

RÖMISCHES ÖSTERREICH

JAHRESSCHRIFT DER
ÖSTERREICHISCHEN GESELLSCHAFT
FÜR ARCHÄOLOGIE

JAHRGANG 45
2022



GRAZ 2023

up Unipress
Verlag

RÖMISCHES ÖSTERREICH

JAHRESSCHRIFT DER
ÖSTERREICHISCHEN GESELLSCHAFT
FÜR ARCHÄOLOGIE

JAHRGANG 45
2022

ÖGA

ÖSTERREICHISCHE
GESELLSCHAFT
FÜR ARCHÄOLOGIE


GRAZ 2023

up Unipress
Verlag

**Beiträge werden erbeten an den Herausgeber, Univ.-Prof. Dr. Peter Scherrer,
unter der Adresse: Institut für Antike, Universität Graz,
Universitätsplatz 3/II, 8010 Graz
oder
per E-Mail: peter.scherrer@uni-graz.at.**

Sigle: RÖ 45, 2022

Römisches Österreich online: <https://unipub.uni-graz.at/roemoe>

 Das Römische Österreich erscheint unter der Creative Commons Lizenz 4.0 Attribution.

Die Sigelliste für Zeitschriften und Reihen österreichischen Erscheinungsortes sowie
empfohlene Abkürzungen für Österreichische Archäologische Institutionen
finden Sie auf der Homepage: www.oega.jimdo.com.



Publiziert mit Unterstützung der Universität Graz

Offenlegung gemäß Mediengesetz:
Eigentümer und Herausgeber: Österreichische Gesellschaft für Archäologie
Universitätsbibliothek Graz, Universitätsplatz 3a, 8010 Graz
Herausgegeben und redigiert von Peter Scherrer

ISBN: 978-3-902666-97-0
ISSN-print: 1012-5833; ISSN-online: 2709-5460

Zu beziehen bei:
Uni-Press Graz Verlag GmbH, Schubertstraße 6, A-8010 Graz
per Tel: +43 316 38 46 70-12 | Fax: +43 316 38 46 70-4
E-Mail: verkauf@unipress-graz.com

Satz und Layout: Patrick Marko
Lektorat: Peter Scherrer
Druckherstellung: Uni-Press Graz Verlag GmbH
Titelbild: Beitrag Stökl, Abb. 2
Rückseitenbilder: Beitrag Cech, Abb. 19 und Pomberger, Abb. 1

Grundlegende Richtung:
Römisches Österreich ist eine parteiunabhängige wissenschaftliche Fachzeitschrift, sie bringt Publi-
kationen zur römerzeitlichen Geschichte und Archäologie des österreichischen Raumes und seiner
Nachbargebiete.

INHALT

PERSONALIA

GÜNTHER E. THÜRY

Im Gedenken an Univ.-Prof. Dr. Hannsjörg Ubl..... 5

BEITRÄGE

BRIGITTE CECH, SIMONE ELMER, MARTIN FUCHS, FRANK MELCHER, ROBERT SCHOLGER, FRANK STREMKE, HEIMO URBAN, GÜNTHER WEIXELBERGER

Neues vom römischen Goldbergbau im Karth –

Gold waschen nach Plinius dem Älteren 13

RAIMUND KASTLER – NORBERT HEGER – RAINER BRAUNSTINGL

Neufunde römischer Meilensteine aus Unterbach-Thurn bei Salzburg 29

CHRISTOPH KLEISER

Zwei „Delphin“-Bügel aus Carnuntum 39

PÉTER KOVÁCS

Hercules Sallensis – Some Notes on Two Roman Altars

Dedicated to Hercules from Salla 55

PÉTER KOVÁCS – PÉTER PROHÁSZKA

Römische Inschriften aus Neckenmarkt (Sopronnyék)

im Spiegel eines Briefes von Iván Paúr 69

HARALD LEHENBAUER

Neu entdeckte römische Wachtürme an der norischen Donau?

Überlegungen zur Konzeption der römischen Überwachung an der Donaugrenze 79

ALEXANDER OLBORT

Die römische Fernstraßenverbindung Augsburg–Wels/Enns in Oberösterreich.....103

BEATE MARIA POMBERGER – MARIA HACKL – WENCKE WEGNER – JÖRG

MÜHLHANS

Ancient Bells from *Ovilava*/Wels – First Studies 127

SUSANNE STÖKL

Trierer Becher und ihre Imitationen – Zu zwei mutmaßlichen Grabfunden

aus Augustianis/Traismauer 193

GÜNTHER E. THÜRY

Drei Münzschatzfunde und ein Fundamentdepot aus dem römischen Wels
und aus Winhöring (Oberbayern)..... 207

LITERATURBERICHTE UND BUCHBESPRECHUNGEN

Rezension von: Stefan Groh: Ager Solvensis (Noricum) oppidum – municipium –
sepulcra – territorium – opes naturales (**MANFRED HAINZMANN**)231

FRANZISKA BEUTLER

Annona Epigraphica Austriaca 2020–2021.....241

NEUES VOM RÖMISCHEN GOLDBERGBAU IM KARTH – GOLD WASCHEN NACH PLINIUS DEM ÄLTEREN


BRIGITTE CECH, SIMONE ELMER, MARTIN FUCHS, FRANK MELCHER, ROBERT SCHOLGER,
FRANK STREMKE, HEIMO URBAN, GÜNTHER WEIXELBERGER*

Schlagworte: Römischer Goldbergbau – Goldwaschen – Plinius maior/Gold – experimentelle Archäologie – Römischer Niederösterreich

Keywords: Roman gold mining – gold panning – Pliny the Elder/gold – experimental archaeology – Roman Lower Austria

Abstract: In the Karth, a landscape in southern Lower Austria, gold from a secondary deposit was mined in Roman times using the power of water as described by Pliny the Elder in the 33rd book of his natural history. The mining district consists of eleven individual mining areas with numerous tanks and five leats from which water was fed into the tanks. Pliny also describes how the sediment was washed in sluice boxes lined with heather. In the year 2020 this method of extracting gold was reconstructed. The experiment brought new insights into the practice of gold washing in Roman times. Amongst these are important details of the construction of the wooden sluice-box. The experiment showed clearly that gold washing over a bed of heather as described by Pliny is as effective as washing sediment in a modern sluice-box and that the amount of gold lost is negligible.


Zusammenfassung: Im römischen Goldbergbauggebiet im Karth, einer Landschaft im südlichen Niederösterreich, wurde Gold aus einer sekundären Lagerstätte mit Hilfe von Wasserkraft gewonnen, wie es Plinius der Ältere im 33. Buch seiner Naturgeschichte beschreibt. Das Bergbauggebiet besteht aus elf individuellen Abbaurevieren mit zahlreiche Staubecken, in die über fünf Wasserleitungen Wasser für den hydraulischen Abbau eingeleitet wurde. Im Jahr 2020 wurde

* Brigitte Cech, Gusengasse 8, 1210 Wien – b.cech@gmx.at  0000-0002-8313-069X
Simone Elmer, Montanuniversität Leoben – Simone.elmer@live.at
Martin Fuchs, Firma Afry, Wien – martin.fuchs@afry.com
Frank Melcher, Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenkunde, Montanuniversität Leoben – frank.melcher@unileoben.ac.at
Robert Scholger, Institut für Angewandte Geophysik, Montanuniversität Leoben – robert.scholger@unileoben.ac.at
F. Stremke, Bremen – frank@stremke-archeology.net
H. Urban, Graz – goldheimo@gmx.at
G. Weixelberger, Pitten – geologie@weixelberger.at

Zitieren Sie diesen Artikel als: Brigitte Cech – Simone Elmer – Martin Fuchs – Robert Scholger – Frank Stremke – Heimo Urban – Günther Weixelberger, Neues vom römischen Goldbergbau im Karth – Gold waschen nach Plinius dem Älteren, Römischer Österreich 45, 2022, 13–28.

