

Hubert Presslinger – Erwin M. Ruprechtsberger

Metallkundliche Untersuchung einer mittelalterlichen Schwertklinge aus Linz/Ebelsberg

Einleitung

Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurden sowohl urgeschichtliche als auch mittelalterliche Funde aus der Traun bzw. an deren Ufer in Ebelsberg, dem südlichen Stadtteil von Linz, geborgen.¹ Als Fluss- und Gewässerfunde beanspruchen sie das Interesse der Forschung, von der – neben der archäologischen Einordnung und Zuweisung – die Metallurgie in zunehmendem Maße berücksichtigt wird, nachdem durch sie höchst aufschlussreiche Details in werkstoffkundlicher und folglich auch in datierungsmäßiger Hinsicht zum Vorschein gekommen waren. Die von der Fachwelt wahrgenommenen Ergebnisse, an Schwertern unterschiedlicher Zeitstellung erzielt, liegen in mehreren Veröffentlichungen durch die Verfasser vor.

Das hier vorzustellende Stück (Abb. 1) wurde am Ufer der Traun im Abschnitt zwischen Ebelsberger Brücke und Umfahrung, also flussabwärts in Richtung Donau nach Osten hin, im Jahr 2016 entdeckt und im Sommer 2017 in äußerst korrodiertem Zustand von der Finderin dem Museum Nordico übergeben.² Die fachgerechte Reinigung durch Sandstrahlen nahm Restaurator Franz Gillmayr vor.

Der nunmehrige Zustand des Schwertes erlaubt zwar keine genaue zeitliche Einordnung, doch im Vergleich mit einem gut datierten Schwert aus der „Kreuzritterzeit“ – es stammt ebenfalls aus der Traun bei Ebelsberg³ – wurde eine typologische Übereinstimmung der Klinge konstatiert, die eine hochmittelalter-

1 POLLAK 1986, bes. 29–32, Nr. 157–161; PRESSLINGER 1991; PRESSLINGER 1995; PRESSLINGER 2004; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2010; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2011; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2013; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2014; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2015.

2 Besonderer Dank gebührt Frau Mag. Daniela Schobesberger, Linz, die die Schwertklinge gefunden, gemeldet und dem Stadtmuseum Nordico im Sommer 2017 zum Geschenk gemacht hat.

3 PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2014.



Abb. 1: Makroaufnahme der mittelalterlichen Schwertklinge aus Ebelsberg/OG Linz; Flussfund aus der Traun, erhaltene Schwertlänge 53 cm (Nordico Stadtmuseum Linz, Inventarnummer EB 2.2016).

liche Datierung nicht gänzlich ausschließt. Aus diesem Grund erscheint es umso wichtiger zu sein, die Klinge einer metallurgischen Untersuchung zuzuführen, um aufgrund der Analyseergebnisse eventuell einen genaueren zeitlichen Ansatz wahrscheinlich zu machen.

Die Länge der erhaltenen Schwertklinge beträgt 53 cm, die Breite oben 4,3 und in der Mitte 3,4 cm. Die Klingienstärke im Zustand nach der Reinigung ist mit 0,46 cm oben und 0,3 cm in der Mitte anzugeben. Das Fundstück mit der Inventarnummer EB 2.2016 ist derzeit noch in der archäologischen Sammlung des Stadtmuseums Nordico aufbewahrt, die dem Oberösterreichischen Landesmuseum Linz leihweise – vorerst auf die Dauer von zehn Jahren – im Sommer 2018 übergeben worden ist.

Um die werkstoffkundlichen und schmiedetechnologischen Ergebnisse des in die gleiche Epoche datierten Schwertes aus Ebelsberg (Inventarnummer EB 1.2010, Abb. 2) zu bestätigen, wurde zwischen dem Archäologen und den Metallurgen vereinbart, eine metallkundliche Begutachtung der Schwertklinge aus Ebelsberg (Inventarnummer EB 2.2016, Abb. 1) an der Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie, durchzuführen. Mit den Ergebnissen aus den metallkundlichen Untersuchungen sollen über die zur Schwertherstellung eingesetzten Stahlsorten sowie über das handwerkliche Können der mittelalterlichen Schwertschmiede weitere Erkenntnisse gewonnen werden.

