

**Zeitschrift:** Minaria Helvetica : Zeitschrift der Schweizerischen Gesellschaft für historische Bergbauforschung = bulletin de la Société suisse des mines = bollettino della Società svizzera di storia delle miniere

**Herausgeber:** Schweizerische Gesellschaft für Historische Bergbauforschung

**Band:** - (2020)

**Heft:** 41: Der kostbare Edelstein Salz

**Artikel:** Indirekter Nachweis von Bergbau und Verhüttungsaktivitäten im Oberhalbstein

**Autor:** Wingenfelder, Ulla

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1089876>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.05.2026

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



## *Indirekter Nachweis von Bergbau und Verhüttungsaktivitäten im Oberhalbstein*

---

*Ulla Wingenfelder*

### **Kurzfassung**

Seit 2013 erforscht der Fachbereich Prähistorische Archäologie des Instituts für Archäologie der Universität Zürich das (prä)historische Bergbaurevier des Oberhalbsteins. Die bisher ausgeführten Untersuchungen fokussierten sich auf einen direkten Nachweis der Bergbau-

aktivitäten im Oberhalbstein über Funde und Befunde (Gruben bzw. Stollen, Schlackenhalde, Schmelzplätze) und deren absolute Datierung (Dendrochronologie und Radiokarbondatierung). Im Zuge einer im Jahr 2019 durch die Verfasserin durchgeführten Bachelor-

Arbeit sollte versucht werden, mittels Analyse von Schwermetallgehalten in Sedimenten einen indirekten Nachweis für bergbauliche Aktivitäten im Umfeld von bereits entdeckten (prä)historisch genutzten Lokalitäten zu erbringen.

## Einleitung

Seit 2013 betreibt die Universität Zürich, Abteilung Prähistorische Archäologie unter der Leitung von Philippe Della Casa und Rouven Turck Forschungen zum prähistorischen Kupferbergbau im Oberhalbstein. In zahlreichen Feldkampagnen mit Prospektionen und Ausgrabungen konnten einerseits die bereits aus Forschungsaktivitäten seit den 1940er Jahren bekannten Fundstellen verifiziert und weiter dokumentiert werden, andererseits wurden auch neue Hinweise auf (prä)historische Bergbauaktivitäten entdeckt. Im Rahmen des Projekts entstanden mehrere Bachelor- und Masterarbeiten sowie eine Dissertation (siehe Blog «Bündner Kupfer - Ein Projekt zur prähistorischen Kupfergewinnung»). Wichtige Ziele der Forschungsaktivitäten waren einerseits die Rekonstruktion einer «Chaîne opératoire», also der Herstellungskette vom Erz über verschiedene Aufbereitungs- und Verhüttungsschritte zum Metall und andererseits die Datierung der Fundstellen (OBERHÄNSLI U. A. 2019; REITMAIER-NAEF 2019; TURCK 2019).

## Was Sedimentkerne über Bergbau erzählen können

Prähistorischer Bergbau hinterlässt aber nicht nur archäologisch fassbare Spuren wie feuergesetzte Stollen, Röstbetten oder Reste von Verhüttungsöfen, sondern ist auch indirekt anhand von Veränderungen in der Umwelt, wie etwa Schwermetallablagerungen in Mooren, fassbar.

Beim Abbau, der Aufbereitung und der Verhüttung von Erzen entstehen metallhaltige Stäube, die durch Wasser ausgeschwemmt oder durch Winde

