

RUDOLFINUM
J A H R B U C H
DES LANDESMUSEUMS FÜR KÄRNTEN
2 0 1 7

S O N D E R D R U C K

KLAGENFURT 2018

LAND  KÄRNTEN

FÖRDERVEREIN RUDOLFINUM
FREUNDE DES LANDESMUSEUMS KÄRNTEN

**LANDES
MUSEUM
KÄRNTEN**
WWW.LANDESMUSEUM.KTN.GV.AT

Eigentümer, Verleger und Herausgeber: Landesmuseum Kärnten
Stv. wiss. Geschäftsführer: Dr. Christian Wieser
Museumgasse 2
A-9021 Klagenfurt am Wörthersee
Tel.: +43.(0)50.536-30599
E-Mail: direktion@landesmuseum.ktn.gv.at
www.landeshmuseum.ktn.gv.at

Redaktion: Ute Brinckmann-Blaha, Christian Wieser

Lektorat: Ute Brinckmann-Blaha

FÜR FORM UND INHALT DER BEITRÄGE SIND DIE VERFASSEN VERANTWORTLICH.

Druck: PROPRINT.AT Druck- und Vermittlungs GmbH, Prof. Franz Spath-Ring 59/2, A-8042 Graz

Layout & Satz: denk:werk, Hans Repnig, A-9071 Köttmannsdorf

ISBN: 978-3-900575-68-7

Mikroskopische, mineralogische und mineralchemische Untersuchungen der Marmorgussformen aus dem Gebäude AA/36 vom Magdalensberg

VON HEIMO DOLENZ¹, DAVID DOPPELMAYER², FRANK MELCHER²

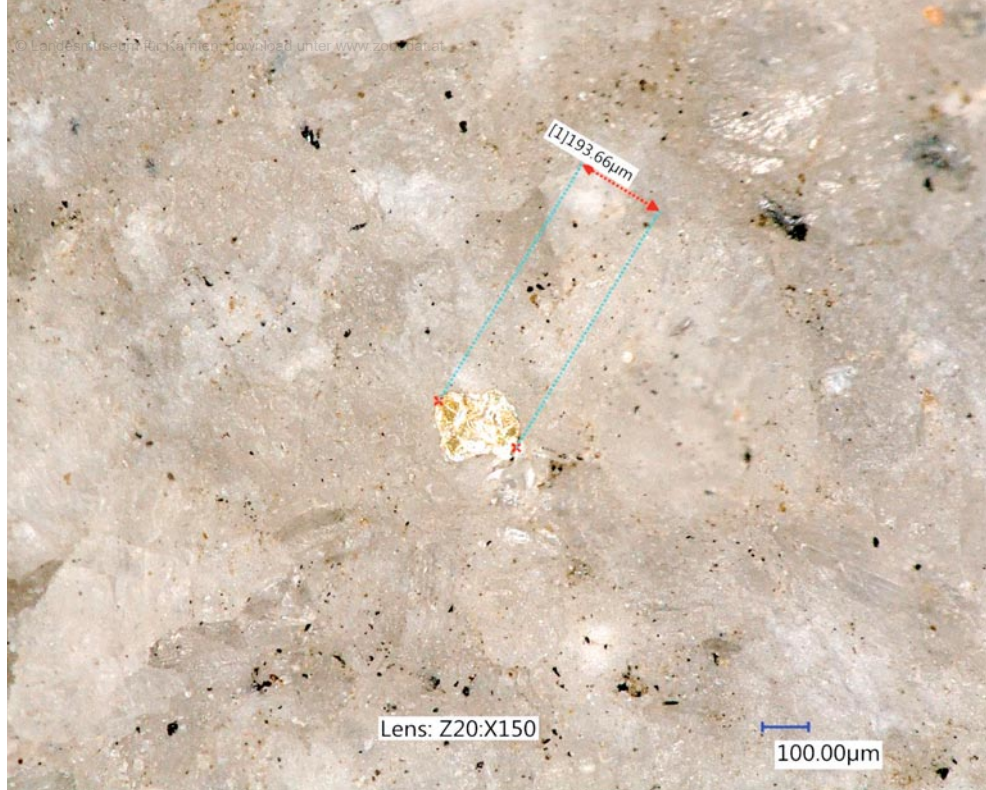


Abb. 1: Marmorblock (links) und mikroskopische Aufnahme eines Goldpartikels (rechts) mit einem Digitalmikroskop

Die anlässlich der 60-Jahrfeier der Ausgrabungen auf dem Magdalensberg im Jahre 2008 der Öffentlichkeit zugänglich gemachten Bereiche der so genannten „Unteren AA-Bauten“ boten Einblicke in ein im Imperium Romanum einzigartiges Befund- und Fundensemble einer kaiserlichen Goldbarrengießerei (AA/35-41) und dokumentierten die archäologischen und naturwissenschaftlichen Erkenntnisse im Kleinmuseum AA/43 (Vergl. Dolenz 2015, Abb. 10 u. 11).

