serpentinite bezeichnet werden.

Anhand der verschiedenartigen Untersuchungen können folgende Punkte festgestellt werden:

1. Die Keramikproben, welche im Durchlichtmikroskop betrachtet wurden sind durchwegs entweder mit Ortho- bzw. Paragneisen, Quarziten oder Serpentiniten gemagert. Es wurden in keiner Probe Gesteinsbruchstücke von Bozner Quarzporphyr gefunden. Stellenweise wurde auch zerstoßene Keramik recycelt, was an der Anwesenheit von Schamott festzumachen ist. Die Zahl auftretender Einzelminerale ist relativ zu der Zahl der Gesteins- oder Schamottbruchstücke in etwa gleich. Insgesamt ist die Magerungsqualität der Keramiken eher als schlecht einzustufen, da oftmals größere Gesteinsbruchstücke bzw. eine grobe Magerung auszumachen ist. Außerdem weisen die meisten Proben eine starke Verglasung und bisweilen auch Hohlräume auf.
2. Die Untersuchungen mittels Elektronenstrahlmikrosonde bestätigten die Anwesenheit von zahlreien (v.a. Ortho-) Gneisen als Magerung und zeigten zudem auf, dass viele Einzelminerale zunehmend serpentiniert sind bzw., dass Serpentin-Bruchstücke enthalten sind. Weiters konnte erneut das Auftreten von Schamott festgestellt werden.
3. Die zur Analyse von weißer Inkrustation herangezogene Ramanspektroskopie zeigte auf dass es sich bei dem weißen Belag an beiden Probenstücken (K2-07-20 und K3-9-7) um zermahlene Knochen- oder Zahnschmelz-Material handelt, also um Apatit.

Somit ist davon auszugehen, dass die Keramiken aus Kaunerberg in der Umgebung des Fundorts hergestellt worden sind beziehungsweise zumindest aus dort anzutreffendem Gestein. Ein Import der früheren Ware aus dem Südtiroler Raum im Bereich des Bozener Quarzporphyrs ist wegen Fehlen desselben eher auszuschließen.

## **Die Anwendung mineralogischer Methoden in der Bearbeitung von Hochtemperaturschlacken**

Peter Tropper, Philipp Schneider & Hans-Peter Viertler  
Institut für Mineralogie und Petrographie, Universität Innsbruck,  
Innrain 52f, A-6020 Innsbruck  
[peter.tropper@uibk.ac.at](mailto:peter.tropper@uibk.ac.at)

Die Schmelztemperatur der Schlacke ist ein wichtiger Parameter, um rückwirkend auf die Prozesstemperaturen im Schmelzofen schließen zu können. Schlacken gehen nicht bei einer bestimmten Temperatur vom festen in den flüssigen Zustand über sondern beginnen partiell, zu schmelzen sobald die für den jeweiligen Chemismus relevanten Eutektika erreicht werden (Solidustemperatur). Die Liquidustemperatur ist erreicht, sobald die letzte kristalline Phase geschmolzen ist. Die Liquidustemperaturen wurden einerseits mittels Projektionen der Schlackenchemismen in Phasendiagramme abgeleitet und andererseits durch Schmelzexperimente (oxidierend/reduzierend) die Hoch-Temperatur Röntgendiffraktometrie (HTXRD), die Differential Thermoanalyse (DTA-TG) bzw. dem Ascheschmelzverfahren nach DIN 51730 experimentell ermittelt.

Im Zuge dieser Präsentation werden die unterschiedlichen Methoden anhand von bereits durchgeführten Untersuchungen dargestellt. Die HTXRD und DTA-TG wurde an Einzelmineralen (Chlorite, Biotite, Muskovite) sowie an Schlackenproben (Mitterberg) erfolgreich angewendet. Schmelzuntersuchungen und das Ascheschmelzverfahren wurden an den Proben vom Mitterberg durchgeführt.

Diese Untersuchungen lassen in den meisten Fällen nur minimale Temperaturentscheidungen zu, da die Schlackenchemismen in vielen Fällen wesentlich komplexer als die untersuchten Probenmaterialien sind.

