

# Erwin M. Ruprechtsberger

## Archäometallurgie. Einige Bemerkungen *in memoriam* Hubert Johann Maria Preßlinger (1949–2020)

### Kurzbiographie

Mit dem plötzlichen und gänzlich unerwarteten Ableben des international bekannten und überaus geschätzten Metallurgen Hubert Johann Maria Preßlinger<sup>1</sup> – ab nun mit H. P. abgekürzt wiedergegeben – hat auch das von ihm in Oberösterreich beispielgebend vertretene Fach einen abrupten Abschluß gefunden.

Aus einer Eisenregion stammend – H. P. wurde 1949 in Rottenmann geboren – besuchte er nach der Grundschule das Bundesgymnasium in Graz. Der Matura 1969 folgte der Präsenzdienst. 1970 begann H. P. mit dem Studium Eisenhüttenwesen mit Erweiterung Betriebs- und Energiewirtschaft. Nach seiner Graduierung 1977 wirkte er am Institut für Eisenhüttenkunde an der Montanuniversität, wo er 1983 promovierte. Das Thema seiner Doktorarbeit, „Grundlagen der Entkupferung von Eisenschmelzen mit Sulfatschlacken“ wies bereits auf den Weg hin, den der junge Montanwissenschaftler in der Zukunft gehen würde, nicht nur im beruflichen Alltag – 1985 wechselte H. P. in die Forschungsabteilung Metallurgische Verfahrenstechnik der voestalpine Linz über –, sondern auch im Bereich der Archäometallurgie, der er in der Folgezeit sein zunehmendes Interesse widmete, archäologisch begleitet vom Urgeschichtsforscher Professor Clemens Eibner, der an der Universität Heidelberg lehrte. Zusammen mit ihm wurden Ausgrabungen, Sondierungen und zahlreiche Prospektionen und Geländebegehungen in der Obersteiermark durchgeführt.<sup>2</sup> Die ur- und frühgeschichtliche Metallgewinnung sollte H. P. von nun ständig beschäftigen. Sie bildete neben der Verfahrenstechnik der Stahlerzeugung, in welchem Fach er sich an der Montanuniversität Leoben

- 
- <sup>1</sup> Vorbemerkung: Der Verfasser schließt sich nicht der „Neuen Rechtschreibung“ an. Zum Verständnis sei an dieser Stelle festgehalten, daß der Vater sich „Preslinger“, die Mutter „Presslinger“ und der Sohn Hubert, wie er selbst erläuterte (Adelige Jagdgäste am Tauern – ein Försterbub erzählt: Der Tauern 31. Jg. Nr. 91, März 2018) sich „Preßlinger“ schreibt. Das heißt, in Versalien und Kapitalchen ist das „kleine scharfe ß“ zu verwenden und nicht durch ein Doppel-S oder das nicht mehr übliche, zu manchem Mißverständnis führende „SZ“ zu ersetzen. In den Literaturangaben ist aus technischen Gründen die Verwendung des „kleinen scharfen ß“ nicht möglich.
- <sup>2</sup> Siehe z. B. (in Auswahl): PRESSLINGER – KÖSTLER 1993; PRESSLINGER – EIBNER 1993; PRESSLINGER 2004b; PRESSLINGER – EIBNER 2014.

1994 habilitiert hatte, den Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Arbeiten.

Im Rahmen seiner Tätigkeit in der voestalpine übernahm H. P. ab 2000 die Leitung in der Division Stahl. Die kontinuierliche Kooperation mit Professor Eibner führte H. P. regelmäßig nach Heidelberg. An der dortigen Universität hielt er Lehrveranstaltungen in Montanarchäologie und wurde in Würdigung seiner Mitwirkung an der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses am Institut für Ur- und Frühgeschichte 2002 zum Honorarprofessor ernannt. 2005 erfolgte in Österreich die Ernennung zum Universitätsprofessor durch den Bundespräsidenten.

Im Jahr 2002 erhielt H. P. ob seiner Ausgrabungen und Sondierungen an urgeschichtlichen, mittelalterlichen und neuzeitlichen Verhüttungsplätzen und aufgrund seiner vielen Arbeiten, Berichte und Stellungnahmen zu verschiedenen Themen aus der Geschichte des oberen Ennstales, der Heimat-, Volks- und Brauchtumskunde der Obersteiermark das Goldene Ehrenzeichen des Landes, das ihn besonders gefreut hat. Bereits 1997 war er mit dem Erzherzog-Johann-Forschungspreis für seinen montanarchäologischen Einsatz im Paltental ausgezeichnet worden.<sup>3</sup> Und um auf das nördlich angrenzende Bundesland Oberösterreich überzuleiten: „*In Anerkennung der kulturellen Verdienste um die oberösterreichische Landeshauptstadt*“ empfing Professor Dr. Hubert Preßlinger im Dezember 2012 die Linzer Kulturmedaille.<sup>4</sup> Vonseiten des Staates wurde H. P. mit dem Österreichischen Ehrenkreuz für Wissenschaft und Kunst 2013 ausgezeichnet (Abb. 1).

Ausgewählte Kapitel des vielfältigen und kaum überschaubaren Wirkens von H. P., sei es in schriftlicher oder mündlicher Weise, werden im Anschluß noch zu erörtern sein. Allein nur in Linz hielt er neun Vorträge über Montanarchäologie und den Keltenstahl vom Gründberg. Dazu gesellt sich eine hochgeschätzte und umfangreiche Gutachtertätigkeit, die von wissenschaftlichen Institutionen wie Museen und Universitäten angestrebt wurde.



Abb. 1: Verleihung des Österreichischen Ehrenkreuzes für Wissenschaft und Kunst an Hubert J. M. Preßlinger am 8. 4. 2013 durch den Bundespräsidenten in Wien.