Von G. Piccottini wurde bereits auf mikroskopische Goldpartikel in den 1993 gefundenen Marmorgussformen hingewiesen (Piccottini 1994, 2000, 2001), die unmittelbar nach Auffindung der Objekte in Gebäude AA/36 in der Lebensmitteluntersuchungsanstalt des Landes Kärnten festgestellt wurden. Aufzeichnungen über die diesbezüglichen Analysen sind nicht archiviert.

Nachfolgend gelang einer Münchner Expertengruppe der Nachweis einer submikroskopisch messbaren Goldmenge an mehreren Fragmenten der Ofenmäntel und Ofensohlen der Werkstatt AA/41. Diese Untersuchungen wurden mittels NAA am Forschungsreaktor FRM-1 durchge-

führt (Wagner 2002). Schlacken aus dem Bereich AA/41A und AA/41A zeigten unter dem Metallmikroskop metallische Einschlüsse neben Quarz in Schlackenmatrix. Am REM konnte ein wechselnder Silbergehalt bestimmt werden, der als „für Tauerngold durchaus typisch“ interpretiert wurde (Sperl 2002). Die Erreichbarkeit von Schmelztemperaturen für Gold ließ sich in einem Ofennachbau Typ AA/41 in archäometallurgisch-verfahrenstechnischen Experimenten nachweisen (Dolenz 2002; Wagner 2002).

P. Gleirscher zweifelte in populärwissenschaftlichen Druckschriften (Gleirscher 2009, 90ff; Gleirscher/Hirtenfelder 2014, 97ff), Fachzeitschriften (Gleirscher 2014, 2016) und einem Katalogbeitrag (Gleirscher 2015, 375f) eine Verwendung der Marmorformen zum Guss von Goldbarren und eine Nutzung der Ofenbatterien in AA/41 und AA/41A zu diesem Zweck unter Vorbehalt der Einmaligkeit dieses Vorgangs an.

Er legt dar, dass Marmor wegen seiner nicht ausreichenden Hitzebeständigkeit als Gussform für Goldbarren ungeeignet sei. Hinzu komme, dass im Gegensatz zu einer theoretisch errechneten Befüllung der marmornen Barrengussformen aus

AA/36 mit Blei eine solche mit Gold „keine runden und gut rechenbaren Gewichtseinheiten“ liefere (Gleirscher 2015, 375). Dem ist entgegenzuhalten, dass bisher keine frühkaiserzeitlichen Goldbarren auf uns gekommen sind, die diese Deutung untermauern würden, hingegen zumindest spätantike Goldbarren nachweislich nicht nach Gewicht normiert gegossen wurden (H. Steuer, RGA, s.v. Feldioara; Avisseau-Broustet/Colonna 2017, 134f; Das Gold des Kaisers, Katalog KHM 2017, XI.). Eine Ausbeutung Kärntner Bleivorkommen während der römischen Kaiserzeit ist gleichfalls nicht evident. Zur Untermauerung seiner These wurden zudem weder eine mikroskopische Autopsie noch weiterführende naturwissenschaftliche Analysen an den Marmorgussformen angestellt.

Bedauerlich ist, dass diese „neue Deutung“ wohl die „wissenschaftliche Grundlage“ für die im Jahre 2014 seitens der Direktion des Landesmuseums verfügte Demontage und Schließung des zu erheblichen Teilen drittmittelfinanzierten Goldmuseums am Magdalensberg darstellte, wobei Vitriolen, Paneele und sicherheitstechnischen Einrichtungen zerstört wurden.

Im Jahr 2015 regte A. Lippert die naturwissenschaftliche Untersuchung der 1993 in AA/36 gefundenen Marmorgussformen im Hinblick auf Relikte von Gold und dessen Zusammensetzung durch die Montanuniversität Leoben an. Zusätzlich sollten die 1996 und 1997 gemachten Funde im Bereich der Öfen der „Goldschmelzwerkstatt“ rasterelektronenmikroskopisch auf Gold und weitere Metalle untersucht werden.

