

Hubert Preßlinger – Erwin M. Ruprechtsberger Der frühlatènezeitliche Gürtelhaken aus Linz-St. Peter – metallurgische Untersuchung

1. Einleitung

Mit dem hier untersuchten Gürtelhaken (Abb. 1) hat es eine besondere Bewandnis. Er wurde während der Errichtung der Hermann Göring-Werke, der heutigen voestalpine, südlich der Hochofenreihe in der „Werk(s)straße 5“ als Einzelfund geborgen¹. Ob er vom Fundort an das Bundesdenkmalamt, unter dessen Leitung die damaligen Bergungen ur- und frühgeschichtlicher Gräberfelder erfolgt waren, nach Wien gelangte, kann derzeit nicht exakt beantwortet werden. An sich gute Abbildungen in Schwarz-Weiß lagen dem späteren Bearbeiter der urgeschichtlichen Gräberfelder von Linz-St. Peter, des ehemaligen Dorfes, wo die Stahlwerke errichtet wurden, zwar vor, nicht aber das Originalfundstück, das er in seiner 1965 publizierten Dissertation als verschollen anführte². Die späteren, auf den Gürtelhaken von Linz-St. Peter Bezug nehmenden Veröffentlichungen mussten sich mit der von Horst Adler vorgelegten Abbildung oder mit einer auf der Grundlage dieser erstellten Zeichnung begnügen³, die auch in eine jüngst erschienene Monographie samt der kolportierten Meldung der angeblichen Unauffindbarkeit übernommen worden ist⁴.

Aller Wahrscheinlichkeit nach war der Gürtelhaken (im Gegensatz zu den anderen Funden) nach seiner Bergung überhaupt in Linz geblieben, denn in Reitingers Buch aus dem Jahr 1969 ist eine Abbildung mit vier anderen latène-

1 F. STROH, Neue latènezeitliche Funde in Oberdonau: JbVerLkeHeimatPfl Oberdonau (=JbOÖMV) 91 (1944) 353–365, Taf.2, bes. 361. H. ADLER, Das urgeschichtliche Gräberfeld von Linz-St.Peter, Teil 1: Materialvorlage, LAF 2 (Linz 1965) 322 (Strefund 240). J. REITINGER, Die ur- und frühgeschichtlichen Funde in Oberösterreich (Linz 1968) 269.

2 H. ADLER (Anm. 1), Taf. 30.

3 F. SCHWAPPACH, Zu einigen Tierdarstellungen der Frühlatènekunst: HambBeitrA 4 (1974) 103–140, bes. 129 Abb. 16/3; Taf. 19 (Photo). M. LENERZ-DE WILDE, Die frühlatènezeitlichen Gürtelhaken mit figuraler Verzierung: Germania 58 (1980) 61–103, bes. 80–81, Abb. 11/49. J.V.S. MEGAW, Notes on two belt-plates of Early La-Tène type from Northern Poland: PamA 20 (2005) 257–276, bes. 264 Fig. 10.

4 J.M. BAGLEY, Zwischen Kommunikation und Distinktion. Ansätze zur Rekonstruktion frühlatènezeitlicher Bildpraxis, Vorgesch Forsch 25 (Rahden/Westf. 2014) 489, 591.



Abb. 1: Frühlatènezeitlicher Gürtelhaken aus Linz-St. Peter.

zeitlichen Fundstücken wiedergegeben, die sich allesamt im Bestand des Oberösterreichischen Landesmuseums befinden⁵.

Im Zuge eines schon Jahrzehnte zurückliegenden Rückgabeverfahrens, in dem alle Grabfunde aus dem Gelände der Stahlwerke dem Nordico – Museum der Stadt Linz übergeben worden waren, konnte der Gürtelhaken nicht registriert werden⁶. Erst als der spätere Leiter der Abteilung für Ur- und Frühgeschichte am Oberösterreichischen Landesmuseum, Manfred Pertlwieser, in Pension ging, tauchte anlässlich einer vorherigen Überprüfung das Fundstück wieder auf und wurde unverzüglich den Unterzeichneten ausgehändigt⁷. Derzeit ist der

5 J. REITINGER, *Oberösterreich in ur- und frühgeschichtlicher Zeit* (Linz 1969) 226 Abb. 191, 430 (Bildnachweis).

6 Vgl. G. WACHA, *Archäologie im Stadtmuseum Linz*, in: *Urgeschichte, Römerzeit. Frühgeschichte. Katalog der Schausammlung* (Linz 1975) 7–11.