3 Siehe die in Anm. 2 in Auswahl zitierten Arbeiten.

4 Presseaussendung des Magistrats der Landeshauptstadt Linz vom 30. 11. 2012.

Sein stets kollegiales und sachorientiertes Verhältnis zur Fachkollegenschaft, etwa mit den Professoren der bedauerlicherweise kürzlich aufgelösten Abteilung Archäometrie an der Universität für angewandte Kunst in Wien, führte zu diversen Projekten, Vorhaben und gemeinsamen Publikationen über den europäischen Kontinent hinweg<sup>5</sup>. Auch Anliegen der Denkmalpflege stießen bei H. P. auf immer offene Ohren.<sup>6</sup> Das Reiterstandbild von Kaiser Franz I. Stephan von Lothringen im Burggarten in Wien beprobte er genauso wie Schmiedeeisen aus dem Sakramentshaus der Wallfahrtskirche St. Oswald in Seefeld/Tirol<sup>7</sup> oder Schrauben aus den „Chinesischen Kabinetten“ im Schloß Schönbrunn, um einige in Zusammenarbeit mit der oben genannten (ehemaligen) Abteilung für Archäometrie entstandene Vorhaben namhaft zu machen. Daß er für die Beurteilung universitärer Abschlußarbeiten, Restaurierungs- und Forschungsprojekte als Gutachter und Ansprechpartner gerne konsultiert wurde, in gewissem Sinn wohl auch als Mentor fungierte, unterstreicht die hohe Wertschätzung H. P.'s, der, wie es Professor Bernhard Pichler von der Angewandten in Wien formulierte, *„mehr als eine internationale Position in Stahlmetallurgie und Montanarchäologie repräsentierte. Leider konnten Projektideen, beispielsweise Glocken-Klöppel in Österreich, durch seinen Tod nicht mehr umgesetzt werden.“*<sup>8</sup>

### Zum Beginn der Archäometrie im Linzer Raum

Kommen wir auf den Titel unseres Beitrags zurück. Darin äußert sich die Bedeutung von H. P. als Fachmann für jenes Material, das, abgesehen von der Steinzeit, die ihr folgenden Kulturperioden des Menschen bestimmte. Der bekannte österreichische Prähistoriker Richard Pittioni faßte diese unter der Bezeichnung Metallikum zusammen<sup>9</sup> – ein Vorschlag, der sich allerdings nicht durchzusetzen vermochte.<sup>10</sup> Der in Wien lehrende Professor war einer der Initiatoren, der metallurgische Untersuchungen schon früh gefördert hatte.<sup>11</sup>

Der Beginn der wissenschaftlichen Zusammenarbeit der Linzer Stadtarchäologie mit H. P. fällt in die 80-er Jahre des vergangenen Jahrhunderts, als die planmäßigen Ausgrabungen auf dem südlichen Abhang des Römerbergs in der Lessingstraße und zwischen Tiefem Graben und Flügelhofgasse begannen. Unter

5 Dokumentiert anhand einer englischen Schiffskanone des 17. Jahrhunderts: PRESSLINGER – PICHLER – MACLEOD 2012.

6 Für alle im Folgenden wiedergegebene Hinweise bin ich meinem Freund von Gymnasialzeiten an, Professor Dr. Bernhard Pichler, Wien, zu großem Dank verpflichtet.

7 PRESSLINGER – SPRENGER-KRANZ – PICHLER 2014.

8 Email vom 19. April 2021.

9 PITTIONI 1954; PITTIONI 1980; PITTIONI 1986.

10 URBAN 2010, 392–393.

11 KRAUSE 2014, 186; WEISGERBER 2002, 195–199 mit Hinweisen auf die Werke Pittionis.

den Grabungsfunden fielen verschlackte Brocken auf, die durch Feinkeramik in das 1. Jahrhundert n. Chr. datiert wurden. In H. P., der sich eben erst in Linz zu etablieren begonnen hatte, fanden die Objekte einen kritischen Begutachter, der sich von der archäologischen Datierung nicht beeinflussen ließ. Er stellte fest, daß die Schlacken aus einem Eisenverhüttungsprozeß resultierten und schloß aus den naßchemischen Analyseergebnissen auf die einstige Verhüttung von qualitätsmäßig eher minderwertigen Raseneisenerzen.<sup>12</sup> Der Empfehlung des Metallurgen, die Datierung durch C<sub>14</sub>-Proben überprüfen und gegebenenfalls absichern zu lassen, wurde kurz darauf Folge geleistet. Der zeitliche Ansatz wurde letztlich bestätigt. H. P. hatte mit seinem Rat jene wissenschaftliche Verantwortung bewiesen, die alle künftigen Projekte mit ihm auszeichnete.

Als Gutachter wurde er auch im Ausgrabungsgelände zwischen Tiefem Graben und Flügelhofgasse gewonnen. Hier stand er mit Rat und Tat zur Verfügung, als 1983 ein aus dem Lehm herauspräparierter Ofenbefund zu klären war.<sup>13</sup> Dieser hatte mit Schmelzprozessen nichts zu tun. In nächster Nähe geborgene Schlacken ordnete der Metallurge jedoch einem Rennofen zu, der sich hier befunden haben mußte.<sup>14</sup>

Mit diesen beiden Expertisen hatte sich H. P. als Metallurge ab nun einen fixen Platz im Ausgrabungsgeschehen in Linz gesichert. Auf seinen Rat und seine Kooperation durfte in den nächsten Dezennien nicht mehr verzichtet werden.

Das erste große Projekt einer fruchtbaren Zusammenarbeit bot sich in dem von 1983 bis 1985 erforschten spätantiken Gräberfeld von Lentia / Linz, das mit einem erklecklichen Anteil teils hochwertiger Gürtelschnallen bald das Interesse in- und ausländischer Spezialisten fand. Die Bedeutung der penibel freigelegten Skelette und Beigaben äußerte sich auch insofern, daß genaue Beobachtungen über deren Lage in den Gräbern möglich gewesen waren.<sup>15</sup> Dadurch ließ sich der Unterschied präzise feststellen, welchem Gürtel der Charakter einer Beigabe zukam und welchem nicht. Der antiquarisch-kulturgeschichtliche Aspekt wurde zwar behandelt, es fehlte jedoch die Analyse des Materials der Gürtelschnallen. Ausgehend von den vollständigen Gürtelbeschlagarnituren aus Lentia und Salzburg / Iuvavum-Maxglan, einem in der Fachliteratur mehrmals zitierten Ensemble,<sup>16</sup> entschloß sich H. P. zu einer Reihenanalyse. Es galt die Frage zu klären, ob die beiden nahezu identischen kerbschnittverzierten Beschläge aus dem Limitanbereich einerseits und dem westlichen Norikum andererseits eventuell derselben Erzeugungsstätte zugeordnet werden könnten.<sup>17</sup> Der außerordentlich gute Erhaltungszustand der

12 PRESSLINGER 1984.

13 RUPRECHTSBERGER 1992, 23–26; MAYER 1992.

14 PRESSLINGER 1992.

15 RUPRECHTSBERGER 1999.

16 Den Beginn machte RIEGL 1927, 304, Taf. 18; Siehe RUPRECHTSBERGER 1989.

17 PRESSLINGER – GRUBER 1999, 157.



Abb. 2: Gürtelbeschläge aus Silber mit Punzverzierung als Beigabe zu Füßen des im Grab 6/1984 Bestatteten abgelegt. Gräberfeld Tiefer Graben/Flügelhofgasse. Höhe 6 cm.