Eine erste Begehung und Bemusterung fand am 3. Mai 2017 am Magdalensberg statt. Dabei wurden fünf metallurgische Proben aus dem Werkstattbereich AA/41 genommen und nachfolgend deren polierte Anschliffe mikroskopisch untersucht.

Am 28. August 2017 wurden die beiden Gussformen und ein Schmelztiegel am Magdalens-

berg mit einem Digitalmikroskop der Firma Keyence durch Herrn J. Maric untersucht (Abb. 1). Dabei konnten in beiden Gussformen und in einem Gusstiegel metallische Partikel dokumentiert werden. Die mikroskopische Erstuntersuchung mittels Digitalmikroskop zeigte, dass metallisch glänzende Partikel sowohl im Inneren der Gussformen, an den Wänden und auch auf der Oberfläche der Marmorblöcke außerhalb der Gussform auftreten (Abb. 1).

Am 9. November 2017 wurden die Gussformen in einem Sondertransport an die MU Leoben gebracht und dort beprobt. Dazu wurden metallisch glänzende Bestandteile unter mikroskopischer Kontrolle mittels „Sticky Tape“ von den Probenwandungen entfernt und auf REM-Träger aufgebracht. Anschließend wurden 13 REM-Proben an einem Rasterelektronenmikroskop Zeiss EVO10 mit Rückstreuelektronendetektor und einem Bruker EDX-Detektor am Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenlehre, Montanuniversität Leoben, untersucht.

Ergebnisse

Die römischen Gussformen bestehen aus Kraiger Marmor (bestätigt durch Prof. W. Prochaska, Montanuniversität Leoben).

Goldpartikel

Die Goldpartikel in der „kleinen“ und der „großen“ Gussform erreichen bis zu 0,4 mm Größe. Insgesamt wurden 20 Goldpartikel im Größenbereich von 10 µm bis 400 µm untersucht.

Gold kommt in Paragenese mit Calcit (Bruchstücke des Marmorblocks) (Abbildung 2a), sowie mit Biotit und Gips vor. Das Goldpartikel in Abbildung 2a, das eindeutig aus einer Schmelze stammt, ist mit 99,8 wt% Gold hochrein. Silber und Kupfer sind nur in Spuren nachweisbar.

Goldpartikel kommen in der Gussform auch in blättrigem Habitus vor (Abbildung 2b, c). Diese Partikel weisen einen signifikanten Kupfer-Gehalt von bis zu 3,74 wt%, bei 0,81 wt% Silber, auf.