DOI: 10.25364/26.45:2022.2

Römischer Österreich online: <https://unipub.uni-graz.at/roemoe>

 Dieser Beitrag wurde unter der Creative Commons Lizenz 4.0 Attribution veröffentlicht.

die bei Plinius beschriebene Methode des Goldwaschens in mit Heidekraut ausgelegten Rinnen rekonstruiert. Das Experiment brachte interessante neue Erkenntnisse zur Praxis des Goldwaschens in römischer Zeit. Dazu gehören zuallererst von Plinius nicht erwähnte, für den erfolgreichen Betrieb stationärer bzw. transportabler Waschrinnen erforderliche Konstruktionsdetails. Der Versuch hat gezeigt, dass die von Plinius beschriebene Goldwaschmethode mit Heidekraut höchst effizient ist und der Verlust an Gold, den man auch bei der Verwendung einer modernen Waschrinne hat, vernachlässigbar war.

EINLEITUNG

Am 1. Jänner 2018 begann ein vierjähriges, vom Österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) finanziertes interdisziplinäres Projekt zur Erforschung dieses bis dato einzigen in den Ostalpen bekannten römischen Goldbergbaurevieres.¹ Aufgrund von Altfinden aus dem Karth kann die Betriebszeit des Bergbaus in das 2. bis 3. Jh. und eventuell sogar bis in das 4. Jh. n. Chr. datiert werden.²

Folgende Wissenschaftsdisziplinen sind am Projekt beteiligt: Projektleitung und Archäologie: Brigitte Cech (Wien), Vermessung und Kartographie: Frank Stremke (Bremen), Alte Geschichte: Andreas Hofeneder (Universität Wien), Geophysik: Robert Scholger (Montanuniversität Leoben), Geologie: Günther Weixelberger (Pitten), Goldanalysen: Simone Elmer, Frank Melcher (Montanuniversität Leoben), Laserablation an Goldproben: Nicole Lockhoff (Curt-Engelhorn-Centre für Archäometrie, Mannheim), Hydraulik: Martin Fuchs (Firma Afry, Wien), Pollenanalytik: Klaus Oeggel (Universität Innsbruck), Kartierung der Wasserleitungen: Thomas Fleck, Nadine Riegler, Markus Foidl (Weibnitz), Goldwaschen: Heimo Urban (Graz), Filmdokumentation: Rick Spurway (Sopron).

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Forschungen mit Stand Ende 2021 vorgestellt. Der Höhepunkt des Forschungsjahres 2020 war die Rekonstruktion der von Plinius dem Älteren im 33. Buch seiner Naturgeschichte beschriebenen Goldwaschtechnik.

TOPOGRAPHIE UND GEOLOGIE

Das Karth ist eine rund 70 km südlich von Wien liegende bewaldete, sanft hügelige Hochfläche, die im Norden und Nordwesten vom Wiener Becken, im Osten vom Pittental, im Süden vom Hassbachtal und im Südwesten vom Syhrngraben begrenzt wird. Die nur gering reliefierte Hochfläche fällt von Süd nach Nord leicht ab. Die Randzonen des Karth sind von natürlichen Erosionsrinnen durchzogen. Im Osten – Richtung Pittental – sind diese Erosionsrinnen, bedingt durch den römischen Goldbergbau, besonders stark überprägt.

Die von den Römern abgebaute geologische Einheit ist die Loipersbach-Formation (Loipersbacher Rotlehmserie). Es handelt sich dabei um eine sekundäre Lagerstätte, in der Gold in Form kleiner Flitter unregelmäßig verteilt vorkommt. Die Loipersbach-Formation

¹ FWF-Projekt P30790-G25. Projekt-Website: www.karthgold.com.

² Lang 2010; Cech – Kührtreiber 2013.

besteht aus rotbraunem bis grünlichem Lehm und Schotter (hauptsächlich Quarz, Quarzit und Gangquarz). Die Lagerstätte liegt einem Basalkomplex aus Glimmerschiefer, Semmeringquarzit und Karbonatgestein auf. Die Untersuchungen zur Herkunft dieses Sedimentkomplexes und somit der Sekundärlagerstätte sind noch nicht abgeschlossen.

ANALYSEN VON GOLDPROBEN AUS DEM KARTH³

Die analysierten Goldproben aus dem Karth stammen aus der Loipersbach-Formation bzw. aus Bächen, die diese entwässern (**Abb. 1**). Vergleichsproben wurden aus der Feistritz bei Großwilfersdorf, aus der Mur bei Peggau und aus der Mürz bei Höfnigsberg gewonnen.

Rückstreuelektronenbilder (BSE) von angeschliffenen Goldpartikeln, die am Rasterelektronenmikroskop (REM) aufgenommen wurden, zeigen vielfach zonierte Körner mit dunklen, silberreichen Bereichen im Inneren sowie hellere Ränder, deren Silber-Gehalt deutlich geringer ist. In sehr kleinen oder stark porösen Partikeln

ist hingegen keine Zonierung erkennbar (**Abb. 2**). Da Silber und Kupfer in den Rändern abgereichert werden, die Signaturen der primären Mineralisationsquelle aber im Inneren erhalten bleiben können⁴, wurde bei den weiteren Analysen besonderes Augenmerk auf die silberreichen Kernbereiche gelegt.

LA-ICP-MS⁵ Messungen am Curt-Engelhorn Zentrum für Archäometrie in Mannheim liefern Daten zu Spurenelementen, die in-situ gemessen werden. Trotz der niedrigen Nachweisgrenzen der Methode waren nur wenige Elemente in Spuren im Gold nachweisbar. Um die chemischen Signaturen des Goldes aus dem Karth mit jenen der Flüsse Feistritz, Mur und Mürz zu vergleichen, sind nachfolgend Silber (Ag), Kupfer (Cu), Cadmium (Cd), Quecksilber (Hg) und Antimon (Sb) Daten aus den Kernbereichen der Goldpartikel dargestellt (**Abb. 3**). Die Gehalte von Kupfer oder Antimon lassen keine Unterscheidung zwischen dem Karth und den Vergleichsproben zu. Cadmium lässt sich in den Kernbereichen des Goldes im Karth großteils nachweisen, in Feistritz, Mur und Mürz sind die Werte jedoch meist unterhalb der Nachweisgrenzen. Bei einem Silber-Gehalt >10 mass% ist im

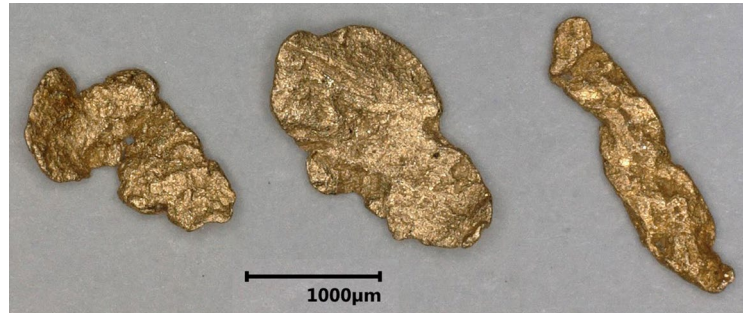


Abb. 1: Goldkörner aus der Loipersbach-Formation (© S. Elmer).