Probenahme und Probenpräparation

Wie bei anderen Schwertern merkt man jenem aus der Traun bei Ebelsberg die lange Lagerung im Wasser an (Abb. 1). Die teils massive Korrosion konnte durch die versierte und fachgerechte restauratorische Behandlung durch Franz Gillmayr, Nordico Stadtmuseum Linz, in Grenzen gehalten werden. Nach der Restaurierung



Abb. 2: Makroaufnahme des mittelalterlichen Schwertes aus Ebelsberg/OG Linz, erhaltene Schwertlänge 62 cm (Nordico Stadtmuseum Linz, Inventarnummer EB 1.2010).

des Schwertes wurde der Schwertklinge eine Metallprobe (Keilprobe) von 0,35g entnommen⁴, um sie den Metallurgen zur näheren Untersuchung zu übergeben.

Die Klinge wurde am Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie an der Montanuniversität Leoben präpariert, am Lichtmikroskop vorbegutachtet und am Rasterelektronenmikroskop (REM) mikroanalytisch beurteilt.

Metallographische Untersuchungsergebnisse

Ungeätzte Schliffprobe

Die Schliffprobe aus der Schwertklinge wurde zunächst ungeätzt im Lichtmikroskop bewertet. Im ungeätzten Schliff der Keilprobe sind vereinzelt

⁴ Auf diesem Weg ein Wort des Dankes an Franz Gillmayr (Nordico Stadtmuseum Linz).

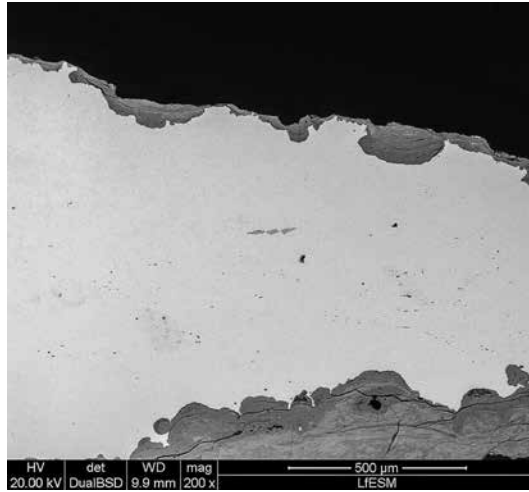


Abb. 3: Schliffbild von der Keilprobe aus der Schwertklinge EB 2.2016 mit einzelnen verteilten gestreckten Schlackenzeilen, ungeätzt.

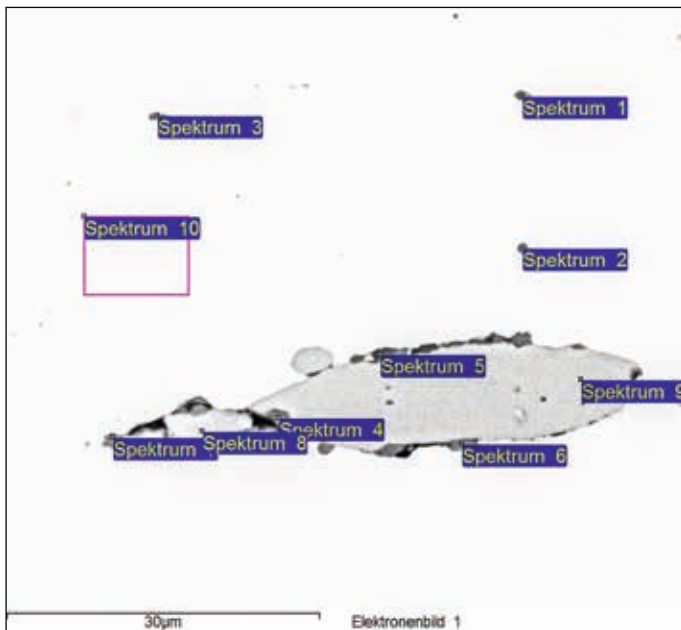


Abb. 4: Rückstreuungselektronenbild aus einem Bereich der Keilprobe in Abbildung 3 mit Schlackeneinschlüssen. Die mit Spektrum 1–9 bezeichneten Analysenorte und gemessenen Mikroanalysen sind in Tabelle 1 aufgelistet.