7 Posthumer Dank auch auf diesem Weg an Manfred Pertlwieser, gestorben 2014 (vgl. den Nachruf, S. 415).

Sein Vorgänger im Amt, J. Reitingner, hatte den Gürtelhaken in seiner Abteilung verwahrt und Photos besessen, von denen er eines F. Schwappach übermittelte, siehe Anm. 3. Erstmalige Abbildung des Gürtelhakens in Farbe: E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN, *Linzer Keltenforschung*, LAF Sh 36 (Linz 2007) 37 Abb. 31.



Abb. 2: Frühlatènezeitlicher Gürtelhaken aus Linz-St. Peter mit Probeentnahmestellen P1–P2.

Gürtelhaken in der stadtgeschichtlichen Ausstellung im Nordico – Museum der Stadt Linz zu sehen.

Aufgrund seiner Bedeutung als Zeugnis frühlatènezeitlichen Kunsthandwerks wurde der Gürtelhaken wissenschaftlich mehrmals gewürdigt⁸. Antithetisch angeordnete Gruppen phantasievoll gestalteter Fabelwesen, die auch einzeln aufgelöst werden können, sind zu einer nach oben sich verjüngenden Komposition zusammengefasst, wobei die schwungvolle Linienführung das Ihre beiträgt, um dem Gegenstand über das Ornamentale hinaus, das den Tiergruppen bei ganzheitlicher Betrachtung vielleicht anhaftet, Lebendigkeit und Abwechslung zugleich zu verleihen⁹.

8 Siehe Anm. 3–4. Allgemein zu Gürtelhaken vgl. z. B. R. und V. MEGAW, *Celtic art. From its beginnings to the Book of Kells* (erw. Aufl. London 1989) 65–69.

9 Die von J.M. BAGLEY (Anm. 4) eingeführte Bezeichnung für die so gestalteten Gürtelhaken lautet „Tierkopfleiern/Wesen mit aufgerissenem Maul“ (aO 169). Die von der Autorin vorgenommene Beschreibung des Linzer Gürtelhakens unterscheidet sich von obiger, was letztlich beweist, wie anredend das Fundstück auf den jeweiligen Betrachter wirkt(e) (aO 172).

Unter diesem Blickpunkt kommt dem Gürtelhaken von Linz-St. Peter, eines von nur wenigen in Österreich belegbaren Beispielen dieser Fundspezies¹⁰, eine besondere Bedeutung innerhalb der Erzeugnisse des keltischen Kunsthandwerks des 5. Jahrhunderts v. Chr. zu, die sich wohl noch steigert, sobald sich die metallurgisch-technische Grundlage durch eine erstmals im Verbreitungsgebiet vorliegende Analyse erschließt¹¹. Derzufolge zählt der Gürtelhaken aus Linz-St. Peter zu den aus Stahl und nicht aus Bronze gefertigten Exemplaren, von denen einige unlängst aufgelistet worden sind¹². Seine gediegene Machart, die durch die „metallurgische Premiere“ nun nachvollziehbar wird¹³, stellt ihn mit seiner kunst- und phantasievoll zugleich gestalteten Kompositionsweise auf ein und dasselbe hohe Niveau, über das die keltischen Künstler verfügten.

2. Probenentnahme und Probenpräparation

Für die metallographische Untersuchung wurden nach der Reinigung und Restaurierung des Gürtelhakens vom Restaurator des Museums Nordico der Stadt Linz zwei Keilproben mechanisch entnommen (zum Probenort siehe Abb. 2). Die beiden Keilproben mit der Bezeichnung Probe 1 und Probe 2 wurden dem Metallurgen für eine metallkundliche Begutachtung übergeben.