## **Dendrochronologische Analysen zum Goldbergbau am Kloben, Hohe Tauern**

Michael Lechner, Kurt Nicolussi, Gernot Patzelt & Thomas Pichler  
Institut für Geographie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck,  
[kurt.nicolussi@uibk.ac.at](mailto:kurt.nicolussi@uibk.ac.at)

Die Gebirgsgruppe der Hohen Tauern ist bekannt für ihre Goldvorkommen, die in historischer Zeit ausgebeutet wurden. Diese Abbaulokalitäten erreichen teilweise Höhenlagen bis ca. 3000 m und befinden sich damit bereits in der Gletscherregion. Dies wirft die Frage nach der Begrenzung der Abbautätigkeiten aufgrund von Umweltbedingungen, wie etwa den Gletscherschwankungen im Spätmittelalter und der Neuzeit, auf. Bergbauspuren finden sich auch am Kloben (2938 m ü.M.), wo an mehreren Stellen des südexponierten Berghanges noch heute Reste von Hütten und Stollenanlagen zu beobachten sind. Hier findet sich eine große Anzahl von Hölzern, meist Reste von Bau- bzw. Brennholz. Historische Karten des 19. und 20. Jahrhunderts zeigen diesen Hang des Kloben teilweise noch vergletschert.

Nach historischen Quellen fand am Kloben bereits im 15. Jh. Bergbau auf Gold statt, die Nachrichten versiegen aber bereits wieder im 16. Jh. und lassen eine genaue Lokalisierung der Abbaue nicht zu. Mit dendrochronologischen Untersuchungen an Bergbauhölzern sollte einerseits diese Lücke geschlossen und die historischen Angaben auch überprüft werden, andererseits interessiert die Frage nach dem Zusammenhang von Bergbau und Gletscherbeziehungsweise Klimaentwicklung.

Mit den Jahrringanalysen an rund 60 Bergbauhölzern können zwei Ausbeutungsphasen nachgewiesen werden, um 1570 und um 1730. Die Lokalisierung ist allerdings unterschiedlich: während im 16. Jh. Abbaue an Stellen betrieben wurden, die noch im frühen 20. Jh. unter Schnee und Eis lagen und damit eine vergleichsweise kleine Gletscherausdehnung vor dem Beginn der Hauptphase des Little Ice Age (LIA) im späten 16. Jh. belegen, finden sich die Bergbauspuren des frühen 18. Jh. nur am hochgelegenen östlichen Bergrücken. Hier aperten wohl in einer klimagünstigen Phase des LIA Felspartien aus, während die Abbaubereiche des 16. Jh. gletscherbedeckt blieben. Diese späte Bergbauphase ist in den Quellen nicht auffindbar, hingegen fehlen Dendro-Belege für die Abbaue des 15. Jh. Diese sind möglicherweise an anderen Stellen am Kloben zu lokalisieren.

## **Dendrochronologische Analysen an Hölzern des Südtiroler Bergbaureviers, Schneeberg / Ridnaun**

Stefan Unterrader, Andrea Thurner, Thomas Pichler & Kurt Nicolussi  
Institut für Geographie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck  
[kurt.nicolussi@uibk.ac.at](mailto:kurt.nicolussi@uibk.ac.at)

Das Erzbergwerk am Südtiroler Schneeberg befindet sich beiderseits des Gebirgskamms, der das Passeiertal vom Ridnaun abtrennt. Für die Zeit ab der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts vermutet man auf der Passeirer Seite Silbergewinnung, historisch gesichert gilt das Schneeberger Silber, *argentum bonum de Snerberch*, durch eine urkundliche Erwähnung von 1237. Die schriftliche Quellenlage ist weiters gut belegt für den Betrieb in der Neuzeit, in der das Bergwerk vor allem als Zulieferer von Blei für die Schwazer Silbergewinnung große Bedeutung hatte. Nach einigen Unterbrechungen, der längsten von 1798 bis ca. 1870, wurde im Jahr 1979 der Betrieb am Schneeberg endgültig eingestellt.

Vorgestellt werden dendrochronologische Analysen an Proben von historischen Hölzern, die an verschiedenen Lokalitäten auf der Hochfläche Seemoos auf etwa 2000 m ü.M gelegen, gewonnen wurden. Darunter findet sich Holzmaterial des Seemoos-Pochers und eines angrenzenden Waschwerks, weiters Holz von zwei Bauwerken, Schwellen einer Geleiserinne eines Sekundärbremswegs sowie zahlreiche Streufunde vom nahe gelegenen Moor und aus den Halden. Neben der Holzartbestimmung und den dendrochronologischen Analysen wurde an den Hölzern vor allem eine Typisierung hinsichtlich ihres Verwendungszweckes vorgenommen.

Von 95 analysierten Proben sind 58% Fichten und 42% Lärchen. Während sich mit einer Ausnahme alle Lärchen kalendergenau datieren ließen, gilt dies für die Fichten nur bedingt (36% der Fichtenhölzer konnten bislang datiert werden). Grund für dieses Ergebnis sind vor allem Wachstumsstörungen, die im Jahrringbild von vielen Fichten erkennbar sind und Hinweise auf eine Herkunft der Bäume aus vielfach genutzten Wäldern darstellen. Die datierten Hölzer fallen mit wenigen Ausnahmen in die Zeit zwischen dem 18. und 20. Jh. Phasen erhöhter Bautätigkeit können vor allem gegen Ende der 1770er Jahre und während der Wiederaufnahme des staatsgelenkten Bergbaubetriebs im Jahr 1871 belegt werden.