Fundobjekte erlaubte keine tiefer eingreifende Materialentnahme, sondern bloß eine geringfügige, dennoch genügend große Oberflächenaufrauhung. Die von H. P. bevorzugte energiedispersive Elektronenstrahlmikroanalyse (EDX) mittels Rasterelektronenmikroskop beantwortete einerseits die gestellte Frage eindeutig und ergab wichtige Erkenntnisse zu den Gußvorgängen und zu den Legierungen, die H. P. und Alois Gruber in allen Einzelheiten in der Gräberfeldmonographie erläuterten. Um nochmals auf die beiden „Prunkbeschläge“ aus dem spätantiken Lentia und Salzburg-Maxglan einzugehen: Deren Urformgebung erfolgte durch Gießen, „die Rohform der Verzierungen“ in Kerbschnitttechnik,<sup>18</sup> die einstens vom berühmten Kunsthistoriker Alois Riegl als erstem in den Rang vorzüglicher Produkte spätantiken Kunstwollens und -wirkens gehoben worden war<sup>19</sup>, dürfte nach Meinung der Metallurgen „wahrscheinlich schon im Gußmodel angefertigt worden sein“.<sup>20</sup> Die in den Gräbern aufgefundenen Bronzebeschläge<sup>21</sup> überragt, von der Materialwertigkeit betrachtet, ein Exemplar aus Silber, ein einmaliger Beleg für die hochrangige Stellung des Bestatteten innerhalb der militärisch geprägten Gesellschaft im spätantiken Lentia<sup>22</sup> (Abb. 2).

18 PRESSLINGER – GRUBER 1999, 161.

19 RIEGL 1927, bes. 291–321. Zu seiner Person und dem Geburtsort siehe WACHA 1975.

20 PRESSLINGER – GRUBER 1999, 161.

21 Den Bronzebeschlägen widmet Böhme nach mehreren grundlegenden Übersichtsdarstellungen neuerdings eine grundlegende Studie, die alles Bisherige interpretierend zusammenfaßt: BÖHME 2021.

22 Zu den Silberbeschlägen aus Lentia siehe BÖHME 2021, 63–64, Abb. 33,4. Zum Silber und seiner Bedeutung in kulturhistorischer Sicht siehe z. B. DIJKSTRA 2020, 583, vgl. auch 586.

Die Methodik zu beschreiben, die an anderen Ausgrabungsfunden in der Folgezeit angewandt wurde, blieb H. P. stets ein wesentliches Anliegen, um eine fachspezifische nicht versierte Leserschaft – zu ihr muß sich auch der Verfasser bekennen – auf verständliche Weise zu instruieren und in die Metallurgie „einzuweihen“.

Zwei brisante Objekte verdienen aufgrund ihrer Fundorte in Erinnerung gerufen zu werden. Ihre Geschichte grenzte an Kuriosität, als welche sie vor über drei Jahrzehnten empfunden worden sein mochte, aber heute, nach einem deutlich merkbaren, stetig zunehmenden Forschungs- und Entwicklungsfortschritt in der Archäologie, sich einer für jetzige Verhältnisse selbstverständlichen Sichtweise geöffnet hätte.

Den Beginn machte eine aus Linz-Urfahr stammende Bronzelampe von nicht alltäglicher Form, nachgebildet dem Kopf eines fremdländischen Menschentyps (Abb. 3).<sup>23</sup> Was an der in das 1./2. Jahrhundert n. Chr. datierten Lampe auffiel, waren mindestens zehn Gußfehler, die durch kleine Reparaturstücke ausgebessert worden waren. Nebst den technischen Beobachtungen überraschte die beiden Metallurgen der relativ hohe Bleigehalt der Legierung.<sup>24</sup> Was damals aber Befremden verursacht hatte, war der Fundort jenseits der Donau, die das Freie Germanien (*Germania libera*) vom römischen Gebiet schied. Seitdem sich die Forschung von der früheren Vorstellung einer starren Grenzlinie an der *ripa Danuvii* (hier passender angewandt als der sonst geläufige Fachausdruck *limes*) gelöst hat und diese als Kontaktzone mit Kontrollfunktion in den Vordergrund stellt,<sup>25</sup> wobei die vermittelnde Position des Linzer Raums durch die archäologische Evidenz im Laufe eines knappen halben Jahrhunderts sich allmählich herauskristallisierte<sup>26</sup>, Germanien sozusagen immer näher an die *ripa* rückte und einem im Westen gelegenen Nebenweig der sogenannten Bernsteinstraße ein Tor offenstand, um einen Waren- und Kulturaustausch abwickeln zu können,<sup>27</sup> brauchen an der Fundortangabe der Bronzelampe keine ernsthaften Zweifel mehr angemeldet zu werden, was, in logischer Routenfortführung von Lentia nach Norden, desgleichen auf eine kaiserzeitliche, in Bad Leonfelden gefundene Bronzestatue der Minerva zutreffen würde.<sup>28</sup>

Die mit einem zwiefachen Gutachten – eines aus dem Römisch-Germanischen

23 RUPRECHTSBERGER 1984a. Dieser Lampentyp findet die nächsten Entsprechungen in Pannonien (siehe die Karte a. o. 26), zuletzt in Carnuntum: MUSILOVÁ 1992, 444 Nr. 72, 442 Abb.

24 GRUBER – PRESSLINGER 1984.

25 Grundsätzliches dazu DOBESCH 2005, bes. 41–60.

26 Siehe STROBEL 2014, bes. 299.

27 CHVOJKA – JOHN – ZAVŘEL 2013.

28 HAGER – KATZGRABER – BOROVITS – WEICHSELBAUM 2016, 229–230, Abb. 15. Die Statue befindet sich im Schulmuseum von Bad Leonfelden. Nach den Autoren soll eine Metalluntersuchung, was auch immer darunter zu verstehen sein mag, durchgeführt worden sein, die „eine Datierung in das 1. Jahrhundert v. Chr. nahelegte.“





Abb. 3: Bronzelampe aus Linz-Urfahr in Form eines Kopfes, der einen fremdländischen Menschentyp wiedergibt. Länge 12, 7; Höhe 6,3 bis 7,9 cm.



Abb. 4: In Pulgarn entdeckter Standarten-aufsatz mit schlangenförmigen Seitenstützen. Die dreieckige Votivtafel fehlt. Der Aufsatz kann als Beleg für den Dolichenuskult in unserem Gebiet gewertet werden. Höhe 11,7 cm.