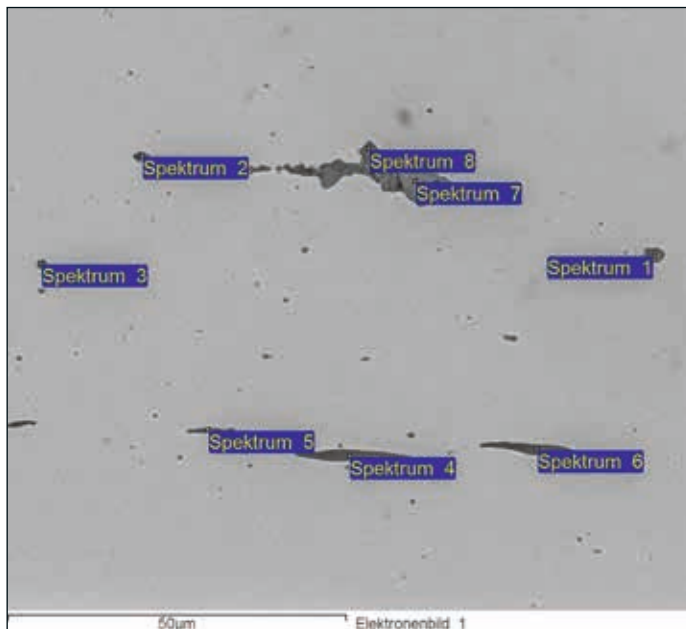


Abb. 5: Rückstreuungselektronenbild aus einem Bereich der Keilprobe in Abbildung 3 mit Schlackeneinschlüssen. Die mit Spektrum 1–8 bezeichneten Analysenorte und gemessenen Mikroanalysen sind in Tabelle 2 aufgelistet.

gestreckte Schlackeneinschlüsse (Schlackenzeilen) zu erkennen (Abb. 3–5). Der eine Schlackentypus (Schlackenzeile) ist heterogen erstarrt (Abb. 4, Tabelle 1). Die chemische Analyse (Mikroanalyse) der Schlackenkomponente der mehrphasigen Schlackenzeile (Spektren 8–9) besteht aus 77 Masse-% Fe und 23 Masse-% O. Diese Schlackenkomponente stammt aus der Oxidation bei der Schmiedearbeit und wird Hammerschlag (Zunder) genannt. Aus der geometrischen Form der Schlackenzeile ist zu schließen, dass der Schlackentypus beim Schmieden flüssig war, das Schmieden erfolgte demnach bei Temperaturen über 1100°C. Die sekundär am Hammerschlag ankrystallisierten Schlackenkomponenten (Spektren 6–7) sind Schlackenverunreinigungen, die noch im Schachtofen gebildet worden waren.

Die im Schliff in Abbildung 4 unregelmäßig verteilten nichtmetallischen Einschlüsse (Spektren 1–5) sind auf die Entmischung (Primärausscheidungen)

von Oxiden bei der Erstarrung des flüssigen Eisens (unberuhigter Stahl), d.h. auf den hohen Sauerstoffgehalt des flüssigen Eisens im Schachtofen (direkte Stahlerzeugung⁵) zurückzuführen. Nach dem Zweistoffsystem Fe – O beträgt bei 1600°C die Sauerstofflöslichkeit im flüssigen Eisen^{6,7} abhängig von den Spurenelementen bis zu 0,2 Masse-% O. Die hohen Mangangehalte (Spektren 1–3) bezeugen, dass im Schachtofen Eisenerze von inneralpinen Lagerstätten verhüttet worden sind.

Element Spektrum	Fe	Mn	Si	P	Ca	K	O
1	68,09	11,92	1,22	2,68			16,07
2	75,15	7,91		3,51			13,41
3	76,18	8,01		3,05			12,75
4	58,58		0,62	6,47	11,83	0,70	21,78
5	59,74		1,15	6,05	11,40	1,11	20,53
6	71,80		4,21		2,26		21,71
7	75,23		4,13	0,46	3,26		16,37
8	77,16						22,83
9	76,15						23,84

Tabelle 1: Zusammenstellung der an Schlackeneinschlüssen in Abbildung 4 durchgeführten Mikroanalysen; Angaben normiert auf 100 Masse-%.