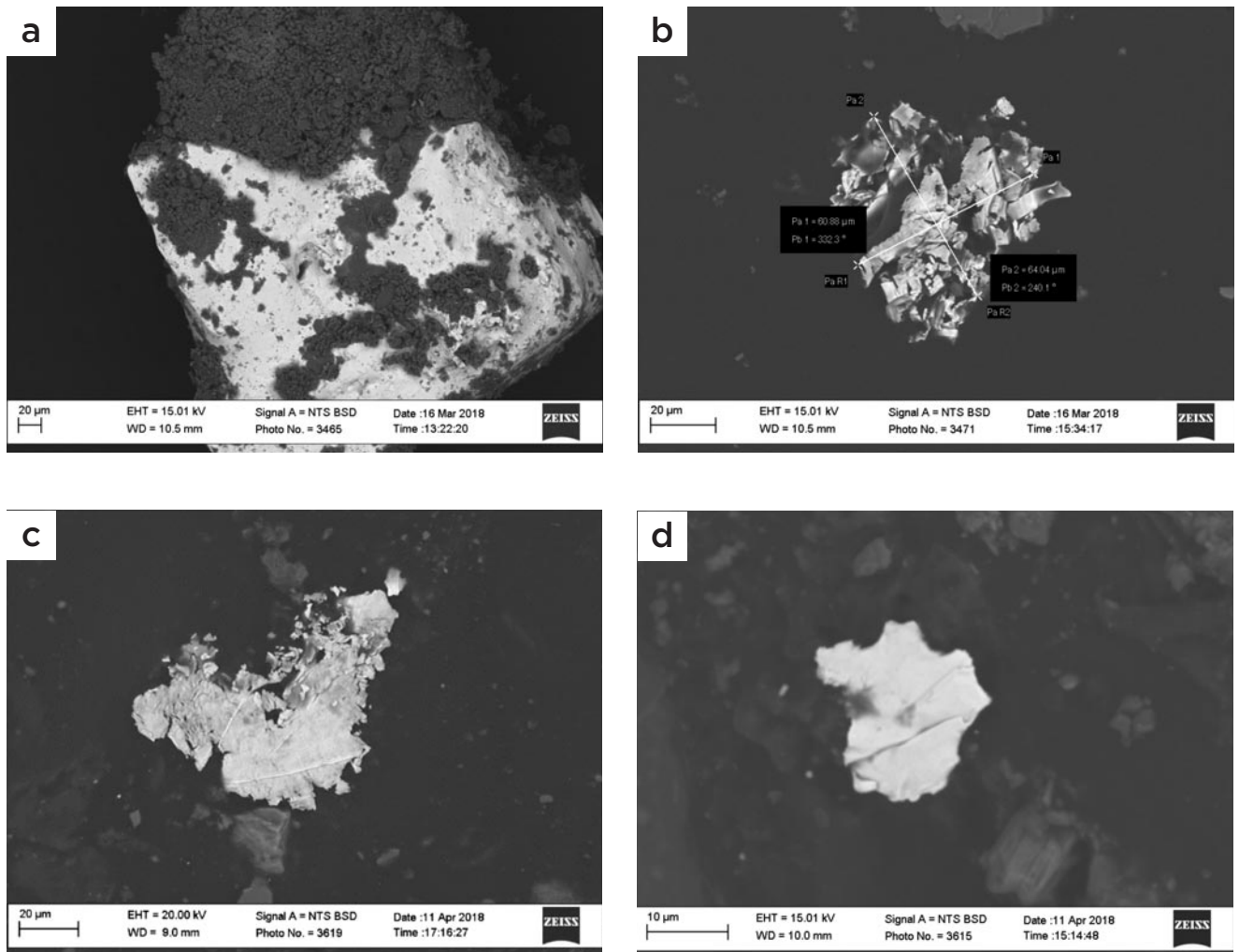


Abb. 2: Goldüberzug auf Marmor (a), freie Goldpartikel (b, c) und Platinpartikel (d) aus den Gussformen; Rückstreuелеktronenbilder

Im Zuge der chemischen Analyse wurden in erster Linie die Elemente Gold, Silber und Kupfer ausgewertet. Mögliche weitere Begleitelemente

wie Palladium, Platin oder Quecksilber konnten nicht nachgewiesen werden. Der Feingehalt des Goldes ist in Abbildung 3 dargestellt.

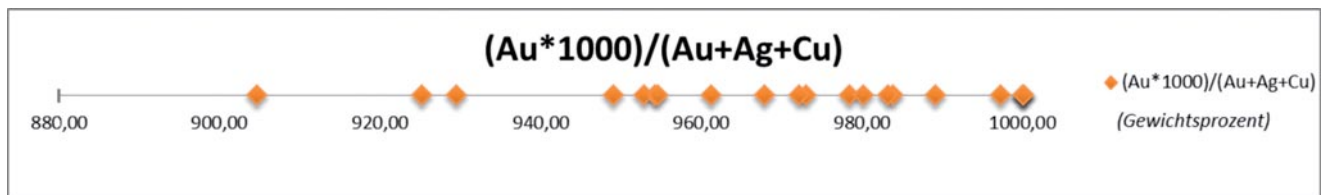


Abb. 3: Feingehalt des Goldes aus den Gussformen

Abbildung 4 zeigt die Goldzusammensetzung im Au-Ag-Cu System. Es wurden sowohl hochreine, als auch verhältnismäßig kupferreiche Goldpar-

tikel analysiert. Auffallend ist, dass die Partikel fast ausschließlich mehr Kupfer als Silber enthalten