Zentralmuseum in Mainz<sup>29</sup>, das andere von H. P. und seinem Koautor erstellt<sup>30</sup> – abgeseignete Bronzelampe aus Urfahr, ein außergewöhnliches Produkt antiken Gußverfahrens, das auf eine am ehesten im italischen Mutterland tätig gewesene Werkstätte deutet, kann als eines von mehreren aussagekräftigen Zeugnissen gewertet werden, die das antike Lentia als Verbindungsglied zwischen Süden und Norden der damaligen Welt unter Beweis stellen.<sup>31</sup>

Bedenken löste anfänglich ein weiterer Bronzegegenstand aus, dessen perfekter Erhaltungszustand dem Donauschotter von Pulgarn / Steyregg zu verdanken ist, wo ihn ein Mitarbeiter der Naturkundlichen Station Linz erspäht hatte (Abb. 4). Es ist dies der Aufsatz einer Standarte, auf der ursprünglich ein dreieckiges Bronze- oder Silberblech mit Götterdarstellungen stak, wie sie für den Dolichenuskult charakteristisch sind.<sup>32</sup> Die Diskussion konzentrierte sich auf die Fundumstände, die zunächst an eine Deponierung im Fluß denken ließ, dann aber einer anderen Überlegung wich und das römische Militär involvierte. Aus diesem nämlich rekrutierte sich primär die Anhängerschaft jenes orientalischen Kultes um den

29 RUPRECHTSBERGER 1984a, 27–28.

30 GRUBER – PRESSLINGER 1984.

31 CHVOJKA – JOHN – ZAVŘEL 2013, bes. 73–74.

32 Siehe NOLL 1980, bes. 36–51, Taf. 10–17.

„Himmelsgott auf dem Stier“, wie er auch bezeichnet wird,<sup>33</sup> der vom nord-syrischen Doliche aus sich ab dem ersten Jahrhundert n. Chr. auf weite Teile des Imperium Romanum zu verbreiten begann.<sup>34</sup> In Zusammenschau mit der archäologisch belegten Fundzone an der Mündung der Traun in die Donau gegenüber von Pulgarn schien die Annahme nicht so weit hergeholt zu sein, daß Soldaten aus dem nahen Lauriacum, denen die Kontrolle der Flußschifffahrt oblag, ein Heiligtum an dem in der Nähe der Fundstelle vermuteten Militärposten errichtet hatten.<sup>35</sup> Die damals nicht kanalisierte Donau mit ihren Inseln bildete in dieser Hinsicht kein Hindernis, nachdem wir seit kurzem wissen, daß sich die militärische Präsenz Roms nördlich des Stroms bereits ab dem mittleren ersten Jahrhundert n. Chr. zumindest fallweise abzeichnete.<sup>36</sup> Die damaligen Überlegungen im Bezug auf das für Lauriacum und sein Umfeld wichtige Kultobjekt – bislang liegen bloß zwei Ritzinschriften mit Nennung des Juppiter Dolichenus auf Keramikgefäßen vor<sup>37</sup> – waren mit einem gewissen Unsicherheitsfaktor – eben der Fundstelle wegen – behaftet, weshalb ein metallurgisches Gutachten angestrebt wurde. Die semiquantitative Analyse von H. P. beseitigte alle Zweifel an der Echtheit des Standartenaufsatzes, dessen Werkstoffanteile in einer „für die Römerzeit typischen und häufig anzutreffenden“ Konstellation festgestellt worden waren.<sup>38</sup> Den in der Legierung festgestellten Zusatz von Blei erklärte H. P. mit einer Verbesserung der Ver gießbarkeit der Zinnbronze, die sich dadurch auch verbilligte.

Werden von den Archäologen Fundobjekte den Metallurgen für Untersuchungen übergeben, drängen sich mehrere Fragen auf, deren Beantwortung erwartet wird. Die Gelegenheit sich dazu zu äußern, nahm H. P. mehrmals wahr, um seine Vorgangsweise und die dabei gesammelten Erfahrungen anhand ausgewählter Gegenstände darzulegen. So etwa in einem Festvortrag anläßlich der Eröffnung der Ausstellung „Berge – Beile – Keltenschatz“ im Nordico-Museum der Stadt Linz im Dezember 1998. Das sind zunächst die Fragen nach der Beschaffenheit, dem Werkstoff und nach dessen chemischer Zusammensetzung; weiters die Fragen nach den technischen Grundlagen, auf denen die Herstellung basierte, eng verbunden mit dem handwerklichen Geschick und mit der Behandlung des Materials.<sup>39</sup> Die Archäologie hegt(e) mitunter im Geheimen die Hoffnung, etwas über die Herkunft eines Fundstücks oder dessen Alter zu erfahren.<sup>40</sup> Diesen Fragenkatalog hat H. P. auf bestens nachvollziehbare Weise abgearbeitet, indem er

33 WINTER – BLÖMER 2005, 79.

34 Dazu siehe COLLAR 2013, 79–145.

35 So von LADENBAUER-OREL 1985, 328 vermutet. Zu den Beziehungen zwischen Militär und Heiligtümern wie Dolichena und Mithräen siehe nun WALSH 2020.

36 GROH – SEDLMAYER 2018.

37 UBL 1988, 37.

38 PRESSLINGER 1995, 9.

39 PRESSLINGER 1998, 64.

40 PRESSLINGER 1998, 70–72.



geeignete Beispiele heranzog, beschrieb und etwaige Erwartungen dämpfte, indem er sie auf den nüchternen Boden der Naturwissenschaft führte.

Dieselbe Thematik hat H. P. genau 21 Jahre später bei einem Symposium in der Montanuniversität in Leoben, das als Feier zu seinem 70. Geburtstag veranstaltet worden war,<sup>41</sup> aufgegriffen, um anhand aktualisierter Ergebnisse über seine Forschungen über die Bronzezeit in der Steiermark zu berichten.<sup>42</sup>

Einen Blick in die Werkstatt des Archäometallurgen ließ uns H. P. in einem Aufsatz tun, in dem er der Patina eines Gegenstandes „auf den Zahn“ fühlte. Diese mag in Fragen der Datierung ein wesentliches Kriterium enthalten, das eine Entscheidungshilfe bieten könnte, ob ein Original, eine Fälschung oder ein späteres Produkt vorliegt.<sup>43</sup> Was H. P. in seinen Vorträgen und Publikationen betonte, ist die von Archäologen und Restauratoren nicht immer gerne gehörte Notwendigkeit, daß für spezielle Fragestellungen „eine zerstörende Probenahme unerlässlich“ sei,<sup>44</sup> um zu repräsentativen Analyseergebnissen zu gelangen. Die Schranken, wie weit man sich als Verwalter und Bewahrer archäologischen Fundguts vorwagt, um metallurgisch brauchbare Proben den anvertrauten Objekten mechanisch entnehmen zu lassen, ist sicher auch von der Bedeutung oder der Beschaffenheit des jeweils in Frage kommenden Gegenstandes abhängig. Bei einem zarten Goldohrring und einer Silbernadel, erlesene Schmuckstücke aus einem spätantiken Säuglingsgrab, stellte sich diese Entscheidung erst gar nicht.<sup>45</sup> In seiner „Patinapublikation“ versuchte H. P. „den Nutzen der Bewertung einer „echten, antiken Patina“ anhand kupfer-, bronze- und früheisenzeitlicher Originale zu demonstrieren“<sup>46</sup>. Ein solcher Nutzen käme etwa den Ankäufe tätigen Kulturinstitutionen wie Museen oder Galerien zugute – freilich um den Preis einer notwendigen, metallurgisch befriedigenden Probenentnahme.