Mit beiden Keilproben, die für die werkstoffkundliche Bewertung eingebettet und geschliffen worden waren, erfolgte zunächst eine mikroanalytische Bewertung des Werkstoffes am Rasterelektronenmikroskop (REM) und danach eine Beurteilung des Gefüges am Lichtmikroskop. Ziel der metallkundlichen Begutachtung mit Hilfe mikroanalytischer Untersuchungsmethoden war es, Erkenntnisse über die Stahlqualität des Gürtelhakens zu gewinnen. Mit den metallographischen Ergebnissen sollte versucht werden, das handwerkliche Können der keltischen Schmiede des 5. Jahrhunderts v. Chr. zu bewerten. Sämtliche metallographischen Beurteilungen, über die in den folgenden Kapiteln berichtet wird, wurden am Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie an der Montanuniversität Leoben vorgenommen.

10 M. LENERZ-DE WILDE, Anm. 3, 102, Nr. 30-33. J. M. BAGLEY (Anm. 4), 572; Taf. 104.

11 Siehe BAGLEY (Anm. 4), 172, Abb. 99 (Verbreitungskarte). DIES., Der eisenzeitliche Gürtelhaken von Castaneda und andere Darstellungen des Herrn der Tiere nördlich und südlich der Alpen: *HelvA* 47 (2016) 10-43, bes. 33 Abb. 23 (Verbreitung), 35 Abb. 24/5 (Gürtelhaken aus Linz-St. Peter).

12 D. EBRECHT, Ein frühlatènezeitliches Grab mit Gürtelbeigabe aus Edingen-Kornenberg (Lkr. Emmendingen): *AKorrbl* 43 (2013) 41-58, bes. 50.

13 Für die Probenentnahmen ist Restaurator Franz Gillmayr, Museen der Stadt Linz/Nordico, zu danken.

3. Metallographische Untersuchungsergebnisse

Mikroanalytische Untersuchungsergebnisse

Die Vorbegutachtung der ungeätzten Stahlproben am Lichtmikroskop zeigte, dass in diesen zahlreiche Zeilen von Schlacken vorhanden sind (siehe Abb. 3, 4 und 5). Neben der Analyse der Matrix des Stahlwerkstoffes wurde daher in weiterer Folge die mikroanalytische Bewertung einzelner Schlackenzeilen, die lichtoptisch als kristallin und heterogen zu beschreiben sind, am REM durchgeführt.

Die Schlackeneinschlüsse (-zeilen) lassen sich nach den in der Tabelle 1 aufgelisteten Analysen in zwei Gruppen einordnen. Es gibt die Gruppe der siliciumarmen Schlackeneinschlüsse (Zunder, Hammerschlag) und die Gruppe der siliciumreichen Schlackeneinschlüsse (olivinhaltige, heterogene Schlacken). Die chemische Zusammensetzung der siliciumreichen, olivinhaltigen, heterogen erstarrten Schlackenzeilen, ermittelt aus den in Abbildung 3 markierten Analysenpunkten, besteht aus 53 – 60 Masse-% Fe, aus 10 – 15 Masse-% Si und aus 25 – 27 Masse-% O. Die mikroanalytisch ermittelten Werte der Elemente Fe, Si und O entsprechen der chemischen Verbindung $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ (Olivin). Unter Berücksichtigung der in den zeilenförmigen Schlacken vorhandenen Begleitelemente Ca, Al, Mg und K waren diese Schlacken bereits bei 1150°C flüssig. Die in Tabelle 1 aufgelisteten Zusammensetzungen der mikroanalytisch ermittelten Werte der Elemente in den olivinhaltigen, heterogenen Schlacken bestätigen, dass die olivinhaltigen, heterogenen Schlackeneinschlüsse aus dem Verhüttungsprozess im Rennofen (Schachtofen) stammen (Abb. 3). Schlackeneinschlüsse, die sich aus Schmiedehilfsmitteln (diverse Sande) gebildet haben, besitzen keinen bzw. einen sehr niedrigen FeO-Gehalt^{14, 15}.

