

Josef Ries

„Low Tech“ beim Hallstätter Salzabbau? Überlegungen zur Verwendung von Bronzewerkzeugen in der Älteren Eisenzeit



Tagungsband
Archäologie und Geschichte
Siedlung und Wirtschaft im alpinen Raum
24. und 25. November 2018 in Haus im Ennstal

Josef Ries

**„Low Tech“ beim Hallstätter Salzabbau? Überlegungen zur Verwendung von
Bronzewerkzeugen in der Älteren Eisenzeit**

Forschungsberichte der ANISA für das Internet
5, 2019 (ANISA FB 5, 2019)

www.anisa.at

am 28. 01. 2019 ins Netz gestellt

© ANISA, Verein für alpine Forschung. Haus, Austria
www.anisa.at
Alle Rechte vorbehalten!

Falls trotz genauer Überprüfung Bildrechte verletzt worden sein sollten, bitten wir um Bekanntgabe an: anisa@anisa.at

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
Hallstatt	4
Zum „herzförmigen“ Salzabbau der älteren Eisenzeit	6
Dürrnberg bei Hallein	12
Zusammenfassung	13
Abstract	14
Abbildungen	14
Literaturverzeichnis	14

„Low Tech“ beim Hallstätter Salzabbau? Überlegungen zur Verwendung von Bronzewerkzeugen in der Älteren Eisenzeit

Obwohl mit Eisen im untersuchten Zeitraum bereits ein hochwertigeres Material zur Verfügung stand, wurde in Hallstatt auch weiterhin mit Bronzepickeln gearbeitet. Dies verwundert, da technische Innovationen oft aus betriebswirtschaftlichen Erfordernissen resultieren und man gemeinhin erwarten würde, dass bessere Pickel zu verbesserten Abbaubedingungen und somit einem höheren Ertrag führen. Der vorliegende Artikel widmet sich diesem altbekannten Thema und beschäftigt sich mit den prähistorischen Salzabbaugebieten im Hochtal oberhalb von Hallstatt und dem Dürrnberg bei Hallein. Beachtung finden sowohl die jeweiligen Abbaumethoden als auch das verwendete Werkzeug und die geologischen Bedingungen vor Ort. Im Fall der im Fokus der Ausführungen stehenden Hallstätter Salzbergwerke können zudem Unterschiede und Gemeinsamkeiten von bronzzeitlichen und eisenzeitlichen Abbautätigkeiten miteinander verglichen werden.

Im Laufe der an beiden Orten fast 200jährigen Forschungsgeschichte¹ konnten bereits viele Rätsel gelöst werden. Dennoch gibt es Fragestellungen, für die bisher keine weiterführenden Erkenntnisse gewonnen wurden. Die Beschäftigung mit derartigen Themengebieten erfordert naturgemäß, auch über den derzeitigen Forschungsstand hinausgehende Überlegungen anzustellen, die dann durch künftige Ergebnisse bestätigt oder auch widerlegt werden können. Ebenso wie in der bisherigen Forschungsgeschichte sollte dies jedoch nicht davon abhalten sich mit solchen Fragen zu beschäftigen, da auch experimentalarchäologische Untersuchungen auf vorausgehenden Theorien basieren.

Viele Funde aus dem Salzbergbau lassen

¹ Stöllner 2015a, 287.

ihren Verwendungszweck nicht eindeutig erkennen, wodurch die Interpretation erschwert wird. Oftmals bleibt nur die Möglichkeit, sich über Vergleiche (sog. Analogieschlüsse) der prähistorischen Lebenswelt anzunähern.² Entgegen der Tatsache, dass gerade bei der Überlieferung von handwerklichen Tätigkeiten vor allem in den letzten Jahrzehnten durch die Umstellung der Lebensweise großer Bevölkerungsteile viel Wissen verloren ging, gibt es auch positive Ausnahmen. So darf etwa auf die Herstellung von Hausschuhen aus Gras (Seegrass-Segge) im oberösterreichischen Innviertel verwiesen werden, wobei dieses Material unter anderem auch zur Erzeugung von Seilen Verwendung fand.³ Somit wurden selbst in der jüngeren Vergangenheit noch gezielt bestimmte Wildpflanzen für die Produktion von Gegenständen des täglichen Gebrauchs oder andere geeignete Einsatzmöglichkeiten aus der Natur entnommen und verarbeitet, was gerade im Hinblick auf Vergleiche mit vorgeschichtlichen Verwendungszwecken und Arbeitsweisen nicht uninteressant erscheint.

Im Folgenden wird der Forschungsstand zu den prähistorischen Hallstätter Salzbergwerken ganz kurz umrissen, um so Überblicksbilder zu den vermuteten Arbeitsbedingungen und Abläufen zu vermitteln. Nach einer Gegenüberstellung der jeweiligen Abbaumethoden liegt der Fokus auf dem Salzabbau in der Älteren Eisenzeit, bevor anschließend noch kurz auf die Situation am Dürrnberg eingegangen wird.

Hallstatt

Der *bronzezeitliche Salzabbau* zeichnete sich durch die Anlage von vertikalen Schächten aus. Sobald abbauwürdige Salzvorkommen erreicht wurden, begann die Einrichtung von

² Hierzu Kowarik – Reschreiter 2008, 218 f.

³ In diesem Zusammenhang ist der Artikel von M. Hohla (2014, „Rasch“, „Reisch“ oder „Seegrass“ – ein fast vergessenes Geschenk unserer Wälder) zu nennen, der aus langjährigen Forschungen resultiert und neben ausführlichen Beschreibungen des Handwerks auch noch eine umfangreiche Auflistung mit weiterführender Literatur beinhaltet.

Bronzezeit	Ältere Eisenzeit
Vertikale Schächte mit horizontalen Abbauhallen	Horizontale Abbauhallen ohne Schächte
Abbau des Salzes durch einzelne Pickelschläge	Abbau durch Ablösung von Salzformationen
Gewinnung von kleinstückeligem Salz	Gewinnung von „herzförmigen“ Salzplatten
Abtransport mit Tragesäcken und dann über den Schacht nach oben	Abtransport durch Tragen über schräge Stollen
Einsatz von Bronzepickeln mit langem Stiel	Einsatz von Bronzepickeln mit kürzerem Stiel samt Schwächung im vorderen Teil
Bedienung des Pickels durch eine Person	Bedienung des Pickels durch ein bis zwei Personen

Tab. 1

horizontalen Abbauhallen.⁴ Die Gewinnung von kleinstückeligem Salz erfolgte im sogenannten trockenen Abbau. Die mit langstieligen Bronzepickeln durchgeführte Abbautechnik konnte an Hand von Abbauspuren rekonstruiert werden: zuerst wurden mit dem Pickel tiefe parallele Rillen in den Berg geschlagen und anschließend die dazwischen befindlichen Teile ausgebrochen.⁵ Der Abtransport an die Oberfläche erfolgte zum Sammelort am Schacht hin mit Tragesäcken und dann über diesen nach oben.⁶

In der *Älteren Eisenzeit* wurden nur noch horizontale Abbauhallen angelegt, die dem Verlauf der Salzadern folgten, jedoch keine Schächte.⁷ Zum Einsatz kamen wiederum Bronzepickel, die allerdings einen kürzeren Stiel mit einer Schwächung im oberen Drittel aufwiesen.⁸ Dabei ist auf Grund der stark zerfaserten Hinterseite der Pickelschäftungsköpfe zumindest teilweise von der Verwendung der Schlägel-Eisen-Technik auszugehen, die zwei Personen erfordert.⁹ Der Abbau geschah nun in Form von herzförmigen Salzplatten, deren

Negative in einem eisenzeitlichen Hohlraum im Stügerwerk überdauert haben.¹⁰ Der Transport an die Oberfläche dürfte über schräge Stollen durch Tragen erfolgt sein.¹¹

Über die Abbautechnologie der *Jüngeren Eisenzeit* in Hallstatt ist nichts bekannt¹², weshalb auf diese Zeitstufe am genannten Ort bei den folgenden Betrachtungen nicht weiter eingegangen wird.