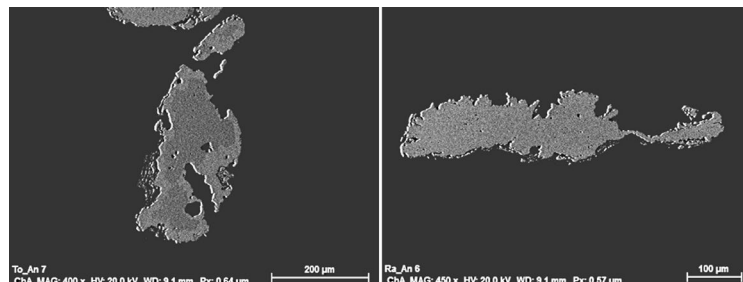


Abb. 2: BSE-Bilder von Goldkörnern aus dem Karth. Zoniertes Goldpartikel aus dem Tobelbach mit silberreichem, dunklerem Kernbereich und entsilberten Rändern (links), silberarmes Goldkorn aus Ramplach (rechts) (© S. Elmer).

³ Elmer 2020.

⁴ Desborough 1970.

⁵ Laser Ablation-induktiv gekoppelte Plasma-Massenspektrometrie.



Abb. 3: LA-ICP-MS Daten des Goldes aus dem Karth sowie aus den Vergleichsflüssen Feistritz, Mur und Mürz. Die geringsten Unterschiede bestehen zwischen den Goldpartikeln aus dem Karth und jenen aus der Mürz (© S. Elmer).

Gold des Karths <1 ppm Cadmium enthalten, bei <10 mass% Silber erreicht Cadmium Werte bis zu 9 ppm. Die höchsten Werte der Vergleichsflüsse weist die Mürz mit bis zu 3 ppm auf. Quecksilber wurde semiquantitativ bestimmt, hier zeigen sich die deutlich höheren Gehalte in der Feistritz und Mur. Über die Verlässlichkeit von Quecksilber-Daten mittels LA-ICP-MS wird zwar diskutiert,⁶ die Daten des Karths und der Vergleichsflüsse weisen aber deutliche Unterschiede auf. In der Mürz liegen die Werte um 660 ppm, im Karth dominieren <1000 ppm. In den bisherigen Daten treten somit die größten geochemischen Ähnlichkeiten zwischen dem Gold des Karths und jenem der Mürz auf.

DIE RELIKTE DES RÖMISCHEN GOLDBERGBAUS IM KARTH

Das Bergbaurevier umfasst inklusive der Einzugsgebiete der Wasserleitungen eine Fläche von rund 130 km² (**Abb. 4**). Die Ortung und Aufnahme der zahlreichen erhaltenen Geländebefunde gestaltet sich im bewaldeten und durch den Abbau stark zerklüfteten Gebiet äußerst schwierig und wäre ohne Zuhilfenahme von LIDAR Scans kaum durchzuführen.

⁶ Žitňan et al. 2010.

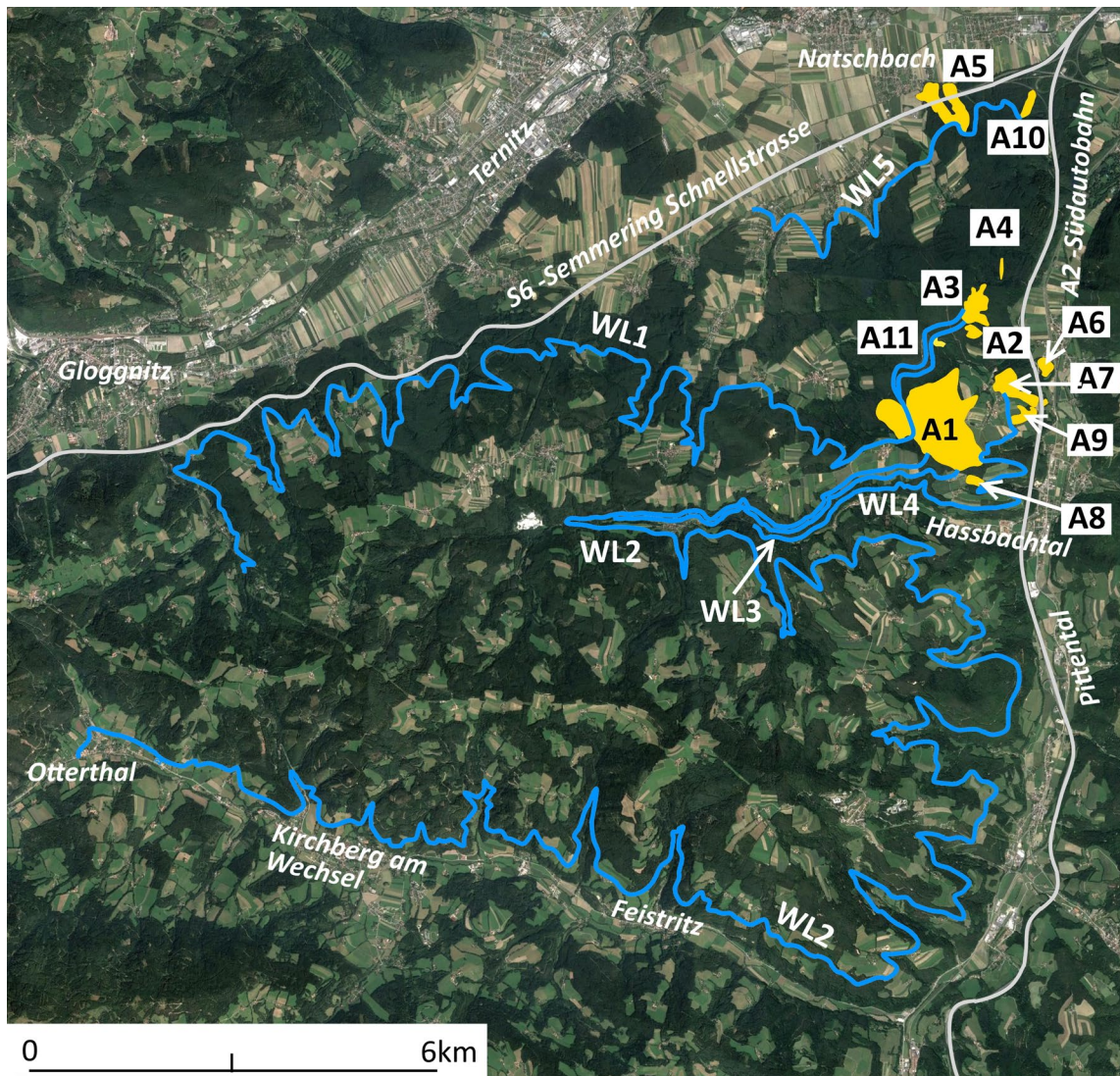


Abb. 4: Übersicht über Abbaureviere und Wasserleitungen im Karth (A-Abbaurevier, WL-Wasserleitung (Google Earth 2019: Image Landsat/Copernicus) (Kartierung B. Cech).