Zeilen von glasig erstarrten Schlacken sind in Abbildung 5 dargestellt. Die mikroanalytischen Ergebnisse der Schlackenzeilen in Tabelle 2 bestätigen, dass diese in Abbildung 5 gezeigten, glasig erstarrten Schlacken Eisensilicate (Olivine) sind. Dieser Typ von Schlacken stammt aus der Eisenerzverhüttung im mittelalterlichen Schachtofen (Rennofen bzw. Stuckofen).⁸

5 Europäische Norm EN 10020/2000: Mit Stahl wird nach der Europäischen Norm 10020/2000 der Werkstoff bezeichnet, dessen Massengehalt an Eisen größer ist als jedes andere Element, dessen Kohlenstoffgehalt im Allgemeinen kleiner als 2 Masse-% ist und der andere Elemente enthält. Zwei Masse-% Kohlenstoff ist die übliche Grenze zwischen Stahl und Gusseisen bzw. Roheisen.

6 SCHÜRMAN 1964.

7 PLÖCKINGER – STRAUBE 1965, 124–145.

8 PRESSLINGER 2016; PRESSLINGER – EIBNER 2016.

Element Spektrum	Fe	Mn	Si	P	Ca	K	O
1	51,39	15,52	6,16	0,50	1,53		24,88
2	62,50	11,99	4,37	0,37	1,28		19,46
3	61,70	16,09	3,49	0,92			17,78
4	55,52	5,35	8,77	0,41	3,00	0,76	26,17
5	70,76	3,66	4,88	0,58	2,26	0,38	17,46
6	56,30	5,43	8,01	0,73	3,28	0,70	25,53
7	46,65	15,51	8,81	0,38	2,11		26,25
8	58,85	9,28	6,37	0,63	2,56	0,43	21,86

Tabelle 2: Zusammenstellung der an Schlackeneinschlüssen in Abbildung 5 durchgeführten Mikroanalysen; Angaben normiert auf 100 Masse-%.

Geätzte Schliffprobe

Der danach mit einer Nitalätzung präparierte Stahlschliff zeigt, dass die Schwertklingenschneide (Abb. 6) aus Martensit (überkohlte Randzone mit Zementitnetzwerk) besteht. Der Übergang von der Schwertklingenschneide zur Schwertklingenseele (Schwertklingenmitte) wird von Perlit und Ferrit (Abb. 7) gebildet. Die Schwertklingenseele wurde mit Stahlstäben aus Ferrit mit einem geringen Flächenanteil an Perlit geschmiedet (Abb. 8).

Diese Schmiedetechnologie für mittelalterliche Schwertklingen – weicher ferritischer Kern (Schwertseele) und harte martensitische/perlitische Deckschichten – war allgemein gebräuchliches handwerkliches Können der damaligen Schwertschmiede. Dieselben schmiedetechnologischen Anwendungsprinzipien konnten auch an anderen mittelalterlichen Schwertern, nämlich jenen aus Steyregg, Ebelsberg und Popping, nachgewiesen werden.⁹

Diskussion und Untersuchungsergebnisse

Der metallographische Befund zeigt, dass für das Schmieden eines Schwertes im Mittelalter viele Stahlstäbe unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, d.h.

⁹ PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2011; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2013; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2014; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2015.

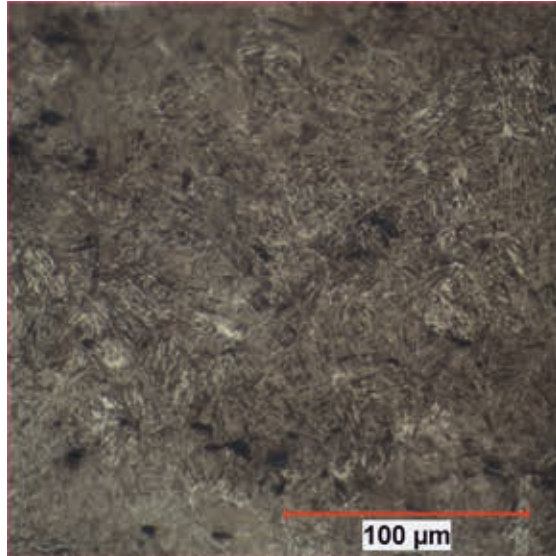


Abb. 6: Schliffbild aus der Schwertklingenschneide EB 2.2016 mit Martensit (überkohlte Randzone mit Zementitnetzwerk), Nitalätzung.