Die getroffenen Aussagen zu den vorgestellten Bergbautätigkeiten sind in Tabelle 1 noch einmal tabellarisch aufgelistet.

Zusammenfassend wird in der *Älteren Eisenzeit* also eine neue Abbaustrategie eingesetzt, eine neue Abbautechnik angewandt und so ein neues Abbauprodukt gewonnen, das eine neue Methode für den Abtransport erfordert. Ebenso wird ein neuer Typ von Pickelschäftungen¹³ verwendet und zumindest

⁴ Reschreiter – Kowarik 2008a, 51–53. Für die Möglichkeit zur Besichtigung von prähistorischen Fundstellen im Hallstätter Bergwerk danke ich D. Brandner und H. Reschreiter.

⁵ Reschreiter – Kowarik 2008b, 54. Im Jahr 2015 erfolgte die Vorstellung von neueren Forschungsergebnissen zur bronzezeitlichen Pickelführung (siehe etwa Jezek 2015; Vosatka 2015).

⁶ Reschreiter – Kowarik 2008c, 55.

⁷ Reschreiter – Kowarik 2008d, 85.

⁸ Reschreiter – Kowarik 2008e, 87.

⁹ Reschreiter u. a. 2008, 89.

¹⁰ Reschreiter u. a. 2008, 88. Als weitere Fundstelle derartiger Abbaufiguren ist das Edlersbergwerk zu nennen (Reschreiter – Kowarik 2015, 293).

¹¹ Reschreiter u. a. 2008, 89–91.

¹² Reschreiter – Kowarik 2008f, 162; ähnlich Reschreiter – Kowarik 2015, 294 mit Verweis auf Schauburger 1960 und weiterführenden Literaturangaben.

¹³ Eine übersichtliche Darstellung der in Hallstatt (Bronze- und Eisenzeit) und Hallein eingesetzten Pickelschäftungen findet sich bei Trebsche 2002, 10 Abb. 8. Die Geometrie des in Hallstatt in der *Älteren Eisenzeit* verwendeten Werkzeugs legt nahe, dass dessen hauptsächliches Anwendungsgebiet in der Schlägel-Eisen-Technik liegt. Die Schwächung des

teilweise auf eine neue Arbeitsteilung umgestellt.

Annähernd gleich bleiben somit nur die Pickelspitzen und das verwendete Material: Bronze.

Aber warum?

Da Not bekanntlich erfinderisch macht ist davon auszugehen, dass triftige Gründe für das Festhalten an dem doch relativ weichen Werkstoff und der bereits bekannten Formgebung sprachen. War dies gar der neuen Abbaumethode geschuldet?

Zum „herzförmigen“ Salzabbau der Älteren Eisenzeit

Über die 1932 im Stügerwerk aufgefundenen herzförmigen Abbaufiguren wurde bereits viel geschrieben, da der überraschende Fund dieser Arbeitsspuren wohl die Basis aller rekonstruierten Arbeitsschritte zum Brechen des Salzes darstellt. Im Jahre 1949 erfolgte eine detaillierte Beschreibung der prähistorischen Abbaumethode samt schematischer Darstellung durch F. Morton.¹⁴ Ausgegangen wurde dabei von einer Ablösung der Salzplatten aus dem Schramm in der Mitte der Figur heraus.¹⁵ Wie man durch Auskeilen zum gewünschten Ergebnis kommen sollte, erschließt sich allerdings nicht.

K. Riehm schlug (deshalb) 1965 eine Verlängerung des Mittelschramms zum peripheren Schramm hin vor, um so abschlagreife Salzplatten zu gewinnen.¹⁶ Gegen die von Riehm vorgeschlagene Abbautechnik

Stiels bewirkt bei Schlägen auf den Pickelkopf vor allem eine Dämpfung der Prellungen für die den Pickel haltende Person (siehe auch Raab 2010, 51 f.). Als weitere Vorteile bei der Verwendung der Schlägel-Eisen-Technik können der genaue Ansatzpunkt und die höhere Krafteinwirkung angeführt werden. Ein Einsatz als eigenständiges Schlaggerät ist ebenfalls möglich. Hierfür ist die angeführte Verminderung des Pickelstils jedoch nicht unbedingt nötig, da diese zu einer Verringerung der Schlagenergie auf die gewünschte Stelle führen muss.

¹⁴ Morton 1949, 70–72.

¹⁵ Morton 1949, 71.

¹⁶ Riehm 1965, 92. 94 Abb. 6.

von zwei einzelnen, freistehenden Herzhälften sprechen unter anderem jedoch die Negative im Stügerwerk selbst, da diese keinen durchgehenden Mittelschramm aufweisen. Ein weiteres Gegenargument liefert der Fund eines prähistorischen Salzbarrens, auf den an anderer Stelle noch genauer eingegangen wird. Bereits 1976 wurden von F.E. Barth die Ergebnisse von experimentalarchäologischen Forschungen im Salzbergwerk Hallstatt veröffentlicht, die mit rekonstruierten Werkzeugen durchgeführt wurden.¹⁷ Wie die freigeschrämmt Salzherzen gelöst werden konnten, ist allerdings noch ungeklärt.¹⁸ Möglicherweise bietet eine genaue Betrachtung der Negative jedoch neue Ansätze, warum sich gerade diese Abbaumethode durchgesetzt hat.

Am Beginn steht die Beschäftigung mit der Form, die allenfalls als annähernd herzförmig bezeichnet werden sollte. Diese Feststellung ist insofern wichtig, dass bei der Verwendung einer „typischen“ Herzform ein großer Vorteil verlorengehen würde: die optimale Nutzung des anstehenden Salzes.

Dies soll an einem Beispiel verdeutlicht werden: Nach dem Loslösen eines annähernd herzförmigen Salzblockes bildet dessen unterer Rest des V-förmigen Bogenschramms den Beginn für die Loslösung der nächsten Figur.¹⁹ Werden auf diese Weise mehrere Figuren hinter einander abgebaut, wird der anfallende Salzgrus so gering als möglich gehalten. Der große Vorteil dieser linearen Anordnung lässt sich in der folgenden

¹⁷ Barth 1976a, 25–29.

¹⁸ Siehe etwa Reschreiter – Kowarik 2011, 86; Reschreiter – Kowarik 2015, 293.

¹⁹ Zur Bedeutung dieser Beobachtung ist etwa auf den markanten Unterschied in der Ausgestaltung des oberen Bereichs einer originalen Negativform im Stügerwerk (siehe Reschreiter u. a. 2008, 88 Abb. rechts oben; die Abbildung findet sich auch bei Ruß-Popa 2011, 23 Abb. 9) und der davon abweichenden Kontur beim Anlegen einer modernen Abbaufigur (siehe Reschreiter u. a. 2008, 89 Abb. rechts oben; Reschreiter–Kowarik 2011, 85) hinzuweisen. Der obere Bereich der erstgenannten Figur wird dabei von der vorausgehenden Abbaufigur vorgegeben, was bei einer wirklich herzförmigen Ausführung so nicht möglich wäre. Auf Grund der leichteren Lesbarkeit wird im restlichen Artikel jedoch zumeist auf die volle Ausformulierung der Ansprache verzichtet.