Basierend auf der Dimension der 95 beprobten Hölzer lässt sich folgende Einteilung treffen: 31 Bretter/Bohlen, 28 Rundhölzer, 28 Balken (rechteckiger Querschnitt) und sieben Vierkanthölzer (quadratische Querschnitt). Die untersuchten Rundhölzer und acht Balken (ehemalige Schienenunterleger) weisen zu rund 90% die Holzart Fichte auf. Die übrigen Balken und Vierkanter sind jeweils zu gleichen Teilen aus Fichten und Lärchen gefertigt, lediglich bei den Brettern/Bohlen dominiert Lärchenholz mit einem Anteil von 70%. Gleichzeitig weisen die am Schneeberg verarbeiteten Lärchen größere mittlere Stammdurchmesser auf: während insgesamt Bäume mit im Durchschnitt 23 cm

Stammdurchmesser (Maximum 60 cm, Minimum 10 cm) Verwendung fanden, liegt dieses Mittel für die Fichten bei 20 cm, für die Lärchen jedoch bei 27 cm.

Mit den vorgestellten Analysen liegen für das Bergbaugesamt Schneeberg/Ridnaun erstmals dendrochronologische Ergebnisse zu den neuzeitlichen Bergbauaktivitäten vor.

## **Silberpfad – an interactive and interdisciplinary heritage trail on mining research in the course of the Special Research Program HiMAT**

Suzanne Kapelari & Mario Prast

Universität Innsbruck, Institut für Botanik, Sternwartestr. 15, A-6020 Innsbruck

[suzanne.kapelari@uibk.ac.at](mailto:suzanne.kapelari@uibk.ac.at)

The SFB HiMAT is a large, interdisciplinary research project containing more than 70 scientists from humanities, natural sciences and engineering sciences dealing with ancient mining in the Eastern Alps (see [www.uibk.ac.at/himat/](http://www.uibk.ac.at/himat/) for further information). The Montafon Valley (Vorarlberg, Austria) has been one of the key investigation areas. Initiated by local partners from the tourism industry the establishment of a mining heritage trail was planned. As information on ancient mining in the region was already widely available, the topic of the heritage trail was not to be mining itself, but modern interdisciplinary research on mining.

Namend “Silberpfad” (Silver Trail), the trail is 2.5 km long and situated right on the Kristberg, a former mining district and now a hiking and recreation area with approx. 100,000 visitors per year. It comprises twelve individual stations, all of which are outdoor and hands-on interactive. The aim of the trail is to show methods of modern mining research. Each station reflects one of the disciplines involved with the SFB HiMAT. Visitors can learn about the scientific methods currently applied in mining research. Together, all twelve stations add up to a complete view of an ancient mining district, thus emphasizing the benefits of interdisciplinary approaches. All stations are located in close vicinity of landscape characteristics corresponding to mining activities. The trail is supplemented by a “mining adventure world”, where children can make their own experience on the live and work of ancient miners. Funded via an EU-Leader+ program, works have started in Autumn 2010, and the trail was opened in September 2011.

## **Die Polymetallische Lagerstätte Pfunderer Berg bei Klausen (Südtirol)**

Matthias Krismer, Peter Tropper & Franz Vavtar  
Institut für Mineralogie und Petrographie, Universität Innsbruck,  
Innrain 52f, A-6020 Innsbruck (Österreich)  
[matthias.krismer@uibk.ac.at](mailto:matthias.krismer@uibk.ac.at)

Die Lagerstätte am Pfunderer Berg westlich von Klausen wurde bereits 1140 erwähnt und gilt somit als eine der ältesten Erzlagerstätten in Tirol. Eine vorgeschichtliche Nutzung von Cu-Erzen wurde jedoch nicht nachgewiesen. Auffallend sind jedoch zahlreiche bronzezeitliche (Laugen Kultur) Siedlungen und Schmelzplätze in der Region um Klausen vor allem aber an den Berghängen zwischen dem Ritten und Brixen bekannt. Ein Zusammenhang mit den lokalen Erzvorkommen vom Pfunderer Berg liegt sehr nahe. Chemisch-mineralogische Untersuchungen von Schlacken von Schmelzplätzen weisen auf die Verhüttung von Cu-Zn-Pb-hältigen Erzen hin und entsprechen der polymetallischen Erzmineralparagenese des Pfunderer Berges. Die Haupterzphasen sind Bleiglanz + Spahlerit + Chalkopyrit + Pyrit ± Ag-Fahlerz (Freibergit – Ag-Tetraedrit) ± Polybasit. Die Verhüttung von Cu-dominierten Erzen vom Pfunderer Berg hinterlässt eine vergleichsweise komplexe geochemische und mineralogische-mineralchemische Signatur sowohl in den anfallenden Schlacken als auch im Kupfer.