Die siliciumarmen Schlackenzeilen (Abb. 4 und 5) werden von 78 Masse-% Fe und 22 Masse-% O (normiert auf 100 Masse-%) gebildet. Dieser kristallin erstarrte Schlackentypus besteht aus $x\text{FeO} \cdot y\text{Fe}_2\text{O}_3$ (Hammerschlag), der durch Oxidation des heißen Schmiederohlings mit Luftsauerstoff während des Schmiedens entstanden ist. Die Elemente Si, Ca, Al, Mg, K, und P wurden vom Zunder im schmelzflüssigen Zustand aus gleichfalls schmelzflüssigen, oberflächennahen Rennofenschlacken aufgenommen.

14 H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Metallkundliche Untersuchungsergebnisse von römerzeitlichen Spachteln: BHM 155/5 (2010) 235–238.

15 H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Metallkundliche Untersuchungsergebnisse einer spätantiken Wurfspießspitze: BHM online (2015), DOI 10.1007/s00501-015-0393-y. E. M. RUPRECHTSBERGER – H. PRESSLINGER, Metallurgische Untersuchung einer spätantiken Wurfspießspitze aus Lentia/Linz, in: "Ich bin dann mal weg". Festschrift für einen Reisenden. Thuri Lorenz zum 85. Geburtstag, hg. v. G. KOINER – U. LOHNER-URBAN, Veröff Inst A Univ Graz 13 (Wien 2016) 183–188.

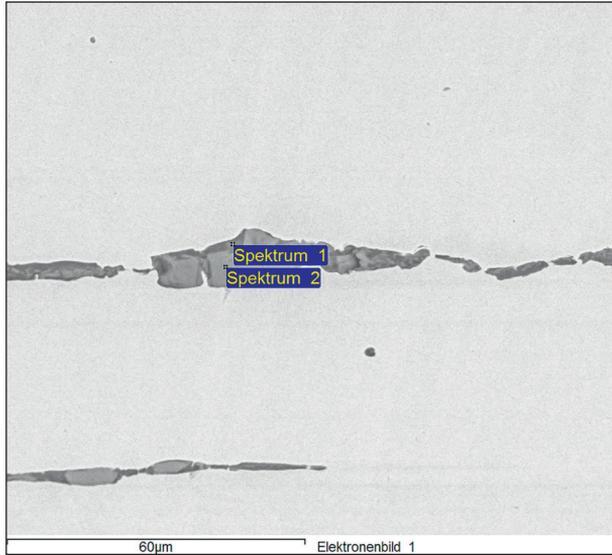


Abb. 3: Stahlprobe 1 – Rückstreuelektronenbild mit einer siliciumreichen Schlackenzeile, ungeätzt.

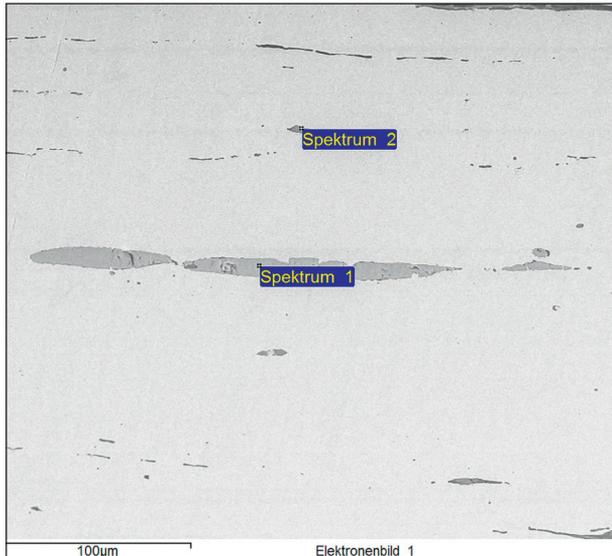


Abb. 4: Stahlprobe 1 – Rückstreuelektronenbild mit einer siliciumarmen Schlackenzeile, ungeätzt.