Mittels rechnerischer Schattierung und Gefälleanalysen der bewuchsfreien Oberfläche gelingt es, auch feine Geländeunebenheiten, wie die Trassen der Wasserleitungen und Staubecken sichtbar zu machen, die teilweise im Gelände nicht mehr erkennbar sind. Somit bilden die LIDAR Daten eine unverzichtbare Hilfe für die gezielte Planung und Durchführung der Geländebegehungen. Ein weiterer Vorteil der LIDAR Daten ist, dass sie von vornherein georeferenziert sind und man so Koordinaten, Höhen, aber auch Formen und Profile am Computer abgreifen kann. Für die Darstellung großflächiger Kulturlandschaften ist die Genauigkeit der LIDAR Daten durchaus ausreichend.

Die im Karth noch heute deutlich sichtbaren Relikte des hydraulischen Bergbaus⁷ der römischen Kaiserzeit sind zerklüftete und von tiefen Rinnen durchzogene Abbaubereiche und Staubecken sowie Wasserleitungstrassen. **Abb. 4** gibt einen Gesamtüberblick über die Abbaureviere und Wasserleitungen.

⁷ Zur Technik des hydraulischen Bergbaus der römischen Kaiserzeit siehe Cech – Kührtreiber 2013; Cech et al. 2019.



Abb. 5: Wasserleitung 1: Die Trasse ist gut als Kanal erkennbar – Blick nach Westen (© B. Cech).



Abb. 6: Becken 6 (Abbaurevier 3): Die Stauwälle und der Abfluss zum Abbau – Blick nach Osten (© F. Stremke).



Abb. 7: Hochauflösendes Geoelektrikprofil des Stauwalles von Becken 2 (Abbaurevier 2) auf der Höhe des Grabungsschnittes (© R. Scholger).

Die Wasserleitungen

Die zu den Abbaurevieren und Staubecken führenden Wasserleitungen beginnen jeweils an ganzjährig stark wasserführenden Bächen. Die Trassen verlaufen von der Einleitung des Baches hangparallel mit geringem Gefälle. Abhängig von der Topografie kommt es zu geringen Variationen im Gefälle. Täler am Talschluss werden entweder mit Brücken überwunden, oder die Kanäle führen am Hang entlang in die Gräben, überqueren sie am Ende des Grabens und führen am Gegenhang wieder talauswärts. Der Erhaltungszustand der Wasserleitungen ist relativ gut. Über lange Strecken sind die Trassen nicht nur im LIDAR Scan, sondern auch im Gelände als deutliche Kanäle oder Geländekanten erkennbar (**Abb. 5**). Sehr oft sind die Trassen von Wanderwegen und Forststraßen überprägt.⁸ Die Einleitungen der Bäche in die Wasserleitungen sind nicht erhalten. Hier wurden alle eventuell noch vorhandenen Spuren durch Hochwasser, Straßenbau und Siedlungstätigkeit zerstört. Diese Teilstrecken können nur anhand der Höhenlinien rekonstruiert werden. Dasselbe gilt für Teilstrecken, die heute über Wiesen und Ackerland führen. Die Gesamtlänge der fünf Wasserleitungen beträgt rund 122 km, wobei Wasserleitung 2, die bei Otterthal

⁸ Riegler 2019.

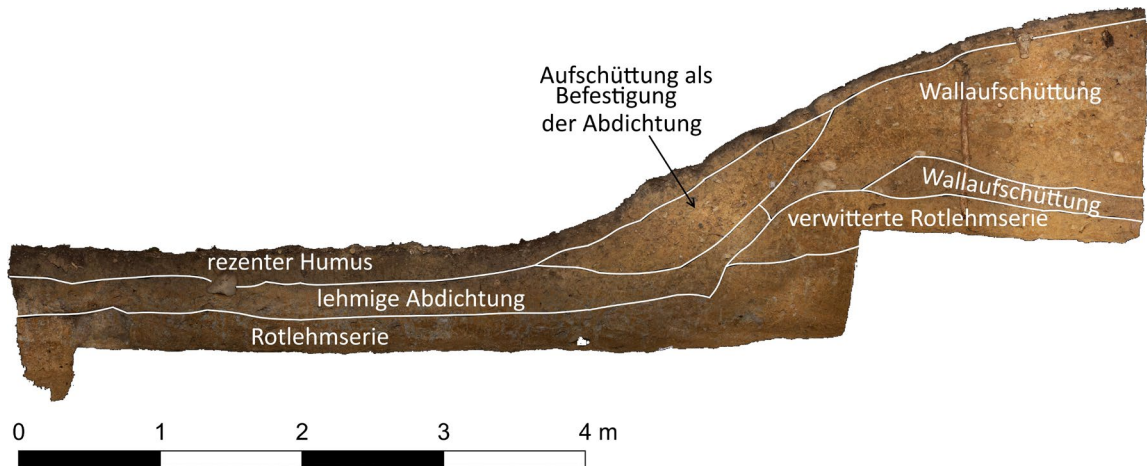


Abb. 8: Schnitt durch den Stauwall von Becken 2 (Abbaurevier 2) – Nordprofil (© Orthofoto F. Stremke).



Abb. 9: Becken 6 (Abbaurevier 3): Schnitt durch den Stauwall (© F. Stremke).



Abb. 10: Becken 6 (Abbaurevier 3): Die Reste des Holzrohres im Auslass des Beckens – Blick nach Osten (© F. Stremke).

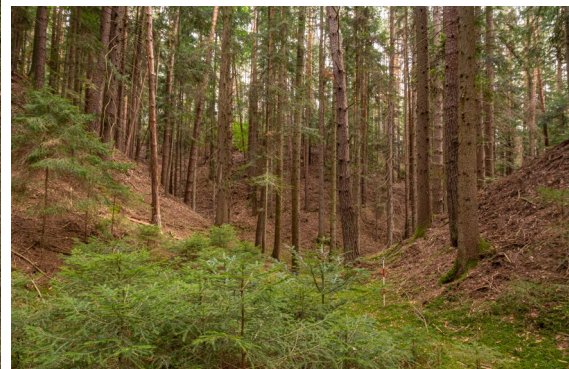


Abb. 11: Tief ausgewaschene Gräben in Abbaurevier 3 – Blick nach Norden (© F. Stremke).

im Feistritztal beginnt und zu Abbaurevier 1 führt, mit einer Länge von rund 63 km die längste der zum Bergbau im Karth führenden Wasserleitungen ist.

Die Kartierung der Wasserleitungen gibt Hinweise auf eine Mehrphasigkeit des Bergbaus. Wasserleitung 4, die vom Hassbachtal zu den Abbaurevieren 7 und 9 führt, ist durch den späteren Bergbau in den Revieren 1 und 8 gestört. Wasserleitung 1 wurde ursprünglich zur Wasserversorgung der Reviere 2 und 3 gebaut. Nach Aufgabe dieser beiden Reviere wurde sie verkürzt und diente der Wasserversorgung von Revier 1. Eine genaue

zeitliche Einordnung der einzelnen Phasen ist aufgrund des Fehlens von Fundmaterial nicht möglich.