Geologisch befindet sich der Pfunderer Berg im Südalpinem Basement des Brixener Quarzphyllits. Der Quarzphyllit ist im Raum Klausen von zahlreichen kleineren, gangförmigen, dioritischen Intrusionen durchsetzt. Die magmatischen Intrusionen werden in Zusammenhang mit dem Permischen Plutonismus/Vulkanismus in den Südalpen (Brixner Granit, Bzner Quarzporphyr) gebracht. Die dioritischen Intrusionen des Pfunderer Berges scheinen kleinere Magmennachschübe zu sein, welche tektonisch kontrolliert, entlang der Villnösstalstörung eingedrungen sind. Die textur des Diorits ist massig und z.T. porphyrisch. Im Zuge der Platznahme und Kristallisation des Magmas kam es zu einer starken thermischen und metasomatischen Überprägung des Nebengesteines (sog. Feldstein) durch das heiße Magma und freiwerdende Fluide. Im Zuge von spätmagmatischen hydrothermal-metasomatischen Tätigkeiten kam es zur ersten Vererzungen in Form von disseminierten und stockwerkartigen Erzen (Chalkopyrit+Pyrit) im Diorit. In einer weiteren Vererzungsphase kam es zur Bildung von spät- bis postmagmatischen, mesothermalen, polymetallischen Erzgängen. Eine Metallzonierung, sowohl der Hauptmetalle als auch von Spurenmetallen ist vielfach beschrieben, eine genauere räumliche Verteilung ist jedoch nicht dokumentiert bzw. konnte nicht nachgewiesen werden. Die Erzgänge besitzen eine Mächtigkeit von bis zu 2 Metern, fallen mit ~60% steil ein und sind mehrfach durch Störungen versetzt. Zum größten Teil sind die Erzgänge bis annähernd auf das Niveau des Thinnetals ausgebeutet.

Die drei steil einfallenden massiven Erzgänge (Hangengang, Mittelgang und Liegendgang) waren der eigentliche Fokus des historischen Bergbaues. Im topographisch höchsten Teil der Lagerstätte (Fundgrube, ca. 1500m Seehöhe) beißen die Erzgänge an der Oberfläche aus. Es wird davon ausgegangen, dass dieser Tagbau auch Ausgangspunkt des Bergbaues am Pfunderer Berg war und somit den ältesten, historischen Bergbau dokumentiert. Unklar bleibt jedoch das Ausmaß des prähistorischen Bergbaues. Hierbei stellt sich vor allem die Frage ob bzw. im welchen Bereich der Lagerstätte möglicherweise Cu-reiche Erze vorkamen, welche sich zur Verhüttung eigneten.



## **Polymetallische Cu-Fe-Co-Ni-As-Sb-S Erze aus der Schwazer Trias in Mauken bei Brixlegg (Tirol)**

Matthias Krismer<sup>1</sup>, Philipp Schneider<sup>1</sup>, Gert Goldenberg<sup>2</sup>, & Peter Tropper<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Mineralogie und Petrographie, Universität Innsbruck,  
Innrain 52f, A-6020 Innsbruck (Österreich)

<sup>2</sup>Institut für Archäologien, Universität Innsbruck,  
Langer Weg 11, A-6020 Innsbruck (Österreich)

[matthias.krismer@uibk.ac.at](mailto:matthias.krismer@uibk.ac.at)

In den östlichen Revieren des Lagerstättenkomplexes Schwaz-Brixlegg, speziell in der Region Brixlegg-Mauken) treten die Kupfervererzungen sowohl im devonischen Schwazer Dolomit als auch in den darüberliegenden triassischen Kalken der Nördlichen Kalkalpen auf. Die geologische Situation in der Region südwestlich bis südöstlich von Brixlegg (Reviere Matzenköpfl, Geyer, Silberberg, Gratlspitz, Maukenözt etc.) ist durch das schollenförmige Auftretenden des fahlerzführenden, paläozoischen Schwazer Dolomites und der auflagernden permoskythischen Sandsteine und triassischen Kalke charakterisiert. Während der vererzte, devonische Schwazer Dolomit Teil der Grauwackenzone ist, markieren die permoskythischen Schichten die Basis der permomesozoischen Abfolgen der Nördlichen Kalkalpen.