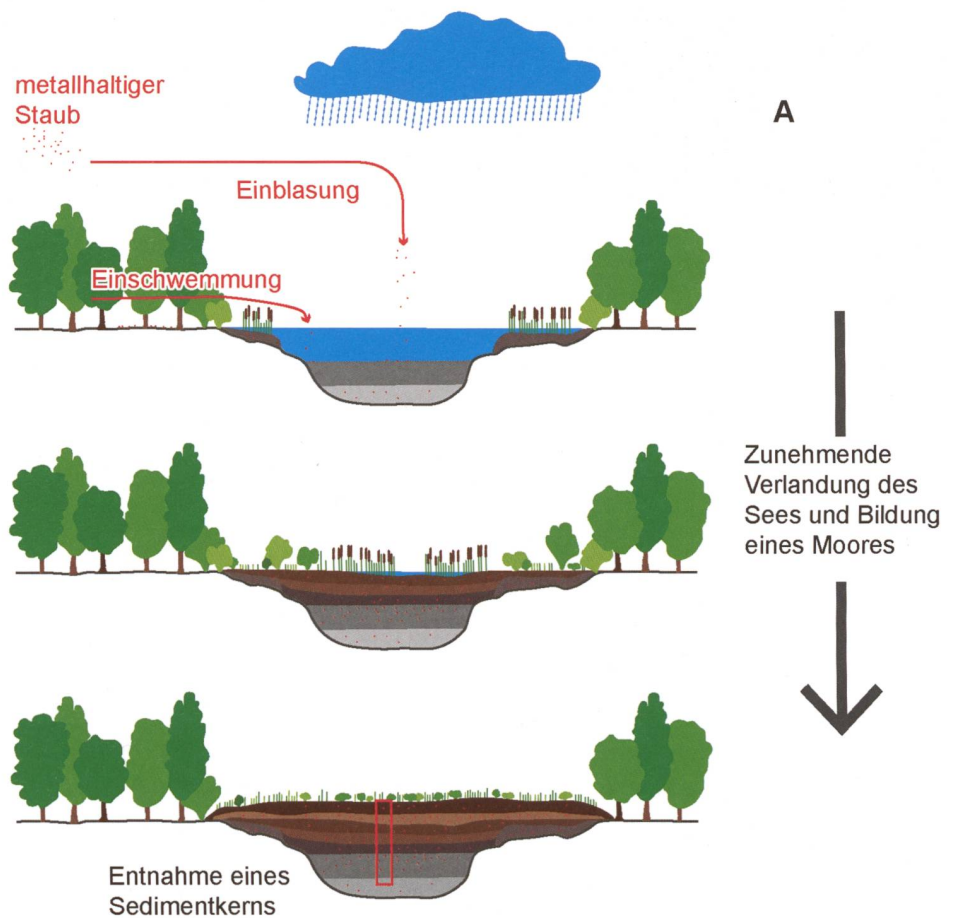


Fig. 1

Schematische Darstellung der Ablagerung von metallhaltigen Stäuben in einem Moor.

ausgeblasen und verfrachtet werden. Diese Stäube verbreiten sich in der unmittelbaren Umgebung des Abbauortes, gelangen aber auch bis in die Stratosphäre und können über weite Distanzen verfrachtet werden. So konnte in Eisbohrkernen aus Grönland anhand von Blei- und Kupfer-Anreicherungen nachgewiesen werden, dass bereits vor dem Industriezeitalter metallhaltige Stäube aus metallurgischen Prozesse in relevantem Mass freigesetzt wurden (HONG U. A. 1994; HONG U. A. 1996).

Während die Untersuchung der Eisbohrkerne den globalen Effekt metallurgischer Tätigkeiten nachweist, zeigen Sedimentablagerungen in Seen oder Mooren eher lokale bis regionale

Einflüsse bergbaulicher Aktivitäten. Insbesondere Moorsedimente sind für die Untersuchung von Metalleinträgen gut geeignet, denn sie entstehen bei der allmählichen Verlandung kleiner Wasserflächen. Zusammen mit dem sich schichtweise akkumulierenden Torf

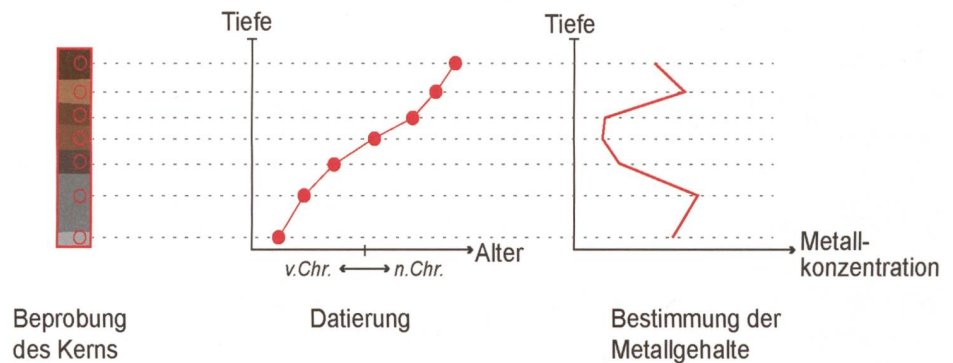
werden auch die mit Wind oder Wasser transportierte metallhaltige Staubpartikel schichtweise abgelagert (Fig. 1). Dabei kann angenommen werden, dass der Eintrag von metallhaltigen Stäuben in Zeiten intensiver bergbaulicher Aktivität höher ist als in Zeiten, in denen keine Abbauaktivitäten stattfinden.