Staubecken und Abbaubereiche

Bis dato konnten in elf Abbaurevieren 17 große und zahlreiche kleine Staubecken dokumentiert werden. Jedes Becken weist einen Zulauf für die Wasserleitung und mindestens einen zum Abbau führenden Auslass auf (**Abb. 6**). Der Erhaltungszustand der Becken ist ausgezeichnet und die Stauwälle sind durchwegs in ihrer Originalhöhe erhalten.

Der Aufbau folgender Staubecken wurde geophysikalisch untersucht: Becken 1 (Abbaurevier 1), Becken 2 und Becken 5 (Abbaurevier 2), Becken 6 (Abbaurevier 3) sowie Becken 8, 9 und 17 in Abbaurevier 5. **Abb. 7** zeigt das Ergebnis der geoelektrischen Messung des talseitigen Stauwalles von Becken 2. Der stark strukturierte Bereich der Wallaufschüttung ist durch Widerstandswerte von 400 bis 1200 Ohm/m gekennzeichnet. Im Bereich der Beckensohle ist die ca. 50 cm mächtige Dichtschicht deutlich zu erkennen. Die tiefere Formation mit Widerstandswerten von 0 bis 400 Ohm/m entspricht dem geologischen Untergrund (Loipersbach-Formation). Die Korrelation der Ergebnisse der geoelektrischen Messungen mit den Grabungsergebnissen zeigt, dass diese Methode sehr gut geeignet ist, um auch den Aufbau derjenigen Becken zu dokumentieren, die archäologisch nicht untersucht werden können.

Becken 2 und Becken 6 wurden zusätzlich archäologisch untersucht. Der Aufbau der Becken ist im Wesentlichen gleich. Die Stauwälle bestehen aus dem beim Abtiefen der Becken gewonnenen Material (Loipersbach-Formation). Die Beckensohle und der untere Bereich des Walles wurden mit lehmigen Anteilen der Loipersbach-Formation abgedichtet (**Abb. 8**). Auf der Wallkrone wurden Steine aufgelegt, um ein gefahrloses und vor allem trockenes Begehen zu gewährleisten. Unterschiede zeigen sich beim Übergang der Beckensohle zum Wall und im Bereich des Auslaufs. Bei Becken 6 ist die Beckensohle durch eine Steinsetzung von der Wallaufschüttung getrennt (**Abb. 9**). Im Auslass von Becken 6 wurden an der Sohle Reste eines Holzrohres von ca. 30 cm Außendurchmesser für den Grundablass bzw. das langsame gezielte Überspülen der Lagerstätte festgestellt (**Abb. 10**). Der Auslass von Becken 2 war talseitig mit einer Steinlage bedeckt, um das Ausspülen des Untergrundes beim Ablassen des Wassers zu verhindern. In beiden Fällen diente sehr wahrscheinlich ein Hubschütz zum gezielten Ablassen des Wassers in den Abbau. Aufgrund der Tatsache, dass keine Pfostenlöcher erhalten sind, ist anzunehmen, dass der Hubschütz in eine in den Wällen an den Seiten des Auslasses verankerte Holzkastenskonstruktion eingebaut war, die anlässlich der Aufgabe des Bergbaus entfernt wurde.

Die Abbaubereiche selbst sind durch tiefe, stark ausgewaschene Gräben gekennzeichnet (**Abb. 11**).

HYDRAULISCHER ABBAU IM KARTH

Um die Betriebsweise der Becken besser zu verstehen, wurde für Becken 6 ein mehrdimensionales hydraulisches Modell erstellt. Die numerische Strömungsanalyse beruht dabei auf den 2D-tiefengemittelten Flachwassergleichungen, wie sie auch im modernen Wasserbau zur Anwendung kommen (z. B. bei der Simulation von Dammbrechungszenarien).

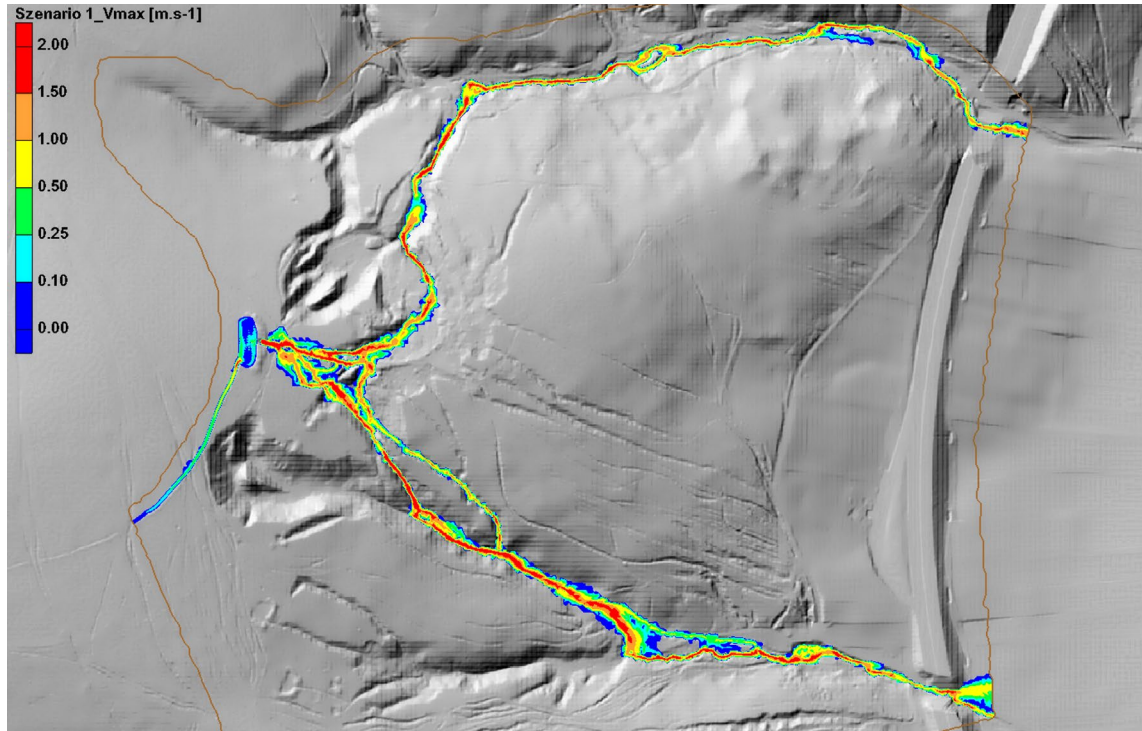


Abb. 12: Simulierte Fließgeschwindigkeiten (in m/s) bei vollständiger Öffnung des Hubschützes von Becken 6 (© M. Fuchs).