Die Genese der primären Vererzungen im Schwazer Dolomit ist umstritten. Die Meinungen reichen von einer syngenetischen Erzanreicherung im devonischen Sedimentationsraum des Schwazer Dolomites bis hin zu epigenetischen Modellen. Die Vererzungen in den hangenden triassischen Kalken zeigen mineralogisch eine Verwandtschaft mit den devonischen Vererzungen. Nichtsdestotrotz ist die Erzparagenese der Vererzungen in der Trias deutlich komplexer, neben massivem Fe-Zn Tetraedrit-Tennantit treten vor allem Vaesit NiS<sub>2</sub> – Catterit CoS<sub>2</sub> – Pyrit FeS<sub>2</sub>, Cobaltit CoAsS – Gersdorffit NiAsS – Arsenopyrit FeAsS, Chalcopyrit und Bleiglanz auf. Eine weitere Spezialität der Vererzungen der Trias sind wismuthältige Fahlerze. Die Erze aus der devonischen Dolomitscholle im Maukengraben sind durch das Auftreten von monomineralischem Fe-Zn Tetraedrit-Tennantit (Cu<sub>10</sub>(Fe,Zn)<sub>2</sub>(As,Sb)<sub>4</sub>S<sub>13</sub>) mit submikroskopischen Zerfallstexturen hin zu Enargit-Famatinit (Cu<sub>3</sub>(As,Sb)S<sub>4</sub>) + Pyrit (FeS<sub>2</sub>) + Sphalerit (ZnS) + Chalcostibit (CuSbS<sub>2</sub>) gekennzeichnet. Diese Paragenese ist typisch für die Vererzungen des Schwazer Dolomites im gesamten Bergbauggebiet Schwaz-Brixlegg. Generell kann man jedoch in den devonischen Vererzungen des Schwazer Dolomites eine ausgeprägte, mikromaßstäbliche Variation in den Fe-Zn-Hg sowie As-Sb Verhältnissen feststellen. Eine geographische Erzzonierung ist nur sehr schwach ausgeprägt. Die mineralogisch-chemischen Unterschiede der Erze in den devonischen- und triassischen Gesteinen ist hingegen sehr ausgeprägt.

Sowohl die Vererzungen in den devonischen Dolomiten als auch in den triassischen Kalken aus der Region Mauken sind für archäometallurgische Untersuchungen von großer

Bedeutung. In der Region Mauken gibt es zahlreiche Lokalitäten mit prähistorischen, feuergesetzten Abbauen (Mauk E, Mooschrofen, Geyer/Silberberg), welche auf eine intensive Nutzung hinweisen. Es tritt in bronzezeitlichen Befunden eine Kupfersorte mit Fahlerzsignatur (vereinfacht: antimon- und arsenreich) welche durch erhöhte Kobalt- und Nickelgehalten gekennzeichnet ist. In Röstprodukten aus dem spätbronzezeitlichen Schmelzplatz treten Kobalt- und Nickelphasen sowie Chalkopyrit und Bornit auf. In der frühbronzezeitlichen Siedlung am Kiechlbreg bei Thaur/Innsbruck konnte eine Verhüttungstätigkeit festgestellt werden. Das dort produzierte Rohkupfer zeigt eine klare Fahlerzsignatur, wobei einige Gußkuchen auch beträchtliche Mengen an Bi enthalten. Roherzbruchstücke vom Kiechlbreg zeigen massive Tetraedrit-Tennantit Vererzungen mit den charakteristischen Zerfallstexturen aus dem devonischen Dolomit.

Eine Kartierung und mineralogische, chemische und geochemische Charakterisierung der Erzvorkommen in den triassischen- als auch in den devonischen Gesteinen aus der Region Mauken ist essentiell um metallurgische Produkte aus dem Unterinntal sowie Mitteleuropäische Kupfersorten, speziell Fahlerzkupfer, zu interpretieren.

## **Früher Bergbau und frühe Metallgewinnung in Tirol**

Gert Goldenberg

Universität Innsbruck, Institut für Archäologien, Langer Weg 11, A-6020 Innsbruck

[gert.goldenberg@uibk.ac.at](mailto:gert.goldenberg@uibk.ac.at)

Die Tiroler Alpen sind reich an Erzlagerstätten. Vor allem Kupfer, Silber und Blei waren hier in der Vergangenheit gesuchte und begehrte Rohstoffe. Der Vortrag zeigt am Beispiel der frühen Kupfergewinnung, mit welchem Aufwand und mit welchen Methoden der Mensch bereits in vorgeschichtlicher Zeit Kupfererze bergmännisch abgebaut und zu Rohkupfer verarbeitet hat. Insbesondere aus der Bronzezeit und Frühen Eisenzeit (ca. 2.200 – 700 v.Chr.) liegen hierzu aus Nord- und Südtirol zahlreiche archäologische Befunde vor, die uns ein Bild von der Arbeits- und Lebenswelt unserer prähistorischen Vorfahren vermitteln. Neben archäologischen und naturwissenschaftlichen Untersuchungen tragen auch ethnographische Studien sowie Experimente zum besseren Verständnis der Abläufe im vorgeschichtlichen Montanwesen bei.