Darstellung (Abb. 1) gut erkennen.²⁰

Ebenfalls auffällig ist die Sorgfalt, mit der die äußeren Ränder der Abbaufigur in Form eines V-förmigen Bogenschramms²¹ ausgearbeitet wurden. Ersichtlich ist dies an den klar definierten Außenkonturen der erhaltenen Negativformen im Stügerwerk, bei denen es sich jeweils um die tiefste Stelle des ursprünglichen Bogenschramms handelt.²²

Nachdem mit Hilfe des Bronzepickels die gewünschte Form und Tiefe des Schramms ausgearbeitet worden war, erfolgte wohl die abschließende Retusche der bereits erwähnten Kontur. Zusätzlich unterstützt werden konnte das Bruchverhalten des Salzes durch die Anlage einer vordefinierten, umlaufenden Sollbruchstelle.²³ Mit welchem Werkzeug diese ausgeführt wurde, bedarf noch einer genaueren Klärung. Im Bergwerk verbliebene Artefakte aus Bronze wurden durch die chemische Einwirkung des Salzes weitgehend zersetzt, so dass ihre Lage oft nur noch an einer auffälligen örtlichen Grünfärbung ersichtlich ist.²⁴

Als äußerst ungewöhnlich ist jedoch auch die homogene Bruchfläche der abgebauten

²⁰ Nicht ersichtlich ist dieser Zusammenhang hingegen bei der bekannten Abbildung „Anordnung der Handschrämme im präh. Grubenteil des Stüger-Werkes“ von F. Morton (1949, 71), da die Abbaufiguren sehr schematisch wiedergegeben sind. Das „ineinander greifen“ der einzelnen Figuren ist nicht erkennbar.

²¹ Zur Ausgestaltung des Bogenschramms siehe Barth 1976b, 820 Abb. 1. 821.

²² Siehe etwa Reschreiter u. a. 2008, 88 Abb. rechts oben.

²³ Vgl. Reschreiter u. a. 2008, 88 Abb. rechts oben. In der angesprochenen Abbildung ist die sorgfältige Ausarbeitung der Außenkontur gut erkennbar. Dass die Negativform des abgesprengten Salzblockes im unteren Bereich nicht einfach direkt bis zur tiefsten Stelle des umlaufenden Bogenschramms verläuft lässt vermuten, dass sich etwas oberhalb dieser eine „besser geeignete“ Schwachstelle befand.

²⁴ Riehm 1965, 92. O. Schauburger (1960, 11) führt an, dass zum Zeitpunkt des Erscheinens seiner Publikation bis auf eine fragliche Ausnahme (Bronzenadel in der Chotek-Wehr/Westgruppe) alle bekannt gewordenen Bronze- bzw. Grünsalzfunde aus dem Bereich der Ost-Gruppe stammen, zu der auch das Stügerwerk gehört. Es bleibt somit die Frage, welche Werkzeuge oder Werkzeuggattungen nicht mehr auf uns gekommen sind.

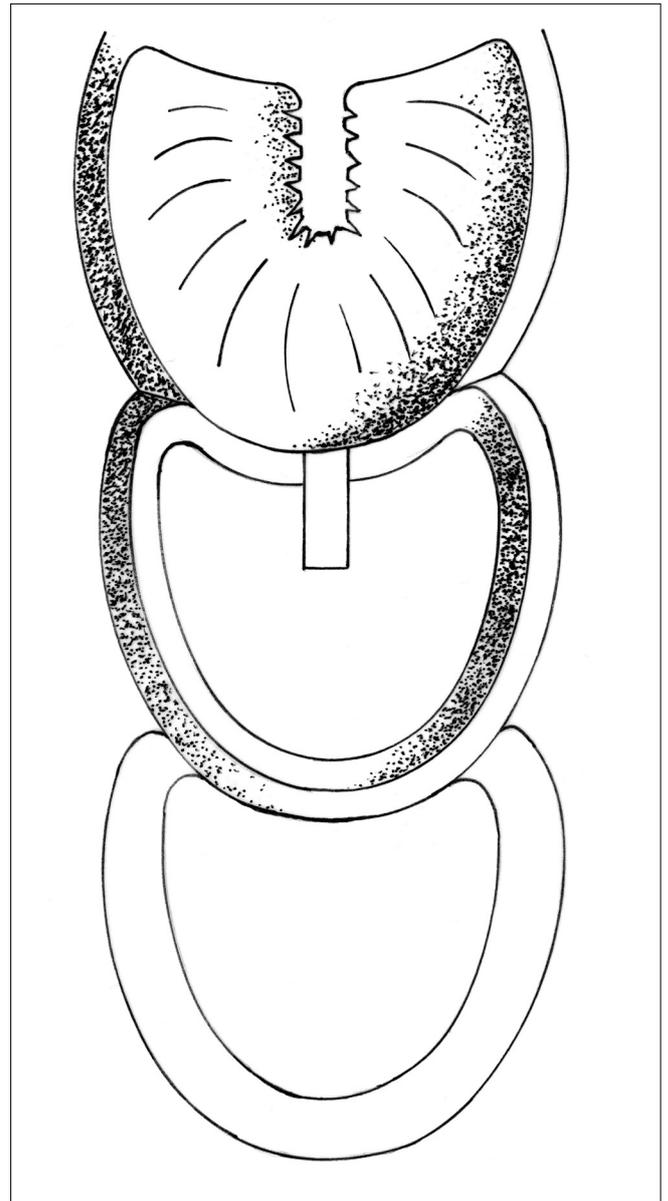


Abb. 1: Nicht maßstäbliche Skizze von drei hintereinander befindlichen Abbaufiguren (modifizierter Rekonstruktionsvorschlag). Die oberste Figur wurde bereits gelöst, so dass eine der bekannten Negativformen zu sehen ist. Darunter ist eine abschlagreife Salzformation mit umlaufenden V-förmigen Bogenschramm dargestellt. Auf diese folgt der Anriss einer weiteren Struktur mit innerer und äußerer Begrenzung des Bogenschramms. Die seitlichen Außenkonturen von bereits gelösten Salzplatten konnten dann auch als Basis für weitere Abbaufiguren genutzt werden, die quer zur dargestellten Richtung angeordnet sind.

Salzblöcke zu bezeichnen. Die Fotografie der Negativform vermittelt den Eindruck, dass sich die Oberfläche vom Schramm ausgehend konvex

zu den seitlichen Rändern und dem unteren Rand hin wölbt.²⁵ Der Salzblock scheint sich somit als Ganzes und in einem Vorgang gelöst zu haben, da die Bruchfläche ansonsten wohl kaum so gleichmäßig wäre. Hinzu kommt, dass keinerlei Pickelspuren auf eine Ablösung von außen hindeuten. Hinweise für die Verwendung von Keilen aus der Mitte nach links und rechts außen hin gibt es ebenfalls nicht.²⁶

Die Oberfläche der Negativform sieht aus, als ob die Salzformation förmlich „abgesprengt“ wurde. Da der für diesen Vorgang nötige Druck vom anstehenden Salz weg zum Betrachter hin ausgeübt wurde, kann es sich meines Erachtens nach um keinen durchgehenden „Mittelschramm“ gehandelt haben. Vielmehr ist im Zentrum der Figur eine Ausnehmung anzunehmen, die den Aufbau des zum Ablösen nötigen Druckes erst ermöglicht (Abb. 2).²⁷