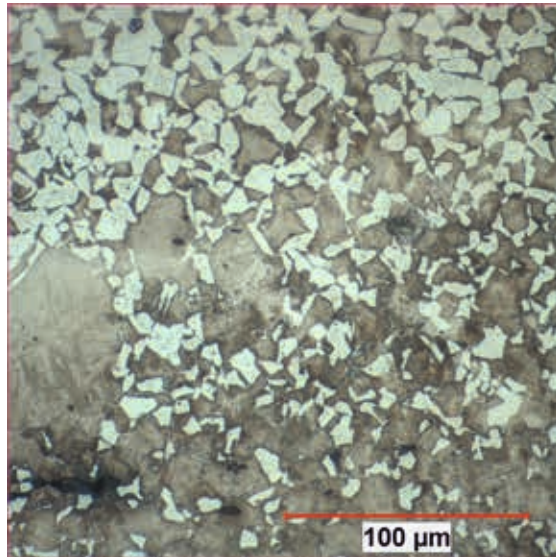


Abb. 7: Schliffbild aus dem Übergangsbereich EB 2.2016 von der Schwertklingenschneide mit Perlit/Ferrit (untere Bildhälfte) zur Schwertklingenseele mit Ferrit/Perlit (obere Bildhälfte), Nitalätzung.

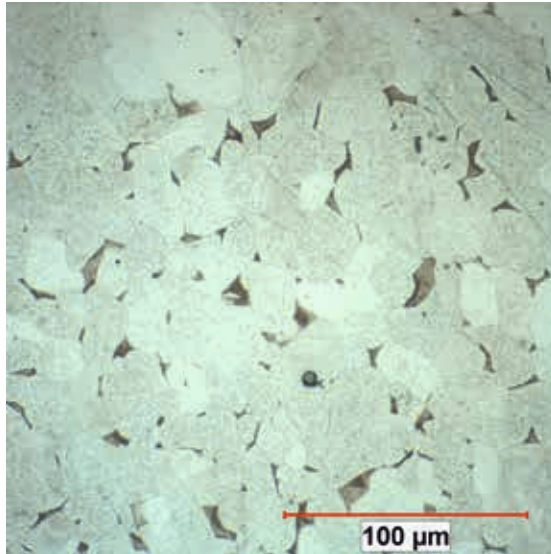


Abb. 8: Schliffbild aus der Schwertklingenseele EB 2.2016 mit Ferrit und geringem Flächenanteil an Perlit, Nitalätzung.

verschiedener Stahlqualitäten, verarbeitet wurden. Die Schwertklingenseele wurde aus unlegierten Stahlsorten hergestellt. Für die Schwertschneide, von der eine hohe Härte und eine nachhaltige Schneidehaltigkeit gefordert wurden, verwendete der mittelalterliche Schmied martensitische/perlitische Stahlwerkstoffe, die er durch eine besondere Schmiedetechnik erzeugte.

Nach den Ergebnissen der Werkstoffuntersuchung ist für die Schwertklingenherstellung folgende mehrstufige Schmiedetechnik angewandt worden:

Zuerst wurden von den Schmiedemeistern die für den Schwertklingenkern geeigneten Stahlstäbe (Stahlblätter) ausgewählt. Mit den Stahlblättern mit niedrigem Kohlenstoffgehalt ($<0,1$ Masse-% C) wurde ein Schwertklingenkern (Schwertklingenseele) geschmiedet. Im nächsten Arbeitsschritt wurde die Schwertklingenseele mit einer Stahlsorte mit niedrigem Mangan- und Phosphorgehalt ummantelt. Im vierten Arbeitsschritt, dem Einsetzen, wurde die Aufkohlung durch Diffusion des Kohlenstoffs über die gesamte Schwertklingenoberfläche durch eine Wärmebehandlung im Schmiedefeuer in einem Holzkohlebett vorgenommen. Nach dem Einsetzen wurde die Schwertklinge aus der Einsatztemperatur im Wasser abgeschreckt, wodurch die Randschicht der Klinge hart wurde, während die Klingenseele zäh blieb.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung vermitteln uns ein aufschlussreiches Wissen von der hochentwickelten Schmiedetechnik sowie dem handwerklichen Können und dem guten Werkstoffverständnis der mittelalterlichen Schwertschmiede. Gemeinsam mit weiteren werkstoffkundlichen Befunden von Schwertern aus dem Mittelalter, die in enger Zusammenarbeit von Archäologie und Metallurgie seit Jahren naturwissenschaftlichen Untersuchungen zugeführt werden konnten, lässt sich somit die These aufstellen, dass die beschriebene mittelalterliche Schmiedetechnologie – weiche Schwertklingenseele und harte Schwertklingenschneide – im Voralpenraum Stand der Technik war.

Literatur:

PLÖCKINGER – STRAUBE 1965

E. PLÖCKINGER – H. STRAUBE, Die Edeltahlerzeugung, Wien – New York 1965.

POLLAK 1986

M. POLLAK, Flußfunde aus der Donau bei Grein und den oberösterreichischen Zuflüssen der Donau. In: *Archaeologia Austriaca* 70 (1986), 1–85.

PRESSLINGER 1991

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchung. In: *Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines* 136 (1991), 43–52.

PRESSLINGER 1995

H. PRESSLINGER, Semiquantitative Analyse des römischerzeitlichen Standartenaufsatzes. In: E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN (Hg.), *Archäologische Forschungen im Raum Steyregg – Pulgarn* (Linzer Archäologische Forschungen Sonderheft 14), Linz 1995, 8–9, 21 Abb. 12.

PRESSLINGER 2004

H. PRESSLINGER, Metall- und werkstoffkundliche Untersuchungen. In: E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN (Hg.), *Neufunde von bronzezeitlichen Schwertern aus Luftenberg und Steyregg – Zur Spätbronzezeit im Linzer Raum* (Linzer Archäologische Forschungen Sonderheft 31), Linz 2004, 33–54.

PRESSLINGER 2016

H. PRESSLINGER, Schlackenkunde – ein Muss bei der Rekonstruktion metallurgischer Verfahren und Schmiedetechnologien. In: *res montanarum* 55 (2016), 10–21.

PRESSLINGER – EIBNER 2016

H. PRESSLINGER – C. EIBNER, Benediktinerstift Admont – ein Zentrum der Stahlerzeugung und Stahlverarbeitung im Hochmittelalter. In: *Da schau her* 37/4 (2016), 20–23.

PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2010

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Werkstoffkundliche Untersuchungsergebnisse von einem spätbronzezeitlichen Schwert aus Steyregg. In: *Berg- und Hüttenmännische Monatshefte* 155 (2010), 541–545.

PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2011

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Metallkundliche Untersuchungsergebnisse eines Schwertes aus der Kreuzritterzeit. In: *Berg- und Hüttenmännische Monatshefte* 156 (2011), 180–184.

PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2013

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER – C. COMMENDA, Metallkundliche Untersuchungen an einem frühmittelalterlichen Schwert aus

Pupping. In: Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines – Gesellschaft für Landeskunde 158 (2013), 39–52.

PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2014

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER – C. COMMENDA, Metallkundliche Untersuchung eines mittelalterlichen Schwertes aus Linz/Ebelsberg. In: Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 159 (2014), 135–138.

PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2015

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER – C. COMMENDA, Metallkundliche Untersuchungen eines spätfrühmittelalterlichen Schwertes aus OG Pupping/Oberösterreich. In: Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 160 (2015), 123–127.

SCHÜRMAN 1964

E. SCHÜRMAN, Die Grundlagen der Reduktionsvorgänge. In: L. von BOGDANDY u.a. (Hg.), Die physikalische Chemie der Eisen- und Stahlerzeugung, Düsseldorf 1964, 100–126.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: [163](#)

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

Artikel/Article: [Metallkundliche Untersuchung einer mittelalterlichen Schwertklinge aus Linz/Ebelsberg 55-66](#)