Im Rahmen von montanhistorischen und montanarchäologischen Forschungsprojekten des Forschungszentrums HiMAT an der Universität Innsbruck wird seit 2007 intensiv und interdisziplinär an der Rekonstruktion der durch den Bergbau geprägten Montanlandschaft Tirols gearbeitet. Während zunächst der Nordtiroler Raum im Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses stand, haben sich die Forschungen mittlerweile auch auf das Gebiet von Südtirol ausgeweitet. Erste Forschungsprojekte haben hier bereits begonnen und weitere sind, in Zusammenarbeit mit dem Südtiroler Amt für Bodendenkmäler, dem Naturmuseum Südtirol und den Südtiroler Bergbaumuseen, beantragt oder in Planung. Die gemeinsame Erforschung der Bergbaugeschichte auf beiden Seiten des Alpenhauptkamms soll dazu beitragen, die frühe Bedeutung des Tiroler Raumes als Achse und zentrale Drehscheibe für den Austausch zwischen den Kulturräumen nördlich und südlich der Alpen aufzuzeigen.

# Exkursion

## ***Schaubergwerk Villanders***

Das Pfunderer Bergwerk bei Villanders war im Mittelalter eines der bedeutendsten Bergabbaugebiete Tirols. Nach seiner Stilllegung Anfang des 20. Jahrhunderts geriet es in Vergessenheit. Durch die Arbeit des Kultur- und Museumsvereines Villanders wurde das Bergwerk in den letzten Jahren renoviert und kann nun auch von der Öffentlichkeit besichtigt werden.

(aus: <http://www.klausen.it/de/villanders/sehenswuerdigkeiten/1005-erlebnisbergwerk-villanders.html>)

## ***Archeoparc Villanders***

Der Plunacker in Villanders wurde insbesondere Dank seiner beneidenswerten Lage sowohl in ur- und vorgeschichtlicher Zeit, als auch während der Römerzeit und dem Frühmittelalter immer wieder besiedelt. Die zufällige Entdeckung des Fundplatzes erfolgte 1976 bei Aushubarbeiten für einen Leitungsgaben. Von überregionaler Bedeutung sind insbesondere die Schicktabfolgen aus verschiedenen Phasen der Jungsteinzeit, die zu einer ausgedehnten Siedlung gehören, deren Überreste großteils noch untertägig erhalten sind. Die umfangreichen römerzeitlichen und mittelalterlichen Gebäudereste, die in den 1980er Jahren vom Denkmalamt Bozen freigelegt wurden, sind nunmehr vollständig überdacht und so vor Witterungseinflüssen geschützt. Sie bilden die Hauptattraktion des Archeoparcs Villanders.

(aus: <http://www.klausen.it/de/villanders/sehenswuerdigkeiten/1119-archeoparc-in-villanders.html>)

## ***Das Stadtmuseum Klausen & Stadtführung***

Das heutige Stadtmuseum Klausen, Nachfolger des 1914 gegründeten Heimatmuseums, wurde im Juni 1992 nach einer längeren Restaurierungsphase wieder eröffnet. Es beherbergt verschiedene Sammlungen, die in den Räumlichkeiten des ehemaligen Kapuzinerklosters untergebracht sind. Der am südlichen Stadtteil von Klausen gelegene Klosterkomplex der Kapuziner geht auf die Schenkung der spanische Königin Maria Anna (1667 – 1740) zurück und ist eng mit der Gestalt und dem Wirken des Kapuzinerpaters Gabriel Pontifeso (1653 – 1706) verbunden. Pater Gabriel Pontifeso trat nach dem Studium der Philosophie und dem Erwerb des Doktorgrades dem Kapuzinerorden bei. Er war der persönliche Beichtvater der spanischen Königin Maria Anna. Im Jahre 1699 erwarb die Königin auch das Zoppoltsche Haus, das ehemalige Geburtshaus Pater Gabriels und 1702/03 wurde an dessen Stelle die Loretokappelle errichtet.

Im ersten Saal des Museums wird eine kunsthistorische Entwicklung vom 15. bis zum 19. Jahrhundert nachvollzogen. Der größte Teil der Ausstellung stammt aus dem Raum Klausen, ein weiterer Teil stammt aus den Beständen des ehemaligen Kapuzinerklosters.