Entnimmt man aus einem Moor einen Sedimentbohrkern, so erhält man einen Querschnitt durch die Altersschichtung des Moors, wobei die ältesten Schichten unten und jüngere Schichten weiter oben liegen. Durch die Analyse der Metallgehalte in Proben aus verschiedenen Tiefen eines Moorsedimentkerns und durch die absolute Datierung dieser Proben mithilfe der Radiokarbonmethode kann ein datiertes Metallkonzentrations-Tiefenprofil konstruiert werden (Fig. 2). Aus den Veränderungen der Metallgehalte im Tiefenprofil kann im Idealfall auf verschiedene Phasen von (prä)historischer Bergbauaktivität geschlossen werden. Mit dieser Methode konnten z.B. in Österreich und Spanien aus Moorbohrkernen prähistorische Bergbauphasen rekonstruiert werden (BREITENLECHNER U. A. 2014; MARTÍNEZ CORTIZAS U. A. 2016).

Genau dies sollte im Rahmen der Bachelor-Arbeit auch für das Montanrevier des Oberhalbstein mittels Analyse von Metallgehalten in drei Moorbohrkernen aus einer Moorfläche in unmittelbarer Nähe zu archäologisch nachgewiesenen Abbau- und Verhüttungsaktivitäten versucht werden (WINGENFELDER 2019).

### Die wichtigsten Fragestellungen

- Lassen sich in den Sedimentprofilen aus der Moorfläche erhöhte Metallkonzentrationen nachweisen und ist das oben beschriebene Verfahren prinzipiell auch im Oberhalbstein anwendbar?



- Können diese Phasen anhand der Radiokarbondatierungen mit den archäologischen Befunden zu Abbau- und Verhüttungsaktivitäten im Umfeld in Verbindung gebracht werden?
- Zeigen sich womöglich in den Sedimentprofilen weitere, archäologisch (noch) nicht fassbare (prä)historische Bergbauzyklen?

### Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet ist die Moorfläche zwischen dem prähistorischen Verhüttungsplatz «Gruba I» und dem Pingenzug «Gruba II», östlich oberhalb des Marmorera-Sees. Die Moorfläche besteht aus zwei Becken, die durch einen Moränenhügel getrennt sind und von einem Bach durchquert werden (Fig. 3). Östlich des nördlichen Beckens wurden im Laufe der Feldkampagnen von 2014 bis 2018 Rest von zwei Verhüttungsöfen, ein potentiell Röstbett und auf der gegenüberliegenden Talseite Pingens freigelegt (REITMAIER-NAEF U. A. 2015, 44–45; TURCK 2019). Der Schmelzplatz Gruba I konnte mittels Dendrochronologie ins 7. Jh. v. Chr. (frühe Eisenzeit) datiert werden (OBERHÄNSLI U. A. 2019), wohingegen

für die Pingens (Gruba II) grösstenteils spätmittelalterlich-frühneuzeitliche <sup>14</sup>C-Daten ermittelt wurden (TURCK U. A. 2018, 268). Lediglich ein Radiokarbondatum wies in die frühe Eisenzeit (REITMAIER-NAEF 2018A, 57). Aus dem Randbereich des südlichen Moorbeckens konnte eine weitere Probe aus einer Holzkohleschicht (Gruba III) ebenfalls eisenzeitlich (7. Jh. v. Chr.) datiert werden (REITMAIER-NAEF 2018B, 66) und aus dem Bereich «Gruba IV» sind Abraumhalden sowie Stollen, Mundlöcher und Schürfstellen vorhanden, die auf Abbauaktivitäten im frühen 19. Jh. n. Chr. zurückgehen (BRUN 1987).