Die damit verbundene Problematik äußerte sich in der letzten Publikation H. P.'s zusammen mit dem Unterzeichneten. Es ging dabei um eine römische Schnellwaage aus dem Legionslager von Lauriacum.<sup>47</sup> Unbeschädigt wie sie zutage gekommen war, mußte auf eine tiefer in die bestehende Substanz eindringende Probeentnahme verzichtet werden, sodaß die Zusammensetzung der Legierung, die H. P. feststellte, einer starken Streuung unterlag.<sup>48</sup> Aus der Sicht des Metallurgen „ist es keinesfalls statthaft, quantitative Rückschlüsse bzw. quantitative Vergleiche

41 Symposium „Eisen- und Stahlherzeugung – Gestern, heute, morgen“, 8. November 2019 im Kupelwieser Hörsaal der Montanuniversität Leoben.

42 „Die bronzezeitliche Metallurgie – der Auslöser zu einer blühenden Industriegesellschaft in der Obersteiermark“.

43 PRESSLINGER 2016.

44 PRESSLINGER 1998, 73.

45 RUPRECHTSBERGER 1996; PRESSLINGER 1996.

46 PRESSLINGER (–RUPRECHTSBERGER) 2016, bes. 19–20.

47 RUPRECHTSBERGER 2020.

48 PRESSLINGER 2020, in: RUPRECHTSBERGER 2020, 42, bes. 4.44 Tab. I.

mit Literaturangaben von anderen römischerzeitlichen Bronzewerkstücken und deren Schmelzmetallurgie zu ziehen<sup>49</sup> – eine deutlich ausgesprochene Warnung, die bei der Überprüfung der entsprechenden Passage in der Waagenpublikation in ihrer Unmißverständlichkeit unbedingt zu beachten ist.<sup>50</sup>

Eine von der Expertise des Metallurgen abhängige Entscheidung drängte sich 1994 auf. Sie basiert auf einer Geschichte, die in das Jahr 1944 zurückführt. Als Episode mit kriminalistischem Hintergrund soll sie an dieser Stelle als Exkurs eingefügt werden.

### *Exkurs*

„Am Tag des ersten Bombenangriffs auf die Werke“,<sup>51</sup> so wird es Hertha Ladenbauer-Orel später schriftlich niederlegen,<sup>52</sup> wurde nahe den damaligen Industrieanlagen, in der heutigen voestalpine, ein spätbronzezeitliches Grab entdeckt, in dem sich beigelegte Gegenstände: Schmuck- und Trachtenbestandteile wie Armreife, Anhänger, Nadel, Ringe und ein Messer befanden.<sup>53</sup> Eiligst wurden die Objekte nach Wien in das Denkmalamt gebracht, wo man die Herstellung von Nachgüssen, also Imitationen, in einem Wiener Privatatelier veranlaßte. Kaum in das besagte ehrwürdige Amt zurückgeführt, waren die Originale, nicht die Kopien, nach Beschlagnahme der Räumlichkeiten durch die russische Besatzungsmacht nicht mehr auffindbar.<sup>54</sup>

Fünfzig Jahre danach: Das Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien – es trägt heute, dem Zeitgeist Rechnung tragend, die sinnvolle Namensweiterung um: „Historische Archäologie“ – erhielt als großzügiges Geschenk Objekte einer Wiener Privatsammlung. Darin tauchten einige Bronzen aus dem Linzer Grabkomplex auf, von denen das Stadtmuseum schon früher Kopien der verschollenen Originale erhalten hatte.<sup>55</sup> Ein Vergleich der Wiener Stücke mit denen in Linz befindlichen deckte geringfügige Größenunterschiede auf.<sup>56</sup> Who is who, welche Objekte gelten als Original, die größeren, welche als Nachbildungen, oder die kleineren, da geschrumpft durch den Kopiervorgang? Die Frage mußte beantwortet werden, um die Sachlage zu

49 PRESSLINGER 2020, bes. 444 Tab. I., 446.

50 RUPRECHTSBERGER 2020, 38.

51 Gemeint sind die ehemaligen Hermann-Göring Werke (Anm. Verf.).

52 LADENBAUER-OREL 1962, 211. Zur Tätigkeit der Ausgräberin siehe POLLAK 2015, 89–91.

53 LADENBAUER-OREL 1962. Zur Situation der Archäologie Oberösterreichs in der NS-Zeit siehe POLLAK 2015, 249–271.

54 Dazu siehe die Ausführungen von LADENBAUER-OREL 1960, 8–17.

55 Der gesamte Grabfund war ab 1975 in der Archäologischen Ausstellung im Stadtmuseum Nordico zu sehen: KATALOG DER SCHAUSAMMLUNG 1975, 71–74, Kat. Nr. B II 32–42. Die Schausammlung mußte später einem anderen Museumskonzept weichen.

56 Mit der Bearbeitung war auch Heinz GRUBER, der nun am Denkmalamt in Linz tätig ist, befaßt. Er hat dankenswerterweise auf diese Beobachtung aufmerksam gemacht, worauf die Sache ins Rollen kam.

einem guten Ende zu führen. Die Hoffnung lag beim Metallurgen. H. P. konnte den Faktenbestand klären. Seine Analyse entlarvte die Linzer Objekte als Nachbildungen, während die größeren Stücke aus Wien sich als die Originale entpuppten, die seit 1945 als verschollen gegolten hatten – *metallurgia locuta est, veritas in lucem rediit*.<sup>57</sup>