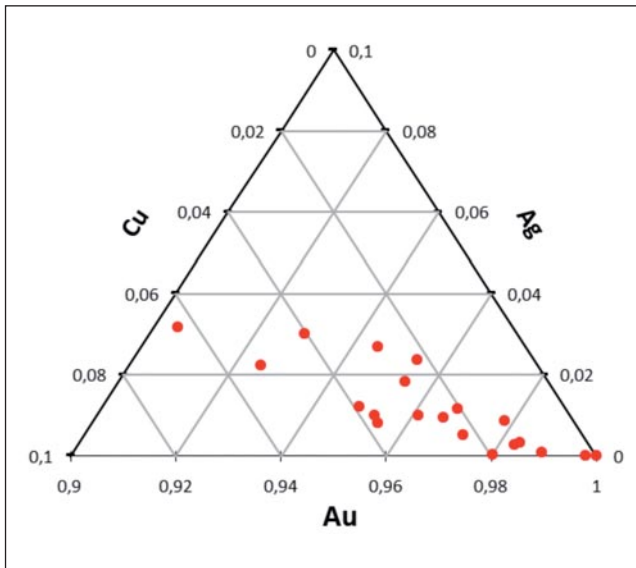


Abb. 4: Goldpartikel im Au - Ag - Cu System

Weitere metallische Partikel

Die Gussformen enthalten noch weitere, im Rückstreuerelektronenbild helle Phasen, z. B. Platin, Galenit, Bronze, Eisen-Chrom Späne und metallisches Eisen.

Bei den Platinpartikeln handelt es sich um gold-freies Platin mit bis zu 0,29 wt% Palladium (Abbildung 2d, Tabelle 1). Die Größe der Partikel variiert von 5 μm bis 17 μm . Platin, das häufig als Legierungen mit Eisen oder Arsen auftritt (Oberthür et al. 2016), reichert sich speziell in Sekundärlagerstätten an und ist für Berggold,

wie es in den Alpen vorkommt, untypisch. Dass die Platinpartikel von einem Werkzeug im Zuge der Probennahme stammen, ist unwahrscheinlich. Es ist daher anzunehmen, dass diese Partikel einen Zusammenhang mit der römischen Metallurgie haben.

Bei den detektierten Bleisulfiden handelt es sich um Galenit (Bleiglanz, PbS ; Abbildung 5) Kristalle. Diese Phasen sind als Verunreinigung nach der Verwendung des Marmorblockes als Gussform zu betrachten.

Bronzelegierungen wurden mit variierendem Cu-Sn Verhältnis detektiert. Die chemische Zusammensetzung eines Bronzebruchstücks ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Die Eisen-Chrom Späne weisen eine konstante chemische Zusammensetzung auf (Tabelle 1). Diese Späne könnten auf Verunreinigungen im Zuge der Probennahmen zurückzuführen sein. Eisen-Chrom Legierungen befinden sich in Werkzeugen, die möglicherweise bei Präparieren der Gussform verwendet wurden.

Reines Eisen tritt in Form von Schmelzperlen auf. Diese erreichen einen Durchmesser von bis zu 20 μm (Abbildung 6). Die kugelige Form der Perlen ist typisch für Schmelzprozesse.