Fig. 2

Schematische Darstellung der Interpretation des Alters-Konzentrations-Tiefenprofils.

Als Quellen für den Eintrag von Metallstäuben kommen im Umfeld der Moorfläche somit einerseits der östlich gelegene Verhüttungsplatz, andererseits aber auch die westlich gelegenen Pingen und die nördlich gelegenen Stollen mit ihren vorgelagerten Abraumhalden in Frage. Als Transportmedien sind Wasser (Abschwemmung von den Flanken durch Niederschläge oder durch den Bach) und die der Wind durch Ausblasung aus den Flächen - insbesondere vom Verhüttungsplatz - relevant.

### Probenahme

Bereits während den Ausgrabungen 2016 wurden zwei Moorkerne entnommen («Veilchen», «Trollblume»). Ein weiterer Kern wurde 2018 gewonnen («Gruba Nord»). Die Kerne wurden lithologisch beschrieben und einzelne Abschnitte wurden mit der Radiokarbonmethode datiert (Fig. 4). Es wurden abschnittsweise die Gehalte an Kupfer und weiterer relevanter Metalle in den Sedimentproben bestimmt und an-

schliessend wie in Fig. 2 schematisch dargestellt ein Alters-Konzentrations-Tiefenprofil konstruiert.

**Fig. 3**

Blick auf den nördlichen Teil der Moorfläche bei Gruba (Proben «Veilchen» und «Gruba Nord») während der Probenahme der Moorböhrkerne im September 2018.



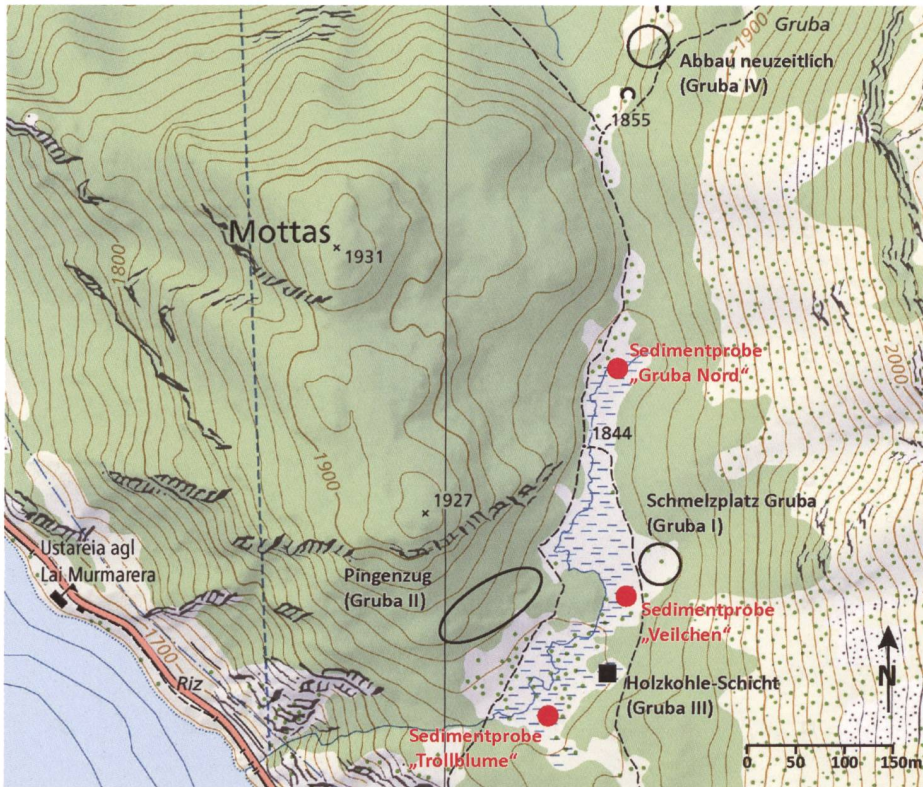


Fig. 4

Untersuchungsgebiet mit Lage der archäologischen Fundstellen (schwarz) und der Probenahmepunkte für die Sedimentkerne (rot).