Der zweite Saal, die ehemalige Sakristei, ist einem der wichtigsten Abschnitte in der Geschichte der Stadt, dem Themenbereich "Kunst und Künstler in und um Klausen" gewidmet. Ende des 19.

Jahrhunderts wurde Klausen zum beliebten Treffpunkt von Künstlern und Gelehrten und wurde als "Künstlerstädtchen" im In- und Ausland gefeiert. In dieser Zeit hielten sich in Klausen mehr als 250 namhafte Maler und Bildhauer auf, darunter zahlreiche international bekannte Persönlichkeiten, wie Braith, Compton, Defregger, Egger-Lienz, Erbslöh, Gabl, Höger, Kanoldt, Koester, Loesch, Mali, Müller-Coburg, Ruß, Seitz, Spitzweg usw. Hinzu kommen auch bedeutende einheimische Künstler: Gallmetzer, Kargruber, Piffrader, Rabensteiner, Schieder und Telfner.

Den bedeutensten Teil des Museums bildet zweifellos der berühmte Loretoschatz, dem der gesamte zweite Stock des Museums gewidmet ist. Dabei wurde die Struktur der kleinen Räumlichkeiten bestehen gelassen, um die Charakteristik des Klosterbaus beizubehalten.

(aus: <http://www.klausen.it/de/klausen/sehenswuerdigkeiten/1001-stadtmuseum-klausen.html>)