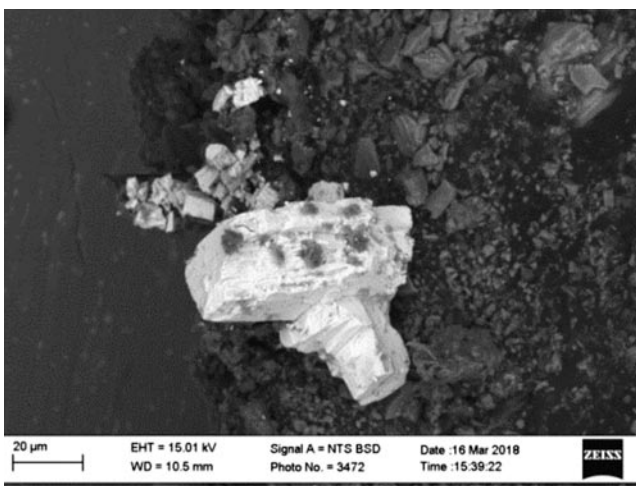


Abb. 5: Idiomorpher Galenit in der Gussform

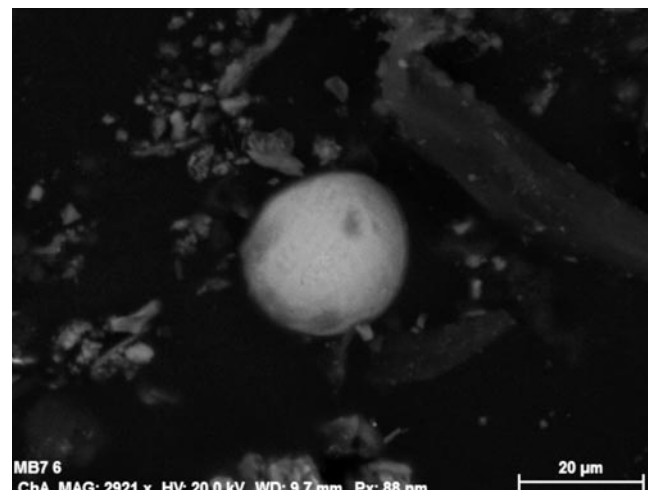


Abb. 6: Eisen Schmelzperlen mit 20 μm Durchmesser

norm. Massenprozent											
Art	Spektrum	Na	Al	S	Cr	Fe	Cu	Pd	Sn	Pt	Pb
Pt	MB 6 15							0,29		99,71	
Bleiglanz	MB 3 8	0,29		9,79							89,92
Bronze	MB 12 2			1,05		1,10	80,48		17,36		
Fe-Cr	MB 2 4				14,32	85,68					
Fe	MB 1 1					100,00					

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung von exemplarischen Metallpartikeln

Diskussion

Die Herkunftsfrage des Goldes der „norischen Taurischer“ wird kontrovers diskutiert (Sperl 2003, Vetters 2010; Vetters/Pohl 2012; Pichler 2013; Pichler/Gleirscher 2011). Im Vergleich der neu gewonnenen Daten mit jenen zu Goldvorkommen in Kärnten und Steiermark (Schmiderer 2008) erscheint klar, dass sich zumindest die Partikel aus der Gussform nicht direkt aus Tauerngold oder Klieninggold ableiten lassen. Da ein hoher Reinheitsgrad des Goldes in den Barrengussformen vorliegt ist zuvor geläutertes aurum eingebracht worden. Aufgrund der zur Füllung der Gussform notwendigen großen Goldmenge ist außerdem davon auszugehen, dass hier Gold verschiedener Herkunft eingeschmolzen wurde. Dies könnte Flussgold, Berggold, aber auch bereits verwendetes Gold (recycliertes Gold aus Kunstgegenständen unterschiedlicher Herkunft) einschließen. Flussgold ist in der Regel ärmer an Silber als Berggold, speziell jenes aus den Hohen Tauern, in denen die Silberkonzentrationen häufig zwischen 10 und 15 wt% liegen (Schmiderer 2008). Tauerngoldvererzungen zeigen einen recht einheitlichen Kupfergehalt mit Werten zwischen 0,005 und 0,1 %. Auch die – sehr reinen – Platinpartikel können als Hinweis auf Beimengung von alluvialen Seifengold gewertet werden. In vielen mittel- und südeuropäischen Flüssen sind geringe Mengen an Platingruppen-elementmineralen nachgewiesen worden (Oberthür et al. 2016).

Als Facit bleibt derzeit festzuhalten, dass sich der Goldguss in die Marmorbarren naturwissenschaftlich außer Zweifel stellen lässt. Eine Nutzung der Ofenbatterien in AA/41 auch zum Goldguss ist bereits durch die metallurgischen

Analysen des Jahres 2002 wahrscheinlich gemacht.

Literatur

- Avisseau-Brouset/Colonna 2017: M. Avisseau-Brouset/C. Colonna (Hrsg.), *Le Luxe dans l'antiquité. Trésors de la Bibliothèque Nationale de France* (Arles 2017).
- Dolenz 2002: H. Dolenz, Interdisziplinäre Forschungen. In: *Rudolfinum. Jahrbuch des Landesmuseums für Kärnten* 2001 (Klagenfurt 2002) 140.
- Dolenz 2003: H. Dolenz, Die Goldbarrengießerei in der Stadt auf dem Magdalensberg. Einblicke in einen kaiserlich römischen Hightec-Betrieb. In: *Neues Museum* 1, 2003, 30–34.
- Dolenz 2015: H. Dolenz, Die Goldbarrengießerei in der Stadt auf dem Magdalensberg. Einblicke in einen kaiserlich römischen Hightec-Betrieb. In: Th. Stöllner/K. Oeggel (Hrsg.), *Bergauf bergab. 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen*. (Bochum 2015) 383–388.
- Gleirscher 2009: P. Gleirscher, Noreia – Atlantis der Berge. Neues zu Götting, Stadt und Straßenstation (Klagenfurt 2009).
- Gleirscher 2011: P. Gleirscher, Zum Goldreichtum der norischen Taurischer. In: *Arch.Korr.Blatt* 41.
- Gleirscher 2013: P. Gleirscher, Zur Nachweisbarkeit einer antiken bergmännischen Nutzung der Edelmetallagerstätten in den Hohen Tauern und im Lavanttal. *Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde* 153.
- Gleirscher 2014: P. Gleirscher, Frühes Gold aus Kärnten. *Opera Instituti Archaeologici Sloveniae* 30.
- Gleirscher 2015: P. Gleirscher, Keltisch-römischer