In allen Kernen konnte beobachtet werden, dass in bestimmten Tiefen erhöhte Kupferkonzentrationen vorliegen (Fig. 6). Aufschlussreich war vor allem die Tatsache, dass die Sedimentkerne, welche am nächsten zum nachgewiesenen Verhüttungsplatz Gruba I («Veilchen») bzw. im «Abflussbereich» der Stollen und Halden von Gruba IV liegen («Gruba Nord») liegen, auch höhere Kupferkonzentrationen im Profil aufweisen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die erhöhten Metallkonzentrationen in den Profilen in Zusammenhang mit den Bergbauaktivitäten stehen können.

## Ergebnisse

Beim Blick auf die Bohrkern aus dem Moor zeigt sich, dass jede Bohrung insbesondere in den unteren Bereichen vorwiegend mineralische Sedimente aufweist - entweder in Form von Torfschichten mit hohem mineralischem

Anteil oder als vollständig aus mineralischem Material bestehenden Schichten (Fig. 5). Die oberen Bereiche der Profile sind fast vollständig aus organischen Sedimenten (Torf) aufgebaut. Diese Abfolge ist typisch für eine im Laufe der Zeit immer mehr verlandete Wasserfläche, die schliesslich zum Moor wird (Fig. 1).

Fig. 5

Detailaufnahme des Sedimentkerns «Veilchen» aus dem unteren Bereich des Profils mit erkennbarer Schichtung aus vorwiegend mineralischen geprägten Sedimentschichten.



Als problematisch erwiesen sich die Radiokarbondatierungen der Kerne. Die Datierungen ergaben kein linear verlaufendes Alters-Tiefenprofil, bei dem eine jüngere Schicht über einer älteren liegt (vgl. Fig. 7), sondern zeigten eine Altersumkehr (Inversion), d.h. eine jünger datierte Schicht liegt unterhalb einer älter datierten Schicht. Gründe für diese Profilverkehr können natürliche Prozesse wie der Niedergang von Lawinen, Murgänge oder auch starke Wasserzuflüsse, die ein Aufreissen und die Umwälzung der oberen Schichten bewirken können, sein. Weitere Gründe für eine Inversion der Datierungen in Moorprofilen können auch das Einwachsen von jüngeren Pflanzenwurzeln in ältere Torfschichten oder das Umkippen eines Baumes, der mit den Wurzeln älteres Material nach oben transportiert, sein (WEISS u. A. 2002, 2310f.).