Mithilfe des Modells konnten verschiedene Szenarien der Spülung bzw. der Beckenentleerung rechnerisch nachgebildet werden. Dabei wurden unterschiedliche Öffnungszustände des Hubschützes am Beckenauslass angenommen und die Geschwindigkeit der Beckenentleerung sowie der Ausbreitung der Welle im darunterliegenden Abbaugelände simuliert. Für größere Öffnungsweiten zeigten die Simulationen eine sehr rasche Beckenentleerung (innerhalb weniger Minuten), mit sehr hohen Fließgeschwindigkeiten und beträchtlichen Wassertiefen im Unterliegerbereich, wobei sich die Abflusswelle teilweise sehr unkontrolliert im Gelände ausbreitet (**Abb. 12**). Aufgrund des simulierten Strömungsbildes kann davon ausgegangen werden, dass diese raschen Beckenentleerungen eine eher seltene Betriebsweise waren. Viel häufiger war sicher eine dosierte Abgabe mit kleinen Öffnungsweiten und geringen Durchflüssen. Hier zeigen die Simulationen ein besser kontrolliertes Abflussgeschehen mit geringeren Fließgeschwindigkeiten, wie sie für die Waschvorgänge sicher notwendig waren. Diese Vermutung wird auch durch die bei den Ausgrabungen im Beckenauslass freigelegten Deckschichten der Gerinnesohle bestätigt. Diese war durch Steine mit relativ geringer Korngröße nur sehr leicht befestigt. Eine regelmäßiger Schwallbetrieb mit hohen Durchflüssen hätte eine deutlich massivere Befestigung mit groben Blöcken erfordert. Auch die freigelegten Reste des Holzrohres, das als Grundablass fungierte, weisen auf eine Beckenbetriebsweise mit sehr dosierter Wasserabgabe hin. Schwallbetrieb hat, wenn überhaupt, nur vereinzelt stattgefunden. Diese Erkenntnisse aus den hydraulischen Simulationen decken sich durchaus mit der Abbauweise, wie sie von Plinius im 33. Buch seiner Naturgeschichte beschrieben wird.

GOLDWASCHEN NACH PLINIUS DEM ÄLTEREN⁹

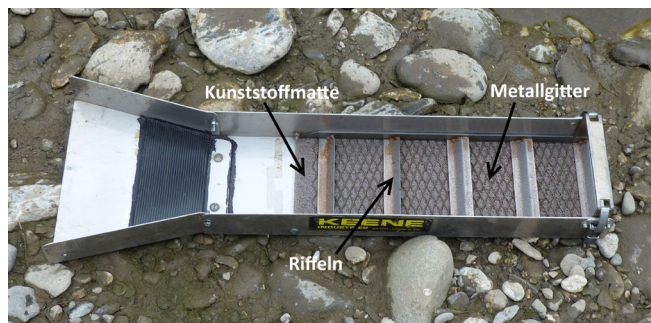


Abb. 13: Moderne Goldwaschrinne (Keene Engineering A52) (© B. Cech).



Abb. 14: Anbringen der Leisten am Boden der Waschrinne (© F. Stremke).

Plinius der Ältere beschreibt in seiner Naturgeschichte, wie das Gold aus dem im hydraulischen Abbau gewonnenen Sediment gewaschen wird: „In der Ebene (entsteht) nun eine andere Arbeit. Die Gräben, durch die (das Wasser) fließen soll, werden ausgehoben; man nennt sie *agogae*; diese werden Stufe für Stufe mit Heidekraut belegt. Es handelt sich dabei um einen dem Rosmarin ähnlichen Strauch, der rauh ist und das Gold zurückhält. Die Seiten werden mit Brettern eingefasst und über steile Gelände werden die Rinnen abgestützt. So gleitet die fortgeschwemmte Erde ins Meer und der zerbrochene Berg wird aufgelöst. ... Was beim ersten Verfahren mit ungeheurer Mühe herausgeschafft wird, damit es die Schächte nicht anfüllt, wird bei diesem ausgeschwemmt. ... Das Heidekraut wird getrocknet, verbrannt und seine Asche über einer Unterlage von dichtem Rasen gewaschen, damit sich das Gold absetzt“ (Plin. n. h. 33,76–78).

Bevor auf den Text von Plinius näher eingegangen wird, ist es notwendig, die Funktionsweise einer modernen Goldwaschrinne zu erläutern. Eine moderne Goldwaschrinne besteht im Allgemeinen aus Metall. Der Boden ist mit einer rauen Matte aus Kunststoff ausgelegt, die mit einem grobmaschigem Metallgitter und Riffeln fixiert wird (Abb. 13). Durch diese Riffeln und Gitter entstehen Verwirbelungen,

wodurch das Material besser aufgelöst wird und sich das Gold hinter diesen Hindernissen

⁹ Wir danken Karl Buchleitner vom Zisshof für den Generator und Viktoria Moser, Daniel Pfeifer, Alexander Sendlhofer, Astrid Stollnberger and Eva Thysell (Studierende an der Universität Salzburg) sowie Simone Elmer (Montanuniversität Leoben) für die begeisterte Mitarbeit an unserem Experiment.

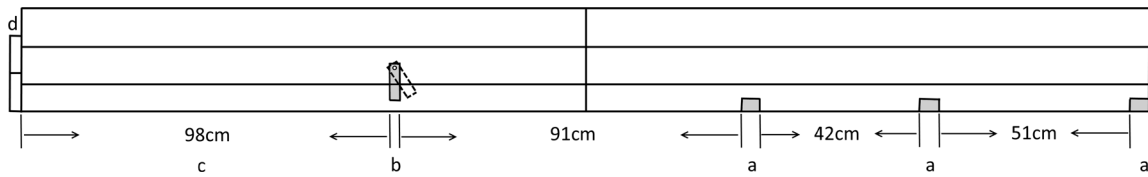


Abb. 15: Querschnitt der Waschrinne mit der Position der Leisten und des Grobscheiders: a) Leisten, b) Grobscheider, c) Beschickung und Wasserzufuhr, d) Verschluss des oberen Endes (M 1:200) (© B. Cech).

ablageren kann. Der Aufstellungswinkel der Rinne ist abhängig von der Menge des zugeführten Wassers und der Materialmenge, die verwaschen wird. Durch die Strömung des über die Rinne fließenden Wassers lagern sich an den Riffeln, dem Gitter und in der Matte Schwerminerale und Gold ab. Leichtere Partikel werden weggespült. In einer Waschrinne ohne Matte, Gitter und Riffeln würde die Reibung am Boden der Rinne nicht ausreichen um das Schwermineralkonzentrat mit dem Gold in der Rinne zurückzuhalten. Es würde weggespült werden.

Die von Plinius beschriebene Waschrinne entspricht in ihrer Funktionsweise einer modernen Waschrinne. Plinius beschreibt eine stationäre, in den anstehenden Boden eingetieft Waschrinne, die nur an den Seiten mit Brettern gesichert ist. Diese Seitenbretter verhindern, dass der Wandbereich durch das Wasser ausgespült wird. Entweder wurden am Boden Bretter eingelegt, auf denen das Heidekraut fixiert wurde, oder es wurde direkt auf einen Untergrund aus gestampftem Lehm befestigt. Zusätzlich zu den bei Plinius beschriebenen stationären Rinnen wurden sicherlich auch transportable Rinnen verwendet.

Die von Plinius erwähnten „Stufen“ verlängern die Waschrinne, wodurch es möglich war, eine größere Fläche mit Heidekraut auszulegen, und gleichzeitig wurde das aufgegebene Material besser durchgewaschen, was besonders im Karth aufgrund des hohen Lehmantils von Vorteil ist.

Das aus der Waschrinne entnommene Heidekraut wurde getrocknet, verbrannt und die Asche und das Konzentrat über einem Bett aus dichtem, kurz geschnittenem Rasen gewaschen. Durch das Waschen des Konzentrates über dichtem Rasen wurde das vorhandene Material weiter aufkonzentriert und somit die Menge des anfallenden Schwerminerals weiter reduziert. In Folge wurde dieses Material sicherlich mit Waschsüsseln fertig gewaschen, so dass zum Schluss das Gold übrigblieb.