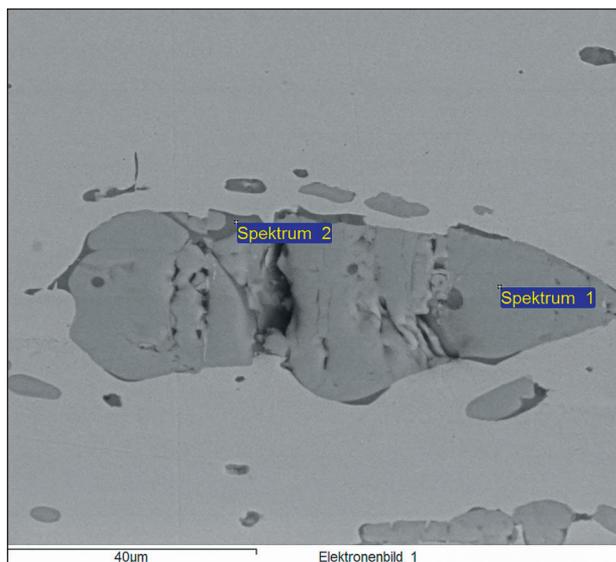


Abb. 5: Stahlprobe 2 – Rückstreuelektronenbild mit einer silicium-armen Schlackenzeile, ungeätzt.

Hinzuweisen ist auf den Phosphorgehalt im Hammerschlag in Abbildung 5. Phosphor wurde von den Kelten in der Schmelzmetallurgie zur Stahlherstellung bereits zu Beginn der Hallstattzeit verwendet¹⁶. Ob Phosphor(-träger) nur als Legierungselement^{17, 18, 19} oder auch zur Desoxidation von flüssigem Stahl eingesetzt wurde, ist durch weitere Untersuchungen noch zu klären. In der Kupfermetallurgie war die Desoxidation der Metallschmelze mit Phosphor(-trägern) aufgrund der gemessenen Phosphorgehalte in Plattenschlacken ab der Bronzezeit bekannt.

Tabelle 1: Zusammenstellung der mikroanalytisch bestimmten chemischen Analysen der heterogen ausgebildeten, kristallinen Schlacken. Alle Angaben in Masse-%.

Abbildung	Spektrum	Fe	Si	Ca	Al	Mg	K	P	O
3	1	53,5	14,0	3,9	1,8		1,2		25,6
3	2	59,6	10,5	0,6		2,7			26,6
4	1	78,7							21,3
4	2	67,9	8,1	0,6		1,3			22,3
5	1	77,8							21,1
5	2	59,7	7,9	1,5	1,0	0,9	0,8	1,5	26,8

Die Matrix der Stahlproben besteht aus kohlenstoffarmen Stahl. Die Gehalte der Begleitelemente in der Stahlmatrix wie Mn und P liegen unter der Nachweisgrenze der im REM angewandten Mikroanalytik.

Schliffbeurteilung im Lichtmikroskop

Für die Schliffbewertung stand auf der Probe 1 eine Fläche von 10 mm² und auf der Probe 2 eine Fläche von 2 mm² zur Verfügung. Der mit einer Nital-Ätzung behandelte Stahlschliff der Probe 1 zeigt ein durchgehend ferritisches Gefüge,

16 H. PRESSLINGER – C. EIBNER, Phosphorlegierter keltischer Stahl – hart, zäh, korrosionsbeständig: BHM 154/11 (2009) 543–536.

17 H. PRESSLINGER – M. MAYER, Celtic steel – an evaluation of depot finds, in: steel research 72/8 (2001) 283–290.

18 H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN, Stahlwerkstoffe in der Keltens- und Römerzeit: BHM 152/5 (2007) 146–150 und ebd. 7; 232–234.

19 H. PRESSLINGER, Keltischer Stahl aus Linz – metallkundliche Voruntersuchungen der Depotfunde vom Gründberg, Stadtgemeinde Linz, Oberösterreich: Arch A 82/83 (1998/1999) 511–515.