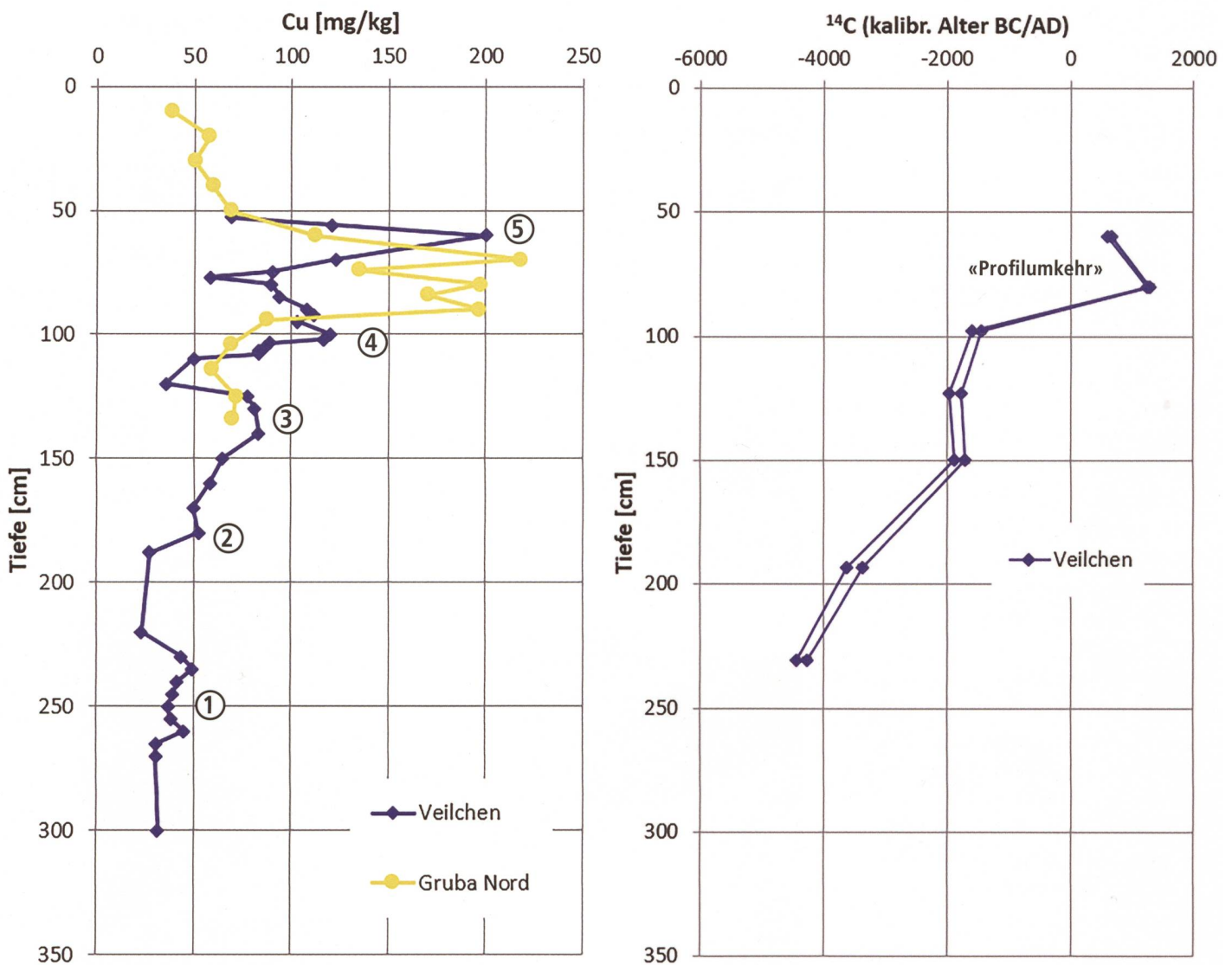
Derartige Versätze in den Alters-Tiefenprofilen aus Moorprofilen im Oberhalbstein sind nicht neu. Bereits in den Profilen für die Pollenuntersuchungen von C. Heitz und auch in der z.Z. laufenden Arbeit von Mario Stockmaier (NÜSSL/STOCKMAIER 2019) zeigen sich ein ähnliche Effekte. C. Heitz vermutete, dass der mineralische Anteil der Proben, welche sich vorwiegend aus den lokal anstehenden Serpentinogesteinen zusammensetzten, die Radiokarbonmessungen beeinträchtigten (HEITZ 1975, 12f.). Die Ermittlung der Gründe für die beobachteten Effekte ist eine der wichtigsten Aufgaben für die weiteren Forschungsaktivitäten in diesem Zusammenhang.

Trotz der Inversionen der Datierungen in den Alters-Tiefenprofilen lässt sich anhand der erhöhten Metallkonzentrationen in einzelnen Profilmereichen des Sedimentskerns «Veilchen» vermutlich eine früh-mittelbronzezeitliche (Nr. 3 und 4) sowie eine mittelalterliche Abbauphase (Nr. 5) ausmachen. Für die ersten beiden leichten Anstiege der Kupferkonzentrationen (Nr. 1 und 2) kann aufgrund der



**Fig. 6**

Entnahme einer Probe für die Metallanalyse aus dem Sedimentkern.