# Teilnehmerliste

<b>Name</b>	<b>Vorname</b>	<b>Institution 1</b>	<b>Institution 2</b>	<b>Email</b>
Anreiter	Peter	Universität Innsbruck	Institut für Sprachen und Literaturen	<a href="mailto:peter.anreiter@uibk.ac.at">peter.anreiter@uibk.ac.at</a>
Bachmetzer	Thomas	Universität Innsbruck	Institut für Archäologien	<a href="mailto:thomas.bachmetzer@uibk.ac.at">thomas.bachmetzer@uibk.ac.at</a>
Bartels	Christoph	Deutsches Bergbau-Museum	Bochum	<a href="mailto:christoph.bartels@bergbaumuseum.de">christoph.bartels@bergbaumuseum.de</a>
Behre	Karl-Ernst	NIHK		<a href="mailto:behre@nihk.de">behre@nihk.de</a>
Bolten	Ralf			
Brandstätter	Klaus	Universität Innsbruck	Institut für Europäische Ethnologie und Geschichtswissenschaften	<a href="mailto:klaus.brandstaetter@uibk.ac.at">klaus.brandstaetter@uibk.ac.at</a>
Feichter-Haid	Anita	Universität Innsbruck	Institut für Europäische Ethnologie und Geschichtswissenschaften	<a href="mailto:Anita.B.Haid@uibk.ac.at">Anita.B.Haid@uibk.ac.at</a>
Goldenberg	Gert	Universität Innsbruck	Institut für Archäologien	<a href="mailto:gert.goldenberg@uibk.ac.at">gert.goldenberg@uibk.ac.at</a>
Gruber	Elisabeth	Universität Innsbruck	Institut für Sprachen und Literaturen	<a href="mailto:csag9016@student.uibk.ac.at">csag9016@student.uibk.ac.at</a>
Grutsch	Caroline	Universität Innsbruck	Institut für Archäologien	<a href="mailto:caroline.grutsch@uibk.ac.at">caroline.grutsch@uibk.ac.at</a>
Hanke	Klaus	Universität Innsbruck	AB Vermessung & Geoinformation	<a href="mailto:klaus.hanke@uibk.ac.at">klaus.hanke@uibk.ac.at</a>
Hanning	Erica	Deutsches Bergbau-Museum	Bochum	<a href="mailto:ericahanning@hotmail.com">ericahanning@hotmail.com</a>
Haslinger	Marialuise	Universität Innsbruck	Studienabteilung	<a href="mailto:Marialuise.Haslinger@uibk.ac.at">Marialuise.Haslinger@uibk.ac.at</a>
Hiebel	Gerald	Universität Innsbruck	AB Vermessung & Geoinformation	<a href="mailto:gerald.hiebel@uibk.ac.at">gerald.hiebel@uibk.ac.at</a>
Holdermann	Klaus-Stephan	Context OG	Archäologie-Bauforschung-Kulturraumanalysen	<a href="mailto:klaus-stephan.holdermann@context-archaeology.info">klaus-stephan.holdermann@context-archaeology.info</a>
Hüster-Plogmann	Heide	Universität Basel	IPNA	<a href="mailto:heide.huester-plogmann@unibas.ch">heide.huester-plogmann@unibas.ch</a>
Koch-Waldner	Thomas	Universität Innsbruck	Institut für Archäologien	<a href="mailto:thomas.koch-waldner@student.uibk.ac.at">thomas.koch-waldner@student.uibk.ac.at</a>
Kovacs	Kristof	Universität Innsbruck	AB Vermessung & Geoinformation	<a href="mailto:kristof.kovacs@uibk.ac.at">kristof.kovacs@uibk.ac.at</a>
Krismer	Matthias	Universität Innsbruck	Institut für Mineralogie & Petrographie	<a href="mailto:matthias.krismer@uibk.ac.at">matthias.krismer@uibk.ac.at</a>
Leitner	Walter	Universität Innsbruck	Institut für Archäologien	<a href="mailto:walter.leitner@uibk.ac.at">walter.leitner@uibk.ac.at</a>
Lenzi	Katia	University of Trento	Doctoral School of Humanities, Philosophy, History and Cultural Heritage	<a href="mailto:katia.lenzi@lett.unitn.it">katia.lenzi@lett.unitn.it</a>
Lutz	Joachim	Curt-Engelhorn-Zentrum	Archäometrie gGmbH Mannheim	<a href="mailto:joachim.lutz@cez-archaeometrie.de">joachim.lutz@cez-archaeometrie.de</a>
Martinek	Klaus-Peter			<a href="mailto:kpmartinek@t-online.de">kpmartinek@t-online.de</a>
Masur	Anja	Universität Innsbruck	AB Vermessung & Geoinformation	<a href="mailto:anja.masur@oeaw.ac.at">anja.masur@oeaw.ac.at</a>
Neuhauser	Georg	Universität Innsbruck	Institut für Europäische Ethnologie und Geschichtswissenschaften	<a href="mailto:georg.neuhauser@uibk.ac.at">georg.neuhauser@uibk.ac.at</a>
Nicolussi	Kurt	Universität Innsbruck	Institut für Geographie	<a href="mailto:kurt.nicolussi@uibk.ac.at">kurt.nicolussi@uibk.ac.at</a>
Oeggel	Klaus	Universität Innsbruck	Institut für Botanik	<a href="mailto:klaus.oeggel@uibk.ac.at">klaus.oeggel@uibk.ac.at</a>
Ottaway	Barbara	University of Exeter		<a href="mailto:bottaway@exeter.ac.uk">bottaway@exeter.ac.uk</a>
Pichler	Thomas	Universität Innsbruck	Institut für Geographie	<a href="mailto:t.pichler@uibk.ac.at">t.pichler@uibk.ac.at</a>
Pils	Robert	Deutsches Bergbau-Museum	Bochum	<a href="mailto:aon.91242292@aon.at">aon.91242292@aon.at</a>
Prast	Mario	Universität Innsbruck	Institut für Botanik	<a href="mailto:info.himat@uibk.ac.at">info.himat@uibk.ac.at</a>
Schneider	Ingo	Universität Innsbruck	Institut für Europäische Ethnologie und Geschichtswissenschaften	<a href="mailto:ingo.schneider@uibk.ac.at">ingo.schneider@uibk.ac.at</a>
Schwarz	Stefan	Universität Innsbruck	Institut für Botanik	<a href="mailto:stefan.schwarz@uibk.ac.at">stefan.schwarz@uibk.ac.at</a>
Stöllner	Thomas	Deutsches Bergbau-Museum	Bochum	<a href="mailto:thomas.stoellner@bergbaumuseum.de">thomas.stoellner@bergbaumuseum.de</a>
Thomas	Peter	Deutsches Bergbau-Museum	Bochum	<a href="mailto:tompitt@gmx.de">tompitt@gmx.de</a>
Thurner	Andrea	Universität Innsbruck	Institut für Geographie	<a href="mailto:andrea.thurner@uibk.ac.at">andrea.thurner@uibk.ac.at</a>
Töchterle	Ulrike	Universität Innsbruck	Institut für Archäologien	<a href="mailto:ulrike.toechterle@uibk.ac.at">ulrike.toechterle@uibk.ac.at</a>
Tropper	Peter	Universität Innsbruck	Institut für Mineralogie & Petrographie	<a href="mailto:peter.tropper@uibk.ac.at">peter.tropper@uibk.ac.at</a>
Viehweider	Barbara	Universität Innsbruck	Institut für Botanik	<a href="mailto:barbara.viehweider@uibk.ac.at">barbara.viehweider@uibk.ac.at</a>
Windhaber	Irina	Universität Innsbruck	Institut für Sprachen und Literaturen	<a href="mailto:irina.windhaber@student.uibk.ac.at">irina.windhaber@student.uibk.ac.at</a>