In diese Richtung scheinen auch die an den erhaltenen Negativformen ersichtlichen Kerben im mittleren Bereich der einzelnen Formationen zu verweisen, deren Ausrichtung nach unten hin immer steiler wird.²⁸ Wäre der Mittelschramm bis zum unteren Ende nach vorne (zum Betrachter) hin offen, besteht keine Notwendigkeit die Ausrichtung der seitlichen Kerben zu ändern. Eine am unteren Ende des Schramms befindliche

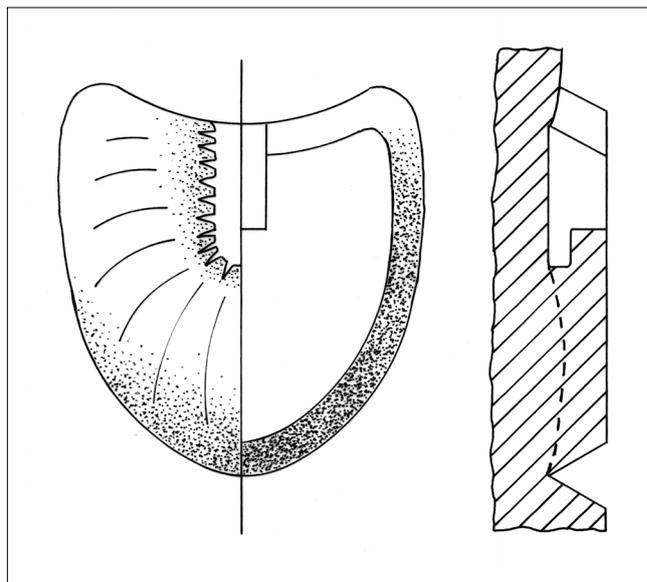


Abb. 2: Schematische Skizze eines Schnittes durch eine abschlagreife Salzplatte (modifizierter Rekonstruktionsvorschlag). Links der Längsachse ist die nach der Ablösung übrig bleibende Negativform zu sehen, rechts die noch abzulösende Salzformation mit Mittelschramm und anschließender Ausnehmung. Auf Grund einer übersichtlicheren Darstellung wurde auf die Wiedergabe der nicht sichtbaren Kanten in der Ausnehmung, der umlaufenden Sollbruchstelle in Form einer Einkerbung und des äußeren Bogenschramms verzichtet. Die Außenkontur der Skizze entspricht somit der Negativform. Daneben befindet sich ein Querschnitt durch die Salzformation entlang der Längsachse, bei der oben die Reste einer bereits abgelösten Abbaufigur zu sehen sind und unten ein vollständig ausgearbeiteter V-förmiger Bogenschramm. Die strichlierte Linie gibt in etwa den Verlauf der Bruchlinie bei der Ablösung der Salzformation an. Der dargestellte Querschnitt entspricht somit der mittleren Abbaufigur aus Abbildung 1.

Ausnehmung führt hingegen zwangsläufig zur Verwendung eines anderen Ansetzwinkels des eingesetzten Werkzeugs (vgl. Abb. 2), der durch den oberen Abschluss der Ausnehmung vorgegeben wird.

Im Zusammenhang mit dem Ablösevorgang ist auf die Beschreibung einer rechten herzförmigen Abbaufigur durch F.E. Barth zu verweisen:

„Die rauheren Teile der Oberfläche

²⁵ Siehe Reschreiter u. a. 2008, 88 Abb. rechts oben. Grundsätzlich ersichtlich ist dies auch in der von Barth (1976b, 820 Abb. 1) vorgestellten Rekonstruktionszeichnung.

²⁶ Gegen die Überlegung, dass man eine „größere Anzahl geschäfteter Lappenpickel der Reihe nach in der Kante des breiten Mittelschramms ansetzte und nacheinander hineintrieb“ (Barth 1982, 9 samt Anm. 20) spricht m.E.n. die Ausrichtung der nach unten hin immer steiler werdenden Löcher (Barth 1982, 9), da sich die im unteren Teil befindlichen Pickel dann überkreuzen würden. Neuere Forschungen ergaben zudem, dass für die Anbringung der Kerben Meißel verwendet wurden (Freundliche Mitteilung von H. Reschreiter).

²⁷ Während beim Vortrag vom Verfasser noch von einer über die ganze Länge des Mittelschramms ausgehenden Ausnehmung ausgegangen wurde, führten Diskussionen im Anschluss desselben zu einer Modifizierung des Rekonstruktionsvorschlags. Herzlicher Dank für Rückmeldungen in Form von Vergleichsmöglichkeiten, berechtigten Einwänden und konstruktiven Anmerkungen ergeht an T. Kühnreiter, H. Reschreiter und B. Hebert.

²⁸ Barth 1982, 9.

– die unteren zwei Drittel der konkaven Schmalseite und die gewölbte Rückseite – sind als Bruchflächen anzusprechen, die glatten Teile der Oberfläche als behauen.“²⁹

Etwas anders ausgedrückt wurden die Flächen der Schmalseite unter der Ausnehmung somit als Bruchflächen erkannt, was jedoch klar gegen die von K. Riehm vorgeschlagene Abbaumethode spricht, da seiner Meinung nach die einzelnen Herzformen freigestellt wurden und diese an der genannten Stelle behauen sein müssten.³⁰

Geht man jedoch davon aus, dass beim anzunehmenden Aufprall auf den Boden zusätzlich auch das dünnere Material an der Ausnehmung abgesprungen ist, passt diese Beschreibung genau zur vorgestellten Abbaumethode. Beachtet man, dass die „Oberfläche des Fundstücks abgerollt oder durch die Lagerung im salzarmen Tagmaterial angelaut“³¹ ist kann es durchaus sein, dass sich diese schmälere Bruchkante kaum mehr erkennen lässt.

Für die vorgestellten Überlegungen spricht jedoch auch noch eine weitere Beobachtung. Wie bereits vorhergehend ausgeführt, ist die Oberfläche der herzförmigen Negative konvex gewölbt. Das Gegenstück sollte somit eine konkave „Rückseite“ aufweisen, die zudem eine Bruchfläche ist, da hier ja die Ablösung geschah. In diesem Zusammenhang noch einmal zwei Zitate aus der Beschreibung des Salzbarrens:³²

„Eine Breitseite ist annähernd gerade, die gegenüberliegende deutlich nach innen gewölbt.“

²⁹ Barth 1976b, 821.

³⁰ Zu im Bergwerk aufgefundenen prähistorischen Salzplatten und der lange tradierten Annahme einer Loslösung der einzelnen Herzhälften etwa Riehm 1965, 92; Barth 1976b, 821; Reschreiter u. a. 2008, 88 f.; Reschreiter – Kowarik 2011, 86 und Ruß-Popa 2011, 23. Abbildungen der Platte mit einem Gewicht von ca. 12 kg in verschiedenen Ansichten finden sich etwa bei Barth 1982, Taf. 12 und Reschreiter – Kowarik 2008g, 86. Bekannt ist aber auch eine weitere Salzplatte mit einem Gewicht von ungefähr 42 kg (Barth 1982, 10. Taf. 13).

³¹ Barth 1976b, 819.

³² Barth 1976b, 819.

„Dennoch ist klar erkennbar, daß die gewölbte Breitseite und etwa zwei Drittel der konkaven Schmalseite deutlich rauher sind als die übrige Oberfläche.“

Da die rauheren Stelle von F.E. Barth als Bruchstellen erkannt wurden, handelt es sich hiermit um die Beschreibung einer konkav gewölbten Rückseite des abgelösten Salzbarrens, die somit bestens zu den erhaltenen Negativformen passt.