## Archäometallurgie

Diese der Archäometrie zugehörige interdisziplinäre Forschungsrichtung ist in jedem wissenschaftlichen Ausgrabungsprogramm vertreten, das sich nicht ausschließlich mit den Steinzeiten beschäftigt. Die Zusammensetzung des Namens bringt die zeitliche Komponente zum Ausdruck, die mit einem hochtechnologisch aufgerüsteten Spezialfach innerhalb der Montanwissenschaften, der Metallurgie, eng verquickt ist und mehrere Teilaspekte vereint. Eine der Archäometallurgie 1994 gewidmete Monographie läßt ungefähr ermessen, seit wann die Fächer Urgeschichte und Klassische Archäologie die Chance wahrnahmen, um in die jeder Ausgrabung folgenden Befund- und Fundauswertungen die Archäometrie gebührend und oft maßgeblich einzubinden und sich von dieser konstant begleiten zu lassen.<sup>58</sup> Das war bis dahin nicht so selbstverständlich, wie dem als Frage formulierten Titel eines Aufsatzes, ob chemische Analysen an prähistorischen Bronzefunden denn notwendig seien, gefolgert werden kann.<sup>59</sup> Gewiß, schon früher, und das sollte nicht unterbewertet werden, resultierten aus der Beschäftigung mit urgeschichtlichen und späteren Artefakten aus Metallen teils beachtliche Studien und Berichte, die schwerpunktmäßig eher der klassischen Antike und deren Schöpfungen aus Bronze denn jenen aus der Prähistorie verpflichtet waren.<sup>60</sup>

Mit dem rasanten technischen Fortschritt ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden naturwissenschaftliche Verfahren unter dem Begriff Archäometrie zusammengefaßt, unter deren Dach auch die Archäometallurgie beherbergt ist. Sie gewährt der Archäologie äußerst wertvolle Hilfestellung.

Den für die Austria Romana wohl spektakulärsten Fall archäometrischer Untersuchungen stellte der Jüngling vom Magdalensberg in Kärnten dar – er befindet sich im Kunsthistorischen Museum in Wien –, dessen bis dahin gän-

57 Nach der Schilderung des Verfassers in: Nordico Mitteilungen 465 (1995) und MittOÖMusVer 25/2 (1995) 6.

58 OTTAWAY 1994. (Der Titel dieser Monographie ist unglücklich gewählt: es handelt sich nicht um eine urgeschichtliche Disziplin, wie der Titel suggeriert. Es ist die Metallurgie, die im Rahmen der Urgeschichtsforschung erfolgt).

59 RYCHENER 1990.

60 Siehe z. B. HEILMEYER 1996 mit Literaturverweisen auf frühere Arbeiten.

gige Datierung in die Antike einer korrigierten zeitlichen Einordnung weichen mußte.<sup>61</sup> Als ein nach einer antiken Vorlage entstandenes Meisterwerk der Renaissance büßte die lebensgroße Statue nichts von ihrer Ausstrahlung ein. Der Verjüngungsprozeß hat ihr keinesfalls geschadet, daß sie wegen der für manche Archäologen unerwünschten chronologischen Enthüllung – nackt ist sie seit jeher – durch die Archäometallurgie jetzt in ein Eck gestellt zu werden verdienen würde. Im Gegenteil: Sie ist ein lehrreiches Kunstwerk, durch welches das betrachtende Auge geschult wird, um in Stilfragen den einen oder anderen entscheidenden Impuls zu erhalten.

Weitere Untersuchungsobjekte waren, um bloß einige der prominentesten aufzuzählen, die Kapitolinische Wölfin, deren zeitliches Schicksal sie mit jenem des Jünglings teilen mußte,<sup>62</sup> die Reiterstatue Mark Aurels auf dem Kapitol,<sup>63</sup> die Pferde von San Marco in Venedig, die ursprünglich in Konstantinopel aufgestellt gewesen waren,<sup>64</sup> oder die beiden Bronzestatuen von Riace,<sup>65</sup> denen nach ihrer Auffindung im Meer viel Aufsehen begegnete. Ein ebenso aus dem Meer geborgener Komplex, die Ladung eines vor der Stadt Mahdia in Tunesien gesunkenen Schiffs, verdankt seine „Wiedererweckung“ einem deutschen Restaurierungsprojekt, dessen einmalige Ergebnisse in einer eigenen Ausstellung in Bonn präsentiert wurden,<sup>66</sup> ehe die eindrucksvollen Schiffsfunde in ihr Herkunftsland zurückkehrten, um im Bardo-Museum in Tunis eine eigene Abteilung zu beanspruchen.<sup>67</sup> Angesichts dieser Monumente internationalen Interesses ist es mehr als verwunderlich, daß eine so überdimensionierte Statue wie der frei zugängliche Bronzekoloß von Barletta in Apulien trotz seiner vielen Erwähnungen in der kunstgeschichtlichen Literatur archäometrisch bzw. archäometallurgisch noch immer nicht ausreichend und den jetzigen Standards gemäß durchleuchtet wurde. Die enigmatische Statue,

61 Das Forschungsprojekt wurde von der Antikensammlung des Kunsthistorischen Museums Wien initiiert. Die dazu wichtigste Publikation erschien: A. A. V. V. 1987/1988. Im Einzelnen siehe G SCHWANTLER 1987/1988; CRADDOCK – PICHLER – RIEDERER 1987/1988; KOEBERL 1987/1988a; KOEBERL 1987/1988b; BEGEMANN – SCHMITT-STRECKER 1987/1988; PICHLER – ERLACH 1987/1988; SAUER – PICHLER – WEBER 1987/1988; ETMAYER – SIMON 1987/1988; ERLACH 1987/1988. Resümierend zuletzt G SCHWANTLER 2020, 54–59.

62 Dazu siehe Anm. 61.

63 NIMMO 1984; VACCARO – SOMELLA 1989.

64 VIO 2019.

65 DUE BRONZI DA RIACE 1984; FORMIGLI 1984; VACCARO (a cura di) 2003; MICHELI – VIDALE 2003a; MICHELI – VIDALE 2003b.

66 HELLENKEMPER-SALIS – V. PRITTWITZ UND GAFFRON – BAUCHHENS 1994.

67 YOUNES 2016.

wie sie unlängst betitelt wurde,<sup>68</sup> verlöre nach einer eingehenden Untersuchung wohl einiges von ihrer Rätselhaftigkeit.

## Kupfer- und Bronzezeit

(4. / 3. bzw. 2. / frühes 1. Jahrtausend v.Chr.)

Kannten die steinzeitlichen Hersteller von Geräten das von ihnen bearbeitete Material genau, waren die Voraussetzungen in der folgenden Kulturphase andere geworden: Die Gewinnung des neuen Werkstoffs Kupfer, der das Jahrhunderttausende bewährte Material Stein nicht gänzlich ersetzte, basierte auf Vorgängen, die in Händen von vielen Beteiligten lagen, von den Prospektoren bis zu den Feinschmieden. Welche Änderungen wo und wann vor sich gingen, ob regional oder in geographisch entfernten Räumen, hat die Urgeschichtsforschung oftmals behandelt, sodaß auf sie zu verweisen ist.<sup>69</sup> Die Anfänge der Beschäftigung mit Metallen reichen in unserem Raum in die Kupferzeit zurück, vielleicht sogar etwas früher.<sup>70</sup> Die heutigen Vertreter des Fachs Metallurgie haben das Ziel vor Augen, die einzelnen Schritte der Herstellung von Gegenständen aus Bronze zu ergründen. In dieser Absicht wurde auch das Beil des inzwischen weltberühmt gewordenen „Ötzi“, der Gletschermumie vom Hauslabjoch, dem Archäometallurgen zur Erstuntersuchung übergeben.<sup>71</sup> Die vor Jahrtausenden mündlich weitergegebenen Rezepturen für das Mischen von Kupfer, Zinn und anderen Rohstoffen werden in den Labors der Forschungseinrichtungen erschlossen, wie das auch dem Kupferbeil des „Ötzi“ im Erich Schmid-Institut in Leoben 1995 / 1996 widerfuhr.