Das archäologische Experiment

Nach erfolgreichen Goldwaschversuchen mit modernen Waschrinnen in den Bächen im Karth wurde beschlossen, die bei Plinius beschriebene Goldwaschmethode im Experiment zu reproduzieren. Da das Ziel des Experiments nicht „reenactment“ war, sondern der Nachweis der Effektivität der römischen Methode bzw. die mögliche Ergänzung der von Plinius nicht erwähnten Konstruktionsdetails, wurden beim Bau der Rinne und bei ihrem Betrieb moderne Hilfsmittel eingesetzt. Da der Bau der bei Plinius beschriebenen stationären Waschrinne aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht möglich und sinnvoll war, bauten wir eine transportable Rinne, wie sie sicher auch in römischer Zeit verwendet wurde. Entscheidend für diese Versuchsanordnung war der Nachweis der Effektivität des Goldwaschens mit Heidekraut.



Abb. 16: Heidekraut (*calluna vulgaris*) im Karth (© F. Stremke).



Abb. 17: Auslegen der Waschrinne mit Heidekraut und Fixierung mit Ästen und Holzstäben (© F. Stremke).

Der Bau der transportablen Waschrinne

Für die Größe der nachgebauten Rinne wurden römische Längenmaße angenommen und verwendet. Somit betrug die Länge der Rinne drei Meter (~ 10 römische Fuß), ihre Breite und die Höhe der Seitenwände je 30 cm (~ 1 römischer Fuß). Die Rinne wurde in zwei je 1,5 m langen Teilstücken gebaut, die anschließend zusammengesetzt wurden. Abschließend wurden die Seitenwände zur besseren Stabilität an der Oberseite der Rinne mit zwei Leisten verstrebt. In einem nächsten Schritt wurden am Boden der Rinne in der unteren Hälfte im Abstand von rund 50 cm drei Leisten angebracht (**Abb. 14**). Diese Leisten sollen verhindern, dass Gold am Rinnenboden durch die Strömung fortgewaschen wird. Das obere Ende der Rinne wurde mit zwei Brettern verschlossen. Diese Anordnung war für die Befestigung der im Versuch verwendeten Pumpen notwendig. In der oberen Hälfte der Rinne wurde ein schwenkbares Brett so angebracht, dass ein 3 cm breiter Schlitz zwischen Brett und Rinnenboden frei blieb (**Abb. 15**). Dieser „Grobscheider“ verhinderte, dass beim Beschicken der Rinne große Steine über das Heidekraut gespült wurden; zusätzlich wurde damit ein gleichmäßiger Wasser- und Materialzulauf gewährleistet.

Heidekraut (Besenheide, *Calluna vulgaris*) ist eine im Karth heimische Pflanze (**Abb. 16**). Heidekrautbüschel wurden U-förmig gebogen und mit der Biegung gegen die Fließrichtung in die untere Hälfte der Rinne gelegt. Um zu verhindern, dass die Heidekrautbüschel durch das Wasser weggespült werden, wurden sie mit dünnen Ästen bzw. Stäben fixiert (**Abb. 17**). Das Heidekraut entspricht der rauen Kunststoffmatte einer modernen Waschrinne, in der sich Schwerminerale und Gold absetzen.

Goldwaschen mit der römischen Rinne

Der Goldwaschversuch mit der rekonstruierten römischen Waschrinne wurde im Tobelbach, einem in der Lagerstätte im Karth entspringenden Bach, durchgeführt. Die Rinne wurde mit Pfählen im Bach verankert, deren Länge so gewählt wurde, dass die Rinne in einem Winkel von $\sim 12^\circ$ aufgestellt werden konnte (**Abb. 18**). Da der Tobelbach nicht nur sehr wenig Wasser führte, sondern auch an der gewählten Stelle ein nur sehr geringes Gefälle aufweist, wurde Wasser mit zwei von einem Generator angetriebenen Tauchpumpen mit Schläuchen in die Rinne geleitet, um eine gleichmäßige, konstante Wasserzufuhr zu gewährleisten. Zur Qualitätskontrolle wurde im Anschluss an die römische Waschrinne eine moderne Waschrinne angebaut (siehe **Abb. 20**).



Abb. 18: Aufstellen der Waschrinne im Tobelbach (© F. Stremke).



Abb. 19: Arbeit an der Waschrinne (© F. Stremke).



Abb. 20: Entnahme des gesättigten Heidekrauts, im Vordergrund die moderne Waschrinne (© F. Stremke).

Bachsediment wurde in Kübel von 12 Liter Fassungsvermögen geschaufelt und in die Rinne geschüttet. Parallel zur Beschickung wurden große Steine, die vom Grobscheider zurückgehalten wurden, ausgeklaubt und das über das Heidekraut fließende Bachsediment mit den Händen in Bewegung gehalten sowie größere Steine aus der Rinne händisch entfernt (**Abb. 19**). Nachdem die Rinne mit 41 Kübeln Bachsediment beschickt wurde, war das Heidekraut so von Schwermineral gesättigt, dass es kein weiteres Material mehr aufnehmen konnte und gegen Neues ausgetauscht werden musste (**Abb. 20**). Überraschenderweise konnte die Sättigung des Heidekrauts aufgrund der Festigkeit leicht festgestellt werden. Der gesättigte Teil fühlte sich wesentlich fester an als Teile, die noch aufnahmefähig waren.



Abb. 21: Trocknen des Heidekrauts (© F. Stremke).



Abb. 22: Verbrennen des Heidekrauts (© F. Stremke).

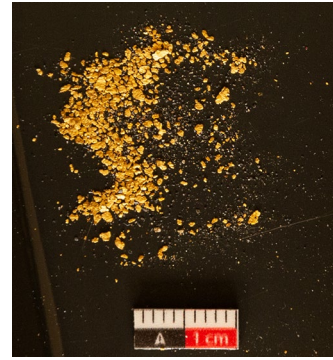


Abb. 23: Im Experiment gewonnenes Gold aus dem Tobelbach (Foto: F. Stremke).

Heidekraut und Schwerminerkonzentrat wurden für den Transport in Kübel abgefüllt. Am ersten Tag wurde die Rinne mit 81 Kübel Bachsediment beschickt. Nach Beendigung der Arbeit wurde das Material, das sich anschließend an die römische Rinne in der modernen Waschrinne angesammelt hatte, in einer Pfanne gewaschen. Zur großen Freude aller befand sich in diesem „Kontroll“-Material nicht einmal ein winziger Goldflitter.

Das gewonnene Schwerminerkonzentrat aus der römischen Rinne wurde zur weiteren Konzentration über eine moderne Rinne (Firma Keene) gewaschen. Die im „römischen Verfahren“ gewonnene Menge an Konzentrat (1 Kübel) wurde so auf ca. einen halben Kübel reduziert, das anschließend mit einer Waschschißel verwaschen wurde, um das Gold zu gewinnen.

Am zweiten Tag verlief die Arbeit wie am ersten Tag, nur wurde das nach 44 Kübeln auszutauschende Heidekraut zunächst in einem Kübel ausgewaschen und wieder für die Rinne verwendet. An diesem Tag wurde die Rinne mit 76 Kübeln Bachsediment beschickt. Wie am ersten Tag wurde das Heidekraut wieder mitgenommen und getrocknet.