Meines Erachtens nach ist davon auszugehen, dass die großen Salzplatten (spätestens) nach dem Ablösen und im besten Fall ohne weiteres Zutun in transportfähige Stücke zerbrachen.³³ Von K. Riehm wurde 1965 darauf hingewiesen, dass die Häuer es nicht nötig gehabt hätten, „sich eines so kunstvollen und komplizierten, vor allem aber zeitraubenden Vortriebsverfahrens zu bedienen“, wenn als Ziel „ein Salzprodukt von roher Bruchsteinform und ungleicher Größe“ angestrebt worden wäre.³⁴ Die Vorteile dieser Abbaumethode wurden nicht erkannt.

Der „große Aufwand“ für die Herstellung der Herzen war wohl eher um einiges kleiner, als die gleiche Menge an Salz mit der bronzezeitlichen Methode abzubauen. Somit wurde auch keine einheitliche Ware angestrebt, wie dies bereits vorgeschlagen wurde.³⁵ In diese Richtung verweist m.E.n. auch die Formgebung der Salzformationen selbst. Geht man von den angegebenen Durchschnittswerten aus (Höhe: 120-130

³³ Ebenso Morton (1949, 71), der davon ausging, dass (allerdings durch allseitige Auskeilung aus dem Mittelschramm) größere Platten und Brocken gebrochen wurden, die zu Boden fielen. Unwahrscheinlich hingegen Riehm (1965, 92), der vorschlug, dass die vom Werkshimmel gelösten halbmondförmigen Blöcke mit straff gespannten Tierhäuten aufgefangen wurden, die von mehreren Häuern gehalten wurden.

³⁴ Riehm 1965, 95 f.

³⁵ Siehe Riehm 1965, Genormtes Formsaltz aus dem urgeschichtlichen Salzbergbau in Hallstatt. Gegen die Herstellung von genormten Formsaltz bereits Barth 1976b, 821; Barth 1982, 9; Reschreiter u. a. 2008, 88 und Reschreiter – Kowarik 2011, 86: „Man erzeugte demnach keine nach Größe oder Gewicht genormten Platten, sondern ungenormtes Stücksalz.“

cm; Breite 120 cm)³⁶ und der angenommenen Abbautiefe von etwa 17 cm aus,³⁷ entstünden Abbaufiguren von annähernd gleicher Höhe/Breite und ungleichmäßiger Stärke, die zudem durch einen Schramm geschwächt würden.³⁸ Für einen weiteren Transport erscheinen diese wohl äußerst fragilen Gebilde kaum geeignet. Hinzu kommen die Konsistenz des abgebauten Salzes, die als „mürbe“ und verhältnismäßig leicht zu bearbeiten angegeben wird,³⁹ sowie das Fehlen von größeren Mengen an Fell- oder Lederriemen für die angedachte Fixierung des Transportguts und die völlige Absenz von Tragestangen im Fundmaterial.⁴⁰ Ebenfalls in diese Richtung verweist die Ausgestaltung des Bogenschramms der am östlichen Ende der prähistorischen Abbauflächen im Stügerwerk gelegenen Negativform.⁴¹ So ist der südliche (in Blickrichtung rechts befindliche) Bogenschramm nicht V-förmig ausgeführt, sondern nur von einer Seite her ausgearbeitet. Die Salzfigur wird in diesem Bereich von der „Umrahmung“ eingefasst und hinterschneidet diese. Die angetroffene Ausführung des Bogenschramms deutet m.E.n. ebenfalls auf ein Zerschlagen der abzubauenen Salzfigur hin, um diese entnehmen zu können. Da die gelösten Salzformationen ab einer

³⁶ Morton 1949, 70. Riehm (1965, 91) gibt die durchschnittliche Höhe mit 125 cm an, die Breite mit 115 cm; Barth (1982, 9) führt ein Größenspektrum der Abbaufiguren von 80 – 140 cm Höhe und 80 – 120 cm Breite an. Die Angaben variieren also ein wenig.

³⁷ Zur Abbautiefe siehe etwa Morton 1949, 71 und Riehm 1965, 91 f.

³⁸ Die ungleichmäßige Stärke der abgebauten Salzformationen resultiert aus der gerade behauenen Oberfläche und der beim Loslösen entstehenden konkaven Rückseite (vgl. Barth 1976b, 820 Abb. 1 sowie Taf. 1). Dies bedeutet, dass die Oberfläche nach dem Ablösevorgang einer Salzfigur „begradigt“ werden musste, bevor mit dem Lösen der nächsten Formation begonnen wurde.

³⁹ Morton 1949, 72.

⁴⁰ Reschreiter u. a. 2013, 32.

⁴¹ Zur Lokalisierung der Abbaufläche siehe Barth 1982, Taf. 2. Die angesprochene Umrahmung der Negativform liegt im Bereich des Passpunktes 1; siehe auch Barth 1982, Faltplan 2 Passpunkt 1 (die Hinterschneidung ist auf Grund der frontalen Ansicht allerdings auch hier nicht erkennbar). Eine Abbildung, auf der die Reste der Einfassung zu sehen sind, findet sich etwa bei Reschreiter – Kowarik 2011, 85. Die vorkragenden Salzstrukturen lassen sich dabei durch den Schattenwurf gut als solche identifizieren.

gewissen Größe relativ instabil gewesen sein müssen und der beim Anlegen der Abbaufiguren anfallende Salzgrus im Bergwerk belassen wurde darf somit auch die Frage aufgeworfen werden, ob etwa gar die geförderten Salzbrocken von ungleichmäßiger Größe das Hallstätter „Trade Mark“ darstellten.

Die einzelnen Salzstücke könnten dann durchaus auch auf der Schulter abtransportiert worden sein, was sich mit den sehr starken Muskelmarken der Hallstätter Frauen bei Muskeln, die zum Heben, Tragen oder Ziehen von schweren Lasten nötig sind, in Einklang bringen lässt.⁴² Größere Stücke konnten für den weiteren Transport auch noch zerteilt werden. Leichtere Salzbrocken hätten aber natürlich auch von Kinder abtransportiert werden können.⁴³

Doch nun noch einmal zurück zur Gewinnung der Salzblöcke. Wie sah das nötige Vorgehen aus? Und wie wurde der erforderliche Druck zum Ablösen der Figuren aufgebaut?

⁴² Zu Muskelmarken und Abnutzungerscheinungen, wie sie durch einen einseitigen Transport von schweren Lasten entstehen, siehe Reschreiter u. a. 2008, 89; 91 und Pany 2008, 139–141. Der Abtransport von Salzbruchstücken als Schulterlast wird ebenfalls angedacht, auf Grund des Gewichts der einzelnen Abbaufiguren bei einer angenommenen Ablösung der Gesamtfigur aber hinten angestellt (Reschreiter u. a. 2008, 88 f.).