H. P.'s erstes Untersuchungsobjekt aus der Kupferzeit, dem Chalkolithikum, war ein vollständig erhaltenes Flachbeil (Abb. 5), das am Kirnberg in Hinzenbach bei Eferding zum Vorschein gekommen war.<sup>72</sup> Die Finder überließen es bereitwillig dem Museum. Das Flachbeil zeichnet sich durch eine gleichmäßige Form aus, die es von anderen kupferzeitlichen Exemplaren, so jenen aus Mondsee,<sup>73</sup> geringfügig unterscheidet. H. P. wies in seinem Gutachten auf einen Arsenanteil von 5,7 Masseprozent hin,<sup>74</sup> der für die späte Kupferzeit charakteristisch war.<sup>75</sup> Arsen er-

68 KILLERICH 2016. Die angezeigten chemischen Anteile (KILLERICH 2016, 59) überraschen insofern, daß der Bleianteil übermäßig hoch ist: 24 % gegenüber Kupfer mit 64 %. Das fordert zu einer genaueren Untersuchung heraus, in die auch der kolossale Bronzekopf am Kapitol einzubeziehen wäre, siehe KILLERICH 2016, 60. Ein Projekt dieser Art, das auf ein weit gespanntes Datennetz vergleichend zurückgreifen könnte, wäre vielversprechend.

69 Siehe z. B. URBAN 2000, 95–224 passim, bes. 95–97; HANSEN 2021, passim, bes. 140.

70 Dazu siehe die Monographie von TURCK 2010.

71 SPERL 2018.

72 RUPRECHTSBERGER – URBAN 1996.

73 URBAN 2000, 115, Abb., TURCK 2010, 39 Abb. 40. Zur Mondsee-Metallurgie siehe a. O. 37–41.

74 PRESSLINGER 1996/1997.

75 OBEREDER – PERNICKA – RUTTKAY 1993, 7.



Abb. 5: Kupferzeitliches Flachbeil vom Kirnberg, Gemeinde Hinzenbach bei Eferding. Länge 15,8; Breite max. 9,1 cm.

Abb. 6: Das „kleine Bronzedepot“ vom Freinberg. Als Weihgabe bzw. Bauopfer in die Befestigung eingebracht, datiert es die vorletzte Wallphase in die Zeit um 900 v. Chr.





höhte die Fließeigenschaft des Kupfers und senkte zugleich die Schmelztemperatur auf ca. 1000 Grad.<sup>76</sup> Es wurde zu einer etwa zwei Millennien hindurch unverzichtbaren Beimengung in der frühen Metallurgie.<sup>77</sup> Besonderes Augenmerk legte H. P. auf die Bildung der Patina, sobald es um Echtheitsfragen ging. Dieses Thema wurde in einer späteren Abhandlung in erweiterter Fassung aufbereitet und behandelt.<sup>78</sup>

Unverzichtbar waren die Gutachten von H. P. für das Forschungsprojekt „Höhensiedlungen in Linz und im Linzer Raum“, worüber eigens konzipierte Ausstellungen informierten.<sup>79</sup> Das den Projektleitern im Laufe der Ausgrabungen der Zufall mehr als gnädig war, illustrieren die jeweiligen im Schichtzusammenhang aufgedeckten Bronzefunde: ein kleines, aus drei Sichelbruchstücken und Armreif bestehendes Depot am Freinberg,<sup>80</sup> das den entscheidenden Hinweis für die Datierung der spätbronzezeitlichen Befestigungsphase lieferte, oder Schwert<sup>81</sup> und Tüllenmeißel<sup>82</sup>, die am Luftenberg in zeitlicher Hinsicht nicht weniger aussagekräftig waren.<sup>83</sup> Vom Gesichtspunkt des heutigen Metallurgen, der alle seine Folgerungen aus qualitätvollen mikroanalytischen Gefüge- und Phasenverteilungsbildern sowie Schliffproben zieht,<sup>84</sup> zeichnete sich die Tendenz seiner urgeschichtlichen Vorgänger ab, eine bestimmte Legierungszusammensetzung für den Guß von Schwertern zu bevorzugen.<sup>85</sup>

Nochmals zum „kleinen“ Bronzedeapot vom Freinberg (Abb. 6).<sup>86</sup> Die Ausgräber hatten an der Zusammengehörigkeit der drei Bruchstücke zu einer Sichel eigentlich keine Zweifel geäußert. H. P.'s chemische Analyse stellte den Sachverhalt nüchtern und präzise dar.<sup>87</sup> Ein Blick auf die von ihm erstellte Tabelle genügte, und schon mußte die Korrektur zur Kenntnis genommen werden: „*Daß alle drei Sichelbruchstücke einer Sichel zuzuordnen sind, ist ... auszuschließen*“.<sup>88</sup> Jeder weitere Kommentar erübrigte sich somit.

Die in der Donau oder in deren Nähe entdeckten Schwerter erfuhren durch die Untersuchungen H. P.'s eine gehörige Aufwertung, die ohne die metallurgische Beurteilung unterblieben wäre.<sup>89</sup> Von dem in Steyregg aus dem Donauschotter

76 PRESSLINGER 1996/1997, bes. 166–167.

77 HANSEN 2021, bes. 144–155. Neben Arsen verunreinigte auch Nickel metallisches Kupfer, etwa in England und Westfrankreich: GANDOIS ET AL. 2020.

78 PRESSLINGER 2016, bes. 11–12, Abb. 1–1a.

79 RUPRECHTSBERGER – URBAN (Hg.) 1998; RUPRECHTSBERGER – URBAN 1998.

80 URBAN 1994, 118–121, Abb. 59–61; RANSEDER 1994; PRESSLINGER 1994.

81 RUPRECHTSBERGER – URBAN 2004a.

82 PRESSLINGER 2000/2001; RUPRECHTSBERGER – URBAN 2000/2001.

83 PRESSLINGER 2004a; RUPRECHTSBERGER – URBAN 2004.

84 PRESSLINGER 2004a, bes. Anlagen 2–20.

85 PRESSLINGER 2004a, 34.

86 Hier unter Anführungszeichen gesetzt. Ein umfangreicher Depotfund wurde beim Setzen einer Eiche im Jahr 1900 zufällig entdeckt: URBAN 1994, 91; RANSEDER 1994, bes. 214–218.