Datierung (neolithisch) eine anthropogene Ursache (z.B. Bergbauaktivitäten) ausgeschlossen werden. Von Bedeutung ist, dass die archäologisch in unmittelbarer Nähe am Schmelzplatz Gruba I nachgewiesene Bergbauphase früheisenzeitlich datiert und somit nicht im untersuchten Sedimentprofil sichtbar ist. Aufgrund der oben erläuterten Probleme mit der Profilumkehr kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass die eisenzeitliche Verhüttungsphase sich doch im Profil enthalten ist. Da im Rahmen der Bachelor-Arbeit die Sedimentprofile

nicht sehr engmaschig beprobt werden konnten (Probenabstand war 5 cm), wie dies in grösseren Studien normalerweise der Fall ist (Probenabstände 1 – 2 cm), ist es durchaus möglich, dass die eisenzeitliche Verhüttungsphase genau in einem nicht beprobten Abschnitt des Kerns steckt. Um genauere Aussagen treffen zu können, wären daher engmaschiger datierte und beprobte Sedimentkerne notwendig. Der Sedimentkern von «Gruba Nord» wurde nicht datiert – es zeigt sich aber auch hier, dass im Profil deutliche Unterschiede in den Kupfer-

**Fig. 7**

Rechts: Konzentrations-Tiefenprofil für Kupfer für die Sedimentkerne «Veilchen» und «Gruba Nord». Die Nummern verweisen auf Erklärungen im Text. Links: Alters-Tiefenprofil des Sedimentkerns «Veilchen». Der Sedimentkern «Gruba Nord» wurde nicht datiert.

konzentrationen vorhanden sind, die auf eine Beeinflussung durch bergbauliche Aktivitäten hindeuten.

## Ausblick

Die Ergebnisse der Untersuchungen an der Moorkernen sind durchaus ermutigend. Auch wenn die Datierung der Kerne einige Probleme bereitete, so sind in den Profilen deutliche Variationen der Kupfergehalte zu erkennen, die als Hinweis auf einen menschlichen Einfluss durch Bergbau und Verhüttungsaktivitäten gewertet werden dürfen. Mithilfe einer engermaschigeren Datierung und chemische Untersuchung der Sedimentkerne dürfte es somit möglich sein, detailliertere Informationen zu erhalten.

## Danksagung

Die Autorin möchte an dieser Stelle der Schweizerischen Gesellschaft für Historische Bergbauforschung herzlich für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des Fonds für wissenschaftliche Arbeiten danken, ohne die die notwendigen Analysen der Moorsedimente nicht hätten durchgeführt werden können.

## Autorin

*Ulla Wingenfelder schloss im Jahr 2000 ihr Geologiestudium an der Universität Clausthal-Zellerfeld (Deutschland) ab. Nachdem sie lange als Altlasten- und Gebäudeschadstoffspezialistin in einem grossen Ingenieurbüro in der Schweiz gearbeitet hatte, entschloss sie sich, ihren ersten Berufswunsch – Archäologin – doch noch zu erfüllen. Seit 2016 studiert sie Archäologie und Geographische Informationswissenschaften an der Universität Zürich. Zum Oberhalbsteinprojekt kam sie 2016, wo sie sich aufgrund der «beruflichen Vorbelastung» sofort für das Schicksal der durch den Bergbau freigesetzten Metallstäube interessierte. Im Jahr 2019 bot sich endlich die Gelegenheit, dieser Sache im Rahmen ihrer Bachelorarbeit auf den Grund zu gehen.*