⁴³ Zur recht früh in der Kindheit oder Jugend begonnenen Arbeit im Salzbergwerk D. Pany (2008, 141): „Abnutzungsspuren an den Halswirbeln und Veränderungen der Ellbogengelenke bei Kinderskeletten deuten auf eine frühkindliche starke Belastung hin.“ Ebenso Reschreiter – Kowarik 2015, 295: „Die anthropologische Auswertung der Skelette aus dem Gräberfeld und etliche Funde aus dem Bergwerk legen nahe, dass im ältereisenzeitlichen Betrieb kleine Kinder, Kinder, Jugendliche und Erwachsene beider Geschlechter intensiv unter Tage gearbeitet haben.“

Zu den vermuteten Arbeitsabläufen:⁴⁴

1. Suche nach einer geeigneten Stelle für den Abbau der Figur.
2. Festlegen, von welcher Seite die Ablösung erfolgen soll.
3. Anreißen der Figur.
4. Abarbeiten des Salzes im oberen Bereich der Figur auf die gewünschte Tiefe.
5. Anbringen des Mittelschramms und der Ausnehmung an dessen Ende (mit Pickel in Schlägel-Eisen-Technik)
6. Anbringung der Kerben auf den Innenseiten des Schramms und in der Ausnehmung für eine weitere Schwächung der Figur von Innen heraus.
7. Ausarbeiten des äußeren Bogenschramms.
8. Optionale Anbringung einer außen umlaufenden Sollbruchstelle.
9. „Befüllung“ der Ausnehmung mit Holzpflocken/Keil(en).
10. Loslösung des Salzblocks mit Hilfe von Schlägen auf Keil/Keile.

Als naheliegendste Möglichkeit zum Absprengen des Blockes bietet sich die Methode des Keilens an. Hebeltechniken verlangen nach einem längeren Hebel und dem nötigen Platz und erscheinen im diesem Fall nicht recht zweckmäßig.

Die wahrscheinlichste Variante wird nun etwas genauer an Hand eines Beispiels vorgestellt. Nachdem der äußere Bogenschramm und eine etwaige Sollbruchstelle fertiggestellt waren, kamen wohl Pflöcke zum Einsatz. Die Stärke dieser war abhängig von der Größe der Ausnehmung (Abb. 2) und diese wiederum von

⁴⁴ Beim Festlegen der Reihenfolge der Arbeitsschritte wurde davon ausgegangen, dass das Anbringen der Kerben im Mittelschramm vor allem bei kleineren Abbaufiguren zum unerwünschten Absprengen von Teilen der Salzformation führen könnte, wenn der äußere Bogenschramm zu diesem Zeitpunkt bereits fertiggestellt ist. Grundsätzlich ist es natürlich aber dennoch möglich, zuerst die äußere Umrahmung auszuarbeiten.

der Dimension der angerissenen Herzform. In die Ausnehmung wurde nun ein Pflöck eingeschlagen, dessen Ende noch etwas über deren Rand vorstehen sollte, wenn die Spitze den Grund derselben erreichte. Falls nötig, konnten noch weitere Pflöcke hinzugefügt werden.

Anschließend konnte ein keilförmiges Holzstück zwischen der feststehenden Wand an der Rückseite des Mittelschramms und dem Pflöck eingebracht werden, um den Druck zusätzlich zu erhöhen. Wichtig bei der Verwendung von mehreren Hölzern ist, dass der darauf folgende Keil keinesfalls zwischen den einzelnen Pflöcken platziert wird, da die Spannungsrisse sonst nicht an der gewünschten Stelle auftreten. Durch das Einschlagen des Holzkeils sollten sich von der Ausnehmung ausgehend mit zunehmenden Druck am Übergang vom anstehenden Salz zur Abbauformation hin Spannungsrisse zu bilden. Die Kerben im Mittelschramm und die Schwächung der Salzformation durch die umlaufende Sollbruchstelle fördern die Ausbreitung von Spannungsrisen und somit die Ablösung der gesamten Struktur.

Eine Auswertung der eisenzeitlichen Holzfunde aus dem Kilb-Werk führt drei Pflöcke an, die offensichtlich „intensiven Belastungen ausgesetzt“ waren, da alle gespalten oder gebrochen waren.⁴⁵ Obwohl der Einsatzbereich als ungewiss angegeben ist, gilt eine Verwendung für die Dübelung von Einbauten als unwahrscheinlich.⁴⁶ Die Gesamtlänge der drei Pflöcke ist mit 20,2 cm, 21,3 cm und 33,8 cm angegeben, wobei Länge und Durchmesser/Breite natürlich an die zugrundeliegenden Abmessungen der abzubauenen Herzform angepasst werden mussten.⁴⁷ Für die abschließende Ablösung

⁴⁵ Raab 2010, 89.

⁴⁶ Raab 2010, 89.

⁴⁷ Zu den Holzfunden Raab 2010, Tafel 163 samt vorhergehender Beschreibung. Größere Herzformen würden somit zum Einsatz von längeren Pflöcken führen. Falls die Ausmaße der Ausnehmung über denen des Pflöckes lagen (wovon auszugehen ist), konnten zusätzliche Pflöcke mit dem gewünschten Querschnitt eingeschlagen werden. Erwähnt werden soll in diesem Kontext auch, dass ein Exemplar aus dem Kilbwerk (75793 B) einen runden Querschnitt aufweist, die beiden Anderen (73367 G und 78545) einen eher Rechteckigen.

der Salzformation bestens geeignet erscheint von der Form her ein ebenfalls im Kilbwerk angetroffenes Fundstück.⁴⁸ Während die gerade Rückwand des Keils plan aufliegt, unterstützt die abgeschrägte Stirnseite den Vortrieb beim Einschlagen. Der halbkreisförmige Schaft führt zu einem Druckaufbau in Absprengrichtung.

Bei am Werkshimmel angebrachten Figuren dürfte sich durch die Schwerkraft das Eigengewicht der abzubauenen Salzstruktur zusätzlich positiv ausgewirkt haben, was vor allem bei brüchigerem Material zum Tragen kommt. Gleiches gilt in geringerem Umfang natürlich auch für die seitlichen Abbaufiguren im Stügerwerk, die sich ebenfalls auf Wandflächen mit einer gewissen Neigung befinden.

Dieser Abbaumethode sind natürlich Grenzen gesetzt. Dies zeigt sich daran, dass die Abbaue immer der Hauptrichtung der Steinsalzzüge folgten, wobei deren Salzgehalt trotz einer gewissen Nachgiebigkeit des Steinmaterials besonders hoch sein sollte.⁴⁹ In diesem Zusammenhang weist K. Riehm darauf hin, dass das weiße Salz wohl zu hart und spröde war, um mit dem Bronzepickel der damaligen Qualität bearbeitet werden zu können und stattdessen das Grausalzgebirge mit 80% Steinsalz als besonders abbauwürdig betrachtet wurde.⁵⁰

Obwohl bereits der Werkstoff Eisen mit all seinen Vorteilen zur Verfügung stand, wurde also auch weiterhin Bronze verwendet und vom Abbau der reinen Kernsalzzüge abgesehen, um so nicht auf die Errungenschaft der äußerst effizienten Abbaumethode verzichten zu müssen.

48 Raab 2010, Tafel 161 samt vorhergehender Beschreibung. Die Länge des Keils (89077) beträgt 42,3 cm. Ein ähnlicher Fund von geringerer Dimension (Länge: 14,3 cm) ist jedoch auch von der Fundstelle Stügerwerk 1932 bekannt (Barth 1982, 10. Tafel 11, 3).