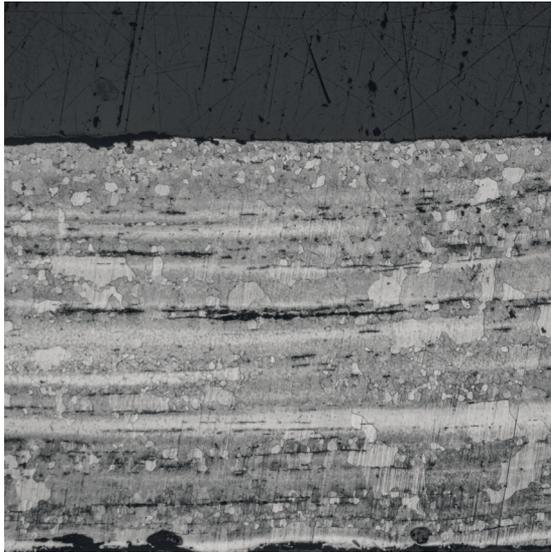


Abb. 6: Stahlprobe 1 – Ferrit und Schlackenzeilen über den gesamten Probenquerschnitt, Nital-Ätzung.

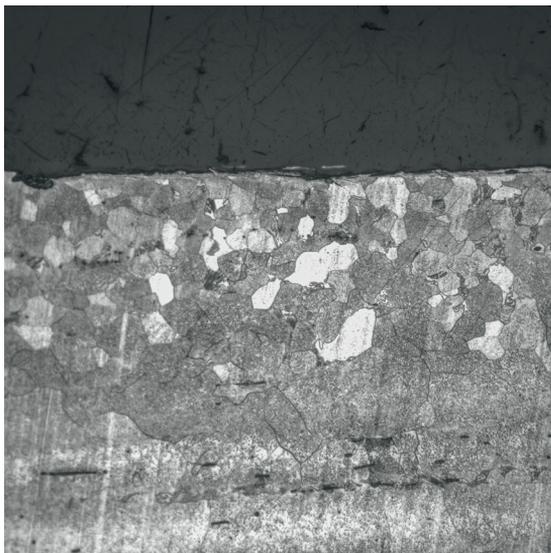


Abb. 7: Stahlprobe 1 – Ferrit mit Perlitinseln im oberen Probenbereich, im unteren Bildteil Ferrit und Schlackenzeilen, Nital-Ätzung.



Abb. 8: Stahlprobe 2 – Ferrit und Schlackenzeilen über den gesamten Probenquerschnitt, Nital-Ätzung.

das aufgrund der Korngrößen der Ferritzeilen und der lagenweise angeordneten Schlackenzeilen als mehrlagig ausgebildet (Verbundwerkstoff) zu beschreiben ist (Abb. 6). Nur vereinzelt sind im Stahlschliff der Probe 1 in der obersten Lage kleine Perlitinseln vorhanden (Abb. 7). Der Kohlenstoffgehalt in Probe 1 beträgt bezogen auf die gesamte Schlißfläche $<0,01$ Masse-%.

Probe 2 wurde aus zwei Stahlblechen hergestellt. Jedes der beiden Stahlbleche wurde aus Stahlstäben im Schmiedefeuer durch Feuerschweißen erzeugt. Die Mehrlagigkeit (Verbundwerkstoff) ist besonders klar in Abbildung 8 dokumentiert. Man erkennt diese Schmiedetechnik an den Schlackenzeilen, die vorwiegend aus Hammerschlag gebildet werden, sowie an den zeilig ausgebildeten Ferriten. Neben den Schlackenzeilen sind auch die korrodierten Risse ein Beleg für die Mehrlagigkeit der Bleche.

Der optische Eindruck der Mehrlagigkeit des Werkstückes wird noch durch den unterschiedlich starken Angriff des Ätzmittels verstärkt, der auf das Vorhandensein von Spuren einzelner Legierungselemente wie beispielsweise Phosphor zurückgeführt werden kann (Abb. 6). Für die von den Kelten um 500 v. Chr. praktizierte Schmiedetechnologie – Herstellung von Stahlwerkstücken durch Ausschmieden und Feuerschweißen mehrerer Stahlstäbe, die in diesem Fall auch für die Erzeugung

eines Bleches oder mehrerer Bleche für die Fertigung eines Schmuckstückes angewandt wurde – sind diese metallographischen Schliffergebnisse geradezu ein Schulbeispiel für den Nachweis des handwerklichen Könnens der keltischen Schmiede.