- Edelmetallbergbau in den Hohen Tauern? In: Th. Stöllner/K. Oegg (Hrsg.), *Bergauf bergab. 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen.* (Bochum 2015) 373–376.
- Gleirscher 2016: P. Gleirscher, Der Magdalensberg, anders gesehen. Akten des 15. Österreichischen Althistorikertages Salzburg, 20–22. November 2014. *Diomedes Sonderband* (Salzburg 2016) 73–82 insbes. 75–76.
- Gleirscher/Hirtenfelder 2014: P. Gleirscher, E. Hirtenfelder, *Mythos Magdalensberg. Pompeji der Alpen und heiliger Gipfel* (Wien-Graz-Klagenfurt 2014).
- Oberthür et al. 2016: T., Oberthür, F. Melcher, S. Goldmann, H. Wotruba, A. Gerdes, A. Dijkstra, C. Dale, Mineralogy and mineral chemistry of detrital heavy minerals from the Rhine River in Germany as evidence to their provenance, sedimentary and depositional history: focus on platinum-group minerals and remarks on cassiterite, columbite-group minerals, and uraninite. *International Journal of Earth Sciences* 105, 637–657.
- Piccottini 1994: G. Piccottini, Gold und Kristall am Magdalensberg. In: *Germania* 72, 2. Halbband 467–477.
- Piccottini 2000: G. Piccottini, Norisches Gold für Rom. In: *Rudolfinum. Jahrbuch des Landesmuseums für Kärnten* 1999 (Klagenfurt 2000) 68–75.
- Piccottini 2001: G. Piccottini, Norisches Gold für Rom. In: *ÖAW Anzeiger phil.-hist. Klasse* 136, 41–67.
- Pichler 2013: A. Pichler, Zur Diskussion um die Goldlagerstätte der „norischen Taurischer“ an der Klienung. In: *Carinthia II* 203/123.
- Pichler/Gleirscher 2011: A. Pichler/P. Gleirscher, Zum Goldreichtum der „norischen Taurischer“. Lagerstätten versus antike Quellen. In: *Arch.Korr.Blatt* 41, 51–63.
- Schmiderer 2008: A. Schmiderer, *Geochemische Charakterisierung von Goldvorkommen in Europa.* Dissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Sperl 2002: G. Sperl, Frühestes Werkstoff-Prüfzentrum am Magdalensberg. In: *Rudolfinum. Jahrbuch des Landesmuseums für Kärnten* 2001 (Klagenfurt 2002) 151–156.
- Vetters 2010: W. Vetters, Wo lag das Gold der Norischen Taurischer? Eine Neuinterpretation eines Textes von Strabon/Polybios aus geologischer Sicht. *Römisches Österreich* 33, 123–141.
- Vetters/Pohl 2012: W. Vetters/W. L. Pohl, Das Gold der „Norischen Taurischer“. Die Geologie des Vorkommens von Polybios/Strabon. *Carinthia II* 202/122, 273–286.
- Wagner 2002: U. Wagner, Der Feldversuch 180501 am Magdalensberg/Kärnten. In: *Rudolfinum. Jahrbuch des Landesmuseums für Kärnten* 2001 (Klagenfurt 2002) 147–150.

ANMERKUNGEN

- 1 Landesmuseum für Kärnten, Abteilung Provinzialrömische Archäologie, Museumgasse 2, 9020 Klagenfurt am Wörthersee,
- 2 Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenlehre, Montanuniversität Leoben, Peter-Tunnerstr. 5, 8700 Leoben



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Rudolfinum- Jahrbuch des Landesmuseums für Kärnten](#)

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: [2017](#)

Autor(en)/Author(s): Dolenz Heimo, Doppelmayer David, Melcher Frank

Artikel/Article: [Mikroskopische, mineralogische und mineralchemische Untersuchungen der Marmorgussformen aus dem Gebäude AA/36 vom Magdalensberg 99-105](#)