## Literaturverzeichnis

- «Bündner Kupfer - Ein Projekt zur prähistorischen Kupfergewinnung»: <http://bergbauprojekt.blogspot.com/p/publikationen-berichte.html>
- Breitenlechner u. a. 2014  
E. Breitenlechner/T. Stöllner/P. Thomas/J. Lutz/K. Oegg, An Interdisciplinary Study on the Environmental Reflection of Prehistoric Mining Activities at the Mitterberg Main Lode (Salzburg, Austria). *Archaeometry* 56, 1, 2014, 102–128.
- Brun 1987  
E. Brun, Geschichte des Bergbaus im Oberhalbstein (Davos-Platz 1987).
- Heitz 1975  
C. Heitz, Vegetationsentwicklung und Waldgrenzschwankungen des Spät- und Postglazials im Oberhalbstein (Graubünden/Schweiz) mit besonderer Berücksichtigung der Fichteneinwanderung. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 55 (Bern 1975).
- Hong u. a. 1994  
S. Hong/J. P. Candelone/C. C. Patterson/C.F. Boutron, Greenland ice evidence of hemispheric lead pollution two millennia ago by greek and roman civilizations. *Science* (New York, N.Y.) 265, 5180, 1994, 1841–1843.
- Hong u. a. 1996  
S. Hong/J.-P. Candelone/C. C. Patterson/C.F. Boutron, History of Ancient Copper Smelting Pollution During Roman and Medieval Times Recorded in Greenland Ice. *Science* 272, 5259, 1996, 246–249.
- Martínez Cortizas u. a. 2016  
A. Martínez Cortizas/L. López-Merino/R. Bindler/T. Mighall/M.E. Kylander, Early atmospheric metal pollution provides evidence for Chalcolithic/Bronze Age mining and metallurgy in Southwestern Europe. *The Science of the total environment* 545-546, 2016, 398–406.
- Nüssli/Stockmaier 2019  
C. Nüssli/M. Stockmaier, Prähistorischer Bergbau im Oberhalbstein - von Ton bis Torf. *Minaria Helvetica* 40, 2019, 68–74.
- Oberhänsli u. a. 2019  
M. Oberhänsli/M. Seifert/N. Bleicher/W.H. Schoch/L. Reitmaier-Naef/T. Turck/Th. Reitmaier/Ph. Della Casa, Dendrochronological dating of charcoal from high-altitude prehistoric copper mining and smelting sites in the Oberhalbstein Valley (Grisons, Switzerland). In: R. Turck/T. Stöllner/G. Goldenberg (Hrsg.), *Alpine copper II. New results and perspectives on prehistoric copper production*. *Der Anschnitt Beiheft 42* (Bochum 2019) 245–260.

Reitmaier-Naef u. a. 2015

- L. Reitmaier-Naef/R. Turck/P. Della Casa, Prähistorische Kupfergewinnung im Oberhalbstein. *Minaria Helvetica* 36, 2015, 35–54.
- Reitmaier-Naef 2018a  
L. Reitmaier-Naef, Teil 1 - Vom Erz zum Metall: Die Chaîne opératoire der prähistorischen Kupfergewinnung im Oberhalbstein GR. Teil 1: Textband. Dissertation Universität Zürich (2018).
- Reitmaier-Naef 2018b  
L. Reitmaier-Naef, Teil 2 - Vom Erz zum Metall: Die Chaîne opératoire der prähistorischen Kupfergewinnung im Oberhalbstein GR. Teil 2: Anhang. Dissertation (2018).
- Reitmaier-Naef 2019  
L. Reitmaier-Naef, Copper smelting slag from the Oberhalbstein (Canton of Grisons, Switzerland). Methodological considerations on typology and morphology. In: R. Turck/T. Stöllner/G. Goldenberg (Hrsg.), *Alpine copper II. New results and perspectives on prehistoric copper production*. *Der Anschnitt Beiheft 42* (Bochum 2019).
- Turck u. a. 2018  
R. Turck/C. Nüssli/Ph. Della Casa/Th. Reitmaier, Marmorera GR; Ried südlich Gruba I. [Fundbericht]. *Jahrbuch Archäologie Schweiz* 101, 2018, 195.
- Turck 2019  
R. Turck, Organising smelting places. A keynote on Iron Age copper smelting in the Oberhalbstein (Canton of Grisons, Switzerland). In: R. Turck/T. Stöllner/G. Goldenberg (Hrsg.), *Alpine copper II. New results and perspectives on prehistoric copper production*. *Der Anschnitt Beiheft 42* (Bochum 2019) 209–228.
- Weiss u. a. 2002  
D. Weiss/W. ShotykJ. Rieley/S. Page/M. Gloor/S. Reese/A. Martínez-Cortizas, The geochemistry of major and selected trace elements in a forested peat bog, Kalimantan, SE Asia, and its implications for past atmospheric dust deposition. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 66, 13, 2002, 2307–2323.
- Wingenfelder 2019  
U. Wingenfelder, Nachweis prähistorischer Bergbauaktivitäten durch Metallanreicherungen in Sedimentbohrkernen aus dem Moor beim Gruba, Oberhalbstein GR. Bachelorarbeit (Zürich: Bachelorarbeit. 2019).