4. Zusammenfassung und Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Der frühlatènezeitliche Gürtelhaken von Linz/St. Peter wurde aus Stahlblechen gefertigt. Die zahlreichen Schlackenzeilen im Stahlgefüge des Fundstücks ermöglichen eine Aussage über den Werkstoff „Stahl“ und über die Schmiedetechnik der Kelten des 5. Jahrhunderts v. Chr. Als Werkstoff für den Gürtelhaken verwendeten sie einen ferritischen Stahl, der nur vereinzelt an der Werkstückoberfläche kleine Perlitinseln aufweist. Der Anteil an Kohlenstoff, Phosphor und Mangan in der Stahlmatrix ist jeweils mit $<0,1$ Masse-% anzugeben. Die Kelten konnten mit ihrer Schmelztechnologie (Schachtofen) hochwertigen ferritischen Stahl mit guter Reinheit herstellen. Wie sie den guten oxidischen Reinheitsgrad (wenig globulare FeO-Einschlüsse), d. h. die Desoxidation, beherrschten, muss noch geklärt werden.

Mikroanalytische Untersuchungen²⁰ von Schlackeneinschlüssen in Stahlproben aus der Keltenzeit zeigen uns, dass es aus deren chemischen Zusammensetzung möglich ist, Rückschlüsse auf das handwerkliche Können der keltischen Schmiede abzuleiten. Das frühlatènezeitliche Werkstück, der Gürtelhaken, wurde aus zwei Stahlblechen gefertigt. Die Stahlbleche wiederum wurden aus mehreren Stahlrohlingen (Stäben, Altmetall) durch Feuerschweißen bei Schmiedetemperaturen über 1200°C verbunden und ausgeschmiedet. Bei diesem Gürtelhaken wurde das Feuerschweißen ohne Gießhilfsmittel (quarzreicher Sand) durchgeführt. Dies ist aus den zahlreichen Zeilen von Hammerschlag, wie in den Abbildungen 4 und 5 erkennbar, abzuleiten.

Die Kelten beherrschten im 5. Jahrhundert v. Chr. nicht nur die Schmelzmetallurgie zur Herstellung von reinen Stahlluppen, sondern konnten aus Rohstahl mit ihrer mehrstufigen Schmiedetechnik den für den jeweiligen Gebrauch werkstoffoptimierten Gegenstand (z. B. Stahlblech) produzieren. Stahlbleche waren für den keltischen Schmied u. a. das Rohmaterial für die Erzeugung der damals repräsentativ getragenen Schmuck- und Zierstücke, zu denen der Gürtelhaken wie der hier vorgestellte zählten.²¹

²⁰ Siehe Anmerkungen 17–19.

²¹ Vgl. auch F. MOOSLEITNER, Handwerk und Handel, in: Die Kelten in Mitteleuropa. Kunst, Kultur, Wirtschaft. Landesausstellung 1. Mai – 30. September 1980 im Keltenmuseum Hallein, Österreich (2. Auflage, Salzburg 1980) 93–100, bes. 93–94.

Danksagung

Die metallographischen und mikroanalytischen Untersuchungen wurden am Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie, Montanuniversität Leoben, durchgeführt, wofür die Autoren herzlichen Dank sagen.

Bildnachweis

1–2: E. M. Ruprechtsberger
alle anderen Aufnahmen: H. Preßlinger

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines](#)

Jahr/Year: 2016

Band/Volume: [161](#)

Autor(en)/Author(s): Preßlinger Hubert Johann Maria, Ruprechtsberger Erwin Maria

Artikel/Article: [Der frühlatènezeitliche Gürtelhaken aus Linz-St. Peter – metallurgische Untersuchung 21-32](#)