49 Riehm 1965, 96. Ähnlich bereits auch Morton (1949, 72): „Der Abbau erfolgte in die Richtung des Streichens des Salzes. Das Salz ist hier mürbe und läßt sich verhältnismäßig leicht bearbeiten.“

50 Riehm 1965, 96.

Dürrnberg bei Hallein

Völlig anders sah hingegen die Situation beim prähistorischen Salzabbau am Dürrnberg bei Hallein aus, der erst ab dem frühen 6. Jahrhundert v. Chr. einsetzte. Dort überwiegt das arme bis mittelreiche Haselgebirge mit einem Salzgehalt von 10-40%, wobei vor allem die oberen Horizonte reiche und teilweise sehr reine Steinsalzzüge aufweisen.⁵¹ So führte das haselgebirgsreiche Mischgebirge zum Einsatz von kurzstieligen Eisenpickeln mit einer Keilhaue.⁵² Neben der Verwendung eines neuen Werkstoffs wurde somit auch die Geometrie der eingesetzten Lappenpickel an die angetroffenen Erfordernisse angepasst. Während die Hallstätter Bronzepickel die gesamte Schlagkraft auf der kleinen Pickelspitze bündeln, ist die Keilform der Halleiner Pickel auf eine weitaus größere Sprengwirkung ausgerichtet. Da die in Hallstatt so erfolgreich angewandte Abbaumethode am Dürrnberg auf Grund der geologischen Verhältnisse wohl nicht einfach übernommen werden konnte, mussten das Vorgehen und die dafür benötigten Werkzeuge an die angetroffenen Bedingungen angepasst werden. Nur so lassen sich die markanten Unterschiede der beiden eisenzeitlichen Salzabbaugebiete trotz der geringen Distanz zueinander erklären.

51 Stöllner 2015b, 336.

52 Stöllner 2015b, 338 samt Abb. 9 und 339 Abb. 10. Obwohl die Qualität des in der Frühzeit verwendeten Eisens nicht besonders hochwertig war (Mitteilung H. Reschreiter), muss es also dennoch Vorteile geboten haben, die ein Festhalten am Werkstoff Bronze uninteressant erscheinen ließen.

Zusammenfassung

Durch die Gegenüberstellung von Salzabbautätigkeiten (Bronzezeit / Ältere Eisenzeit) im Hallstätter Raum konnten Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Epochen überblicksmäßig aufgezeigt werden. Die daraus resultierenden Fragen führten zu einer intensiven Beschäftigung mit der vorgeschlagenen Abbaumethode in der Älteren Eisenzeit.

Folgende Erkenntnisse konnten gewonnen werden:

1. Ein neuer Rekonstruktionsvorschlag für die in der Älteren Eisenzeit verwendete Abbauweise wurde vorgestellt, bei welchem von einem Aufbau des zum Ablösen der Salzformation nötigen Drucks in einer Ausnehmung am unteren Ende des Mittelschramms der Salzfigur ausgegangen wird.
2. Für die Ablösung der Salzplatten war wohl ein kombinierter Einsatz von Pflöcken und Keilen in der Ausnehmung nötig. Die dort und im Mittelschramm angebrachten Kerben ermöglichten die Bildung der dabei in diesem Bereich entstehenden Spannungsrisse. Zusätzlich unterstützt werden kann die Ausbreitung der Spannungsrisse durch die Anlage einer entlang der Außenkontur verlaufenden „Sollbruchstelle“ in Form einer Einkerbung.
3. Während bisher fallweise von einer Loslösung der einzelnen Herzhälften als Ganzes ausgegangen wurde, legen die vorgestellten Ausführungen ebenso wie die erhaltenen Negativformen nahe, dass die gesamte Abbaufigur auf einmal gelöst wurde.
4. Das Aussehen der abgelösten Salzplatten entspricht auch bei der Loslösung einer gesamten Salzformation nicht gänzlich der bisher rekonstruierten Form, da der obere Abschluss nicht herzförmig ausgeführt wurde. Zusätzlich weist die Stirnseite der Abbaufigur eine kleinere Flächenausdehnung auf als die Rückseite. Ausschlaggebend hierfür ist die Ausgestaltung des äußeren Bogenschramms in V-Form. Die Stärke der Abbaufiguren wird unabhängig von der Größe der jeweiligen Formation mit etwa 17 cm angenommen.
5. Die Salzformationen dürften spätestens nach der Ablösung mit ziemlicher Sicherheit beim Aufprall auf den Boden in mehrere Stücke zerbrochen sein, was für den weiteren Transport ein geringeres Gewicht der Einzelstücke bedeutet. Von Bedeutung ist in diesem Fall die Ausführung des grundsätzlich V-förmigen Bogenschramms. Ist dieser nur von einer Seite ausgehend ausgeführt, musste die Figur wohl zerschlagen werden, um überhaupt entnommen werden zu können.
6. Der bisher vorgestellte Transport zur Erdoberfläche und darüber hinaus sollte neu angedacht werden. Neben der Fragilität der losgelösten Salzformationen auf Grund des Verhältnisses von Höhe/Breite/Stärke der Figuren und nicht in ausreichender Anzahl angetroffener Fell- oder Lederriemen, sprechen auch die gar nicht im Fundgut vertretenen Transportstangen für einen Handel mit Salz in Form von Bruchstücken verschiedenster Größen. Beweisen lässt sich dies auf der vorgestellten Basis naturgemäß jedoch nicht.
7. Die gewählte Form ermöglicht durch das ineinandergreifen der Salzfiguren einen Abbau mit verhältnismäßig geringerem Aufwand und sehr geringem Salzverlust in Bezug auf die Masse der gesamten Figur. Dies gilt vor allem dann, wenn der V-förmige Bogenschramm von beiden Seiten her ausgearbeitet wurde, was bei aufeinander folgenden Salzformationen Sinn macht. Die Formgebung bietet somit eine äußerst ökonomische Möglichkeit zum Brechen von großen Salzmassen. Dass der dabei anfallende Salzgrus nicht an die Oberfläche transportiert wurde verwundert kaum.

Der Vergleich mit dem Bergbau am Dürrnberg bei Hallein zeigte auf, das dort wohl vor allem die anderen geologischen Verhältnisse zur Entwicklung von neuen Lösungen und Werkzeugen führten. Die in Hallstatt angewandte Technik zum Brechen des Salzes wäre zudem mit den am Dürrnberg verwendeten Keilhauen auf Grund ihrer Geometrie und Abmessungen nur äußerst schlecht oder höchstwahrscheinlich sogar gänzlich unmöglich gewesen.

Und da den reinen, härteren und auch spröderen Salzzügen mit der in Hallstatt bevorzugten Abbautechnik wohl ebenfalls nicht beizukommen war, erübrigte sich für die Hallstätter Häuer auch der Umstieg auf das neue Material.

Somit ist der Grund für die Verwendung von Bronzpickeln in der Älteren Eisenzeit vermutlich ganz einfach darin zu sehen, dass die vom Eisen offerierten Vorteile beim angedachten Einsatz kaum zur Geltung kamen.

Abstract:

This paper deals with the prehistoric salt mines in the high valley of Hallstatt and the Dürrnberg near Hallein. It focuses on mining techniques as well as tools used and local geological conditions. Its starting point is the question why bronze picks were still being used for salt mining in Hallstatt during the Early Iron Age, despite the availability of a new work material. In connection with this, the paper closely examines the mining technique applied, making a new attempt to reconstruct the extraction process that left almost heart-shaped cutting traces. Translation: A.M. Wedl. Keywords: Hallstatt, prehistoric salt mines, bronze picks, heart-shaped structures

Abbildungsverzeichnis:

Frontseite: Experimenteller Bronzeguss in Asparn/Zaya 2010; eigenes Werk

Abb. 1: eigenes Werk

Abb. 2: eigenes Werk

Literaturverzeichnis:

Sigel:

ANNA – Annalen Naturhistorisches Museum Wien
epoc – Das Magazin für Archäologie und Geschichte.
Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft,
Heidelberg

FÖmat B 1 – Fundberichte aus Österreich,
Materialhefte

VPA – Veröffentlichungen der Prähistorischen
Abteilung

BARTH 1976A

F.E. Barth, Abbauversuche im Salzbergwerk
Hallstatt. Der Anschnitt 28/1, 1976, 25–29