Insgesamt wurde die Waschrinne mit 161 Kübeln von je 12 Liter Fassungsvermögen beschickt.

Trocknen und Verbrennen des Heidekrauts, Waschen der Asche

Nach Beendigung der Arbeit am Bach wurde das Heidekraut zum Trocknen auf Plastikfolien ausgebreitet (**Abb. 21**). Am dritten Tag des Experiments wurde das nach so kurzer Zeit nur halbtrockene Heidekraut in einer Feuerschale verbrannt (**Abb. 22**). Nach 1,5 Stunden war das gesamte Heidekraut zu feiner Asche verbrannt und wurde in einen mit Wasser gefüllten Kübel gegeben. Das Schwerminerkonzentrat und die Asche wurden anschließend in einer Pfanne gewaschen. Auf das bei Plinius erwähnte Waschen der Asche über einem Grasbett wurde aufgrund der geringen Materialmenge verzichtet. Insgesamt wurden im Versuch 0,132 g Gold gewonnen (**Abb. 23**).

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die in den ersten drei Projektjahren durchgeführten Forschungen brachten spannende neue Erkenntnisse zum römischen Goldbergbau im Karth. Die Kartierung der Abbaureviere und Wasserleitungen zeigt, dass der Bergbau wesentlich größer war als ursprünglich

angenommen und dass eine chronologische Mehrphasigkeit gegeben ist. Aufgrund der Ergebnisse geoelektrischer Messungen und archäologischer Ausgrabungen ist es möglich, den Aufbau der Staubecken zu rekonstruieren. Das hydraulische Modell zeigt deutlich, dass das Ausschwemmen der Seifenlagerstätte sehr gezielt mit dosierter Wasserabgabe erfolgte. Die Rekonstruktion der Funktionsweise des Hubschütz an den Auslässen der Staubecken ist derzeit noch in Arbeit.

Eine immer wieder gestellte Frage betrifft die Menge des in der römischen Kaiserzeit gewonnenen Goldes. Aus den LIDAR Daten ist es möglich, das Volumen des abgebauten Materials zu errechnen. Um den Goldgehalt der Loipersbach-Formation feststellen zu können, müssten sehr große Mengen der Lagerstätte maschinell abgebaut und gewaschen werden. Dies ist aus verschiedenen Gründen nicht möglich. Aus geologischer Sicht ist die Zuordnung des Goldes zu einer Primärlagerstätte von großem Interesse. Zur Beantwortung dieser Frage wurden Goldproben aus dem Karth mit Vergleichsproben aus der Mur, der Mürz und der Feistritz verglichen. Die Interpretation der Ergebnisse der Analysen ist jedoch bis dato nicht eindeutig; zur Klärung dieser Frage sind weitere Untersuchungen notwendig.

Weitere Forschungsthemen, an denen zur Zeit noch gearbeitet wird, sind: die Rekonstruktion der Vegetation im Karth und seinem Umfeld zur Römerzeit anhand von Pollenanalysen, das Karth und sein weiteres Umfeld in der römischen Geschichte, Überblick über römische Fundstellen in den Bezirken Neunkirchen und Wiener Neustadt, der römische *vicus* von Neunkirchen, der größten römischen Siedlung im Umfeld des Karth, und die Kartierung der römischen Funde im Karth. Trotz intensiver geophysikalischer Prospektion an erfolgversprechenden Verdachtsflächen im Karth konnten Siedlungs- und Werkstättenbereiche nicht lokalisiert werden, was nicht weiter verwunderlich ist, da es sich mit Sicherheit um einfache temporäre Unterkünfte und Werkstätten handelte.

Die im Experiment rekonstruierte Goldwaschmethode nach Plinius brachte interessante neue Erkenntnisse zur Praxis des Goldwaschens in römischer Zeit. Dazu gehören zuallererst von Plinius nicht erwähnte, für den erfolgreichen Betrieb stationärer bzw. transportabler Waschrinnen erforderliche Konstruktionsdetails. Der Versuch hat gezeigt, dass die von Plinius beschriebene Goldwaschmethode mit Heidekraut höchst effizient ist und der Verlust an Gold, den man auch bei der Verwendung einer modernen Waschrinne hat, vernachlässigbar war. Die rekonstruierte „römische“ Waschrinne wurde dem Städtischen Museum Neunkirchen übergeben. Die Ergebnisse der Forschungen zum römischen Bergbau im Karth werden nach Projektende als Monographie in der Reihe *Austria Antiqua* publiziert.

LITERATURVERZEICHNIS

- Cech – Kühtreiber 2013 B. Cech – Th. Kühtreiber, mit Beiträgen von N. Schindel, R. Lang, H. Emmerrig, F. Beyer, Ein römisches Goldbergbaurevier im „Karth“, einer Landschaft südöstlich von Neunkirchen, RÖ 36, 2013, 1–94, <<http://stremke-archaeology.net/goldbergbau/publikationen-zum-downloaden.html>> (18.12.2022)
- Cech et al. 2019 B. Cech – R. Scholger – F. Stremke – G. Weixelberger, Die Anwendung der Hydraulik im römischen Goldbergbau am Beispiel des römischen Goldbergbaus im „Karth“, einer Landschaft im südlichen Niederösterreich, in: M. Frass – J. Klopff – M. Gabriel (Hrsg.), *Erfinder-Erforscher-Erneuerer*, Salzburger Kul-

- turwissenschaftliche Dialoge 5, 2019, 83–114, <<http://stremke-archaeology.net/goldbergbau/publikationen-zum-downloaden.html>> (16.12.2022)
- Desborough 1970 G. A. Desborough, Silver Depletion Indicated by Microanalysis of Gold from Placer Occurrences, Western United States, *Economic Geology* 65, 1970, 304–311
- Elmer 2020 S. Elmer, Zusammensetzung des Goldes und seiner Begleitminerale im römischen Goldbergbauggebiet Karth, Niederösterreich (unveröffentlichte Masterarbeit, Montanuniversität Leoben 2020)
- Lang 2010 R. Lang, mit Beiträgen von A. Drack, G. Fitz, R. Ployer, A. Steiner, Depot- und Siedlungsfunde der Späten Römischen Kaiserzeit aus dem Karth im südlichen Niederösterreich, *RÖ* 33, 2010, 43–111, <<http://stremke-archaeology.net/goldbergbau/publikationen-zum-downloaden.html>> (16.12.2022)
- Plin. n.h. Plinius der Ältere, *naturalis historia*. Lateinisch-deutsche Ausgabe, herausgegeben und übersetzt von R. König (München-Zürich 1984)
- Riegler 2019 N. Riegler, Heutige Nutzung der römischen Wasserleitungen im Karth, einem Gebiet im südlichen Niederösterreich (Unveröffentlichte Bachelorarbeit, Universität Wien 2019), <<http://stremke-archaeology.net/goldbergbau/publikationen-zum-downloaden.html>> (18.12.2022)
- Žitňan et al. 2010 P. Žitňan – F. Bakos – A. Schmiderer, Importance of alluvial gold geochemistry for exploration: Examples from placers in the Western Carpathians, *Mineralia Slovaca* 42, 2010, 57–68