BARTH 1976B

F.E. Barth, Ein prähistorischer Salzbarren aus
dem Salzbergwerk Hallstatt, ANNA 80, 1976,
819–821

BARTH 1982

F.E. Barth, Das Stügerwerk im Salzbergwerk
Hallstatt, Fömat B 1, 1982

HOHLA 2014

M. Hohla, „Rasch“, „Reisch“ oder „Seegras“ –
ein fast vergessenes Geschenk unserer
Wälder, Der Bundschuh 17, 2014, 143–154

JEZEK 2015

C. Jezek, Auf den richtigen Schwung kommt's
an – Abbauversuche im Salzberg, <<http://hallstatt-forschung.blogspot.com/2015/10/auf-den-richtigen-schwung-kommts.html>>
(24.11.2016)

KOWARIK – RESCHREITER 2008

K. Kowarik – H. Reschreiter, Von
Experimenten und fremden Kulturen, in:
A. Kern – K. Kowarik – A.W. Rausch – H.
Reschreiter (Hrsg.), SALZ – REICH. 7000
Jahre Hallstatt, VPA 2 (Wien 2008) 218–219

RAAB 2010

M. Raab, Eisenzeitliche Holzfunde
aus dem Kilbwerk des Salzbergwerkes
Hallstatt (Diplomarbeit, Universität Wien
2010), <<http://othes.univie.ac.at/9981/>>
(24.08.2016)

RESCHREITER – KOWARIK 2008A

H. Reschreiter – K. Kowarik, Der Weg in
die Tiefe, in: A. Kern – K. Kowarik – A.W.

- Rausch – H. Reschreiter (Hrsg.), SALZ – REICH. 7000 Jahre Hallstatt, VPA 2 (Wien 2008) 51–53
- RESCHREITER – KOWARIK 2008B
 H. Reschreiter – K. Kowarik, Wie wurde das Salz gebrochen?, in: A. Kern – K. Kowarik – A.W. Rausch – H. Reschreiter (Hrsg.), SALZ – REICH. 7000 Jahre Hallstatt, VPA 2 (Wien 2008) 54–55
- RESCHREITER – KOWARIK 2008C
 H. Reschreiter – K. Kowarik, Der Weg an die Oberfläche, in: A. Kern – K. Kowarik – A.W. Rausch – H. Reschreiter (Hrsg.), SALZ – REICH. 7000 Jahre Hallstatt, VPA 2 (Wien 2008) 55–57
- RESCHREITER – KOWARIK 2008D
 H. Reschreiter – K. Kowarik, Eine neue Strategie, in: A. Kern – K. Kowarik – A.W. Rausch – H. Reschreiter (Hrsg.), SALZ – REICH. 7000 Jahre Hallstatt, VPA 2 (Wien 2008) 85
- RESCHREITER – KOWARIK 2008E
 H. Reschreiter – K. Kowarik, Wie wurde das Salz gebrochen?, in: A. Kern – K. Kowarik – A.W. Rausch – H. Reschreiter (Hrsg.), SALZ – REICH. 7000 Jahre Hallstatt, VPA 2 (Wien 2008) 87
- RESCHREITER – KOWARIK 2008F
 H. Reschreiter – K. Kowarik, Die Dammwiese, in: A. Kern – K. Kowarik – A.W. Rausch – H. Reschreiter (Hrsg.), SALZ – REICH. 7000 Jahre Hallstatt, VPA 2 (Wien 2008) 162–165
- RESCHREITER – KOWARIK 2008G
 H. Reschreiter – K. Kowarik, Das Ende des Monopols, in: A. Kern – K. Kowarik – A.W. Rausch – H. Reschreiter (Hrsg.), SALZ – REICH. 7000 Jahre Hallstatt, VPA 2 (Wien 2008) 86
- RESCHREITER – KOWARIK 2011
 H. Reschreiter – K. Kowarik, 7000 Jahre Salz, *epoc* 2, 2011, 78–87
- RESCHREITER – KOWARIK 2015
 H. Reschreiter – K. Kowarik, Die prähistorischen Salzbergwerke von Hallstatt, in: T. Stöllner – K. Oeggl (Hrsg.), *Bergauf – Bergab 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen. Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung in Bochum und Bregenz* (Bochum 2015) 289–296
- RESCHREITER U. A. 2008
 H. Reschreiter – K. Kowarik – D. Pany, Die Herzen, in: A. Kern – K. Kowarik – A.W. Rausch – H. Reschreiter (Hrsg.), SALZ – REICH. 7000 Jahre Hallstatt, VPA 2 (Wien 2008) 88–91
- RESCHREITER U. A. 2013
 H. Reschreiter – D. Pany-Kucera – D. Gröbner, Kinderarbeit in 100m Tiefe? Neue Lebensbilder z u m prähistorischen Hallstätter Salzbergbau, in: R. Karl – J. Leskovar (Hrsg.), *Interpretierte Eisenzeiten. Fallstudien, Methoden, Theorie. Tagungsbeiträge der 5. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie. Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich* 37 (Linz 2013) 25–38
- RIEHM 1965
 K. Riehm, Genormtes Formsalz aus dem urgeschichtlichen Salzbergbau in Hallstatt, *Archaeologia Austriaca* 38, 1965, 86–98
- RUß-POPA 2011
 G. Ruß-Popa, „Die Haut-, Leder- und Fellefunde aus dem ältereisenzeitlichen Kernverwässerungswerk im Salzbergwerk von Hallstatt, OÖ – eine archäologische und gerbereitechnische Aufnahme“ (Diplomarbeit, Universität Wien 2011), <<http://othes.univie.ac.at/17208/>> (04.09.2016)
- SCHAUBERGER 1960
 O. Schauburger, Ein Rekonstruktionsversuch der prähistorischen Grubenbaue im Hallstätter Salzberg, *Prähistorische Forschungen* 5, 1960, 1–15
- STÖLLNER 2015A
 T. Stöllner, Salz als Lebens- und Wirtschaftsmittel, in: T. Stöllner – K. Oeggl (Hrsg.), *Bergauf – Bergab 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen. Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung in Bochum und Bregenz* (Bochum 2015) 283–288
- STÖLLNER 2015B
 T. Stöllner, Der Salzbergbau am Dürrnberg im Umfeld der ostalpinen Salzgewinnung, in: T. Stöllner – K. Oeggl (Hrsg.), *Bergauf – Bergab 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen.*

Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung
in Bochum und Bregenz (Bochum 2015)
335–343

TREBSCHKE 2002

P. Trebschke, Ein Tüllenbeil mit Holzschäftung
und weitere urnenfelderzeitliche Funde aus
Enns. Mitteilungen des Museumvereines
Lauriacum-Enns 40, 2002, 5–15

MORTON 1949

F. Morton, Zur Frage der Grubenarbeit im
Hallstätter Salzbergwerk, Archaeologia
Austriaca 2, 1949, 68–75

PANY 2008

D. Pany, Muskelmarken, in: A. Kern – K.
Kowarik – A.W. Rausch – H. Reschreiter
(Hrsg.), SALZ – REICH. 7000 Jahre Hallstatt,
VPA 2 (Wien 2008) 139–141

VOSATKA 2015

M. Vosatka, Bergbau in Hallstatt: Der Trick
mit dem Hüftknick, zuletzt aktualisiert
am 06.11.2015, <[https://derstandard.
at/2000024979586/Bergbau-in-Hallstatt-
Der-Trick-mit-dem-Hueftknick](https://derstandard.at/2000024979586/Bergbau-in-Hallstatt-Der-Trick-mit-dem-Hueftknick)>
(02.10.2018)