87 PRESSLINGER 1994; PRESSLINGER 1998, bes. 70–72.

88 Zitat: PRESSLINGER 1994, 223; PRESSLINGER 1998, 71.

89 PRESSLINGER 1991; PRESSLINGER 2004a.

geborgenen Dreiwulstschwert konnte H. P. das detaillierte Herstellungsverfahren eruieren (Abb. 7).<sup>90</sup> Griff und Klinge, „aus zwei verschiedenen Bronzeschmelzen abgegossen“, bestehen aus 90,3 Masseprozent Kupfer und 9,5 Masseprozent Zinn.<sup>91</sup> Ein minimaler Anteil an Eisen (Fe) erlaubte die Unterscheidung der beiden Bronzeschmelzen, während festgestellte Spurenelemente auf die Verwendung „sehr reiner Rohprodukte bzw. auf eine Raffination der Bronzeschmelze“ zurückzuführen waren.<sup>92</sup>

Demselben Fundort wie das Dreiwulstschwert entstammt ein über 6,5 kg schwerer Kupfergußkuchen von 30 cm Durchmesser, ein in der (späten) Bronzezeit geschätztes und auch wertvolles Rohmaterial (Abb. 8).<sup>93</sup> Die nächsten Verwandten führen zum Depotfund nach Sipbachzell, zu dessen Bestand einige dieser Stücke zählen.<sup>94</sup> H. P. konstatierte im Gegensatz zu den inneralpinen Gußkuchen einen niedrigeren Gehalt an Arsen, Antimon, Kobalt und Nickel und schloß daraus auf eine oder mehrere Raffinationsstufen bei dessen Herstellung.<sup>95</sup> Derartige feine Unterschiede in den Gußkuchen aus dem Norden und dem Süden Oberösterreichs fielen H. P. sofort auf, nachdem er sich zur gleichen Zeit mit Fragmenten dieser Fundspezies aus dem Salzkammergut eingehend beschäftigt hatte.<sup>96</sup> Jedenfalls erfüllten alle seine Ergebnisse die 2019 aufgelisteten Kriterien, nach denen archäometallurgische Untersuchungen an Gußkuchen zu erfolgen hätten.<sup>97</sup> Allein die bildlichen und graphischen Umsetzungen sämtlicher Untersuchungsphasen und -schritte bezeugen das Dokumentationsbewußtsein H. P. 's, der den Mitforschern vorbildhafte Grundlagen für metallurgische Arbeiten zur Verfügung stellte.

Bedauerlich ist, daß die vermittelten Ergebnisse H. P. 's in thematisch gleich gelagerten bzw. sehr ähnlich ausgerichteten Publikationen nicht zur Kenntnis genommen wurden, wie dies, um das nur an einem Beispiel aufzuzeigen, einer Untersuchung an spätbronzezeitlichen Schwertern des Typus Riegsee ersichtlich wird, in der es um deren einstige Anwendung ging.<sup>98</sup> Ausgangspunkt der Betrachtung waren immerhin metallographische Analysen und Legierungsbestimmungen, die an neun Schwertern, unter ihnen ein um 1985 ausgebagertes Riegseeschwert aus Gallneukirchen, vorgenommen worden waren. Letzteres war Gegenstand eines in demselben Erscheinungsjahr (2009) erschienenen Gedenkschriftbeitrags mit

90 PRESSLINGER 2004a, 34–35; RUPRECHTSBERGER – URBAN 2004, 19–24, Abb. 13–18.

91 PRESSLINGER 2004a, 34–35.

92 PRESSLINGER 2004a, 35.

93 RUPRECHTSBERGER – URBAN 2004, 25–27, Abb. 19–20.

94 HÖGLINGER 1996, Taf. 27–31.

95 PRESSLINGER 2004a, 35.

96 PRESSLINGER 2003; PRESSLINGER 2004b, bes. 327, Abb. 49–50: das untersuchte Stück eines Gußkuchenfragments war aller Wahrscheinlichkeit nach ein Sekundärrohstoff mit geringerem Anteil an Kupfer.

97 MODL 2019, bes. 233.

98 MÖDLINGER – TRNKA 2009.



Abb. 7a: Vollständig erhaltenes, spätbronzezeitliches Dreiwulstschwert, ein Zufallsfund aus dem Uferbereich der Donau bei Steyregg. Länge 71 cm.

Abb. 7b: Detail des Schwertgriffs und des Klingenansatzes.



Abb. 8: Gußkuchen aus Bronze, gefunden im Donauschotter in Steyregg. Das Gewicht beträgt 6,65 kg, der Durchmesser 30 cm.



dokumentierten Gußgefüge- und Klingenprobenbildern.<sup>99</sup> Im Untersuchungsbericht versicherten die Autoren der Studie glaubhaft, daß die urgeschichtliche Anwendung des Gallneukirchner Bronzeschwerter vom Typus Riegsee sowohl als Stich- als auch als Hiebwaffe in Erwägung gezogen werden müsse.<sup>100</sup> Die Legierungen der untersuchten neun Schwerter unterscheiden sich allerdings von jenem Schwert aus Linz-Kleinmünchen<sup>101</sup>, das nach H. P. 's gründlicher Analyse „aus sehr reinen Rohstoffen erschmolzen und danach vergossen worden ist.“<sup>102</sup> Aus diesem Grunde wäre es nicht uninteressant gewesen, wie sich die Autoren aus Wien über das Schwert aus Kleinmünchen geäußert hätten. Vielleicht wäre noch ein Detail zu berücksichtigen gewesen, das in dieser speziell behandelten Frage zu Herstellungstechnik und Handhabung hätte aufgegriffen werden können.

Etwa zur gleichen Zeit, da H. P. die Serie seiner Beiträge veröffentlichte, meldeten sich Jaroslav Frána und Lubos Jiráň mit einem gediegenen und umfangreichen Beitrag in Peter Höglings Publikation des Depotfundes von Sipbachzell zu Wort.<sup>103</sup> Die breit angelegte und ertragreiche Analyse entstand in Ergänzung eines Großprojekts unter dem Titel „*Urzeitliche Erzeugnisse aus Kupfer und seinen Legierungen in Böhmen unter dem Aspekt der Analysen ihrer Zusammensetzung nach Elementen*“.<sup>104</sup> Die daraus generierten Daten wurden für das an Hortfunden reiche Böhmen gesammelt – die dort aufgespürten und getätigten Hortfunde sind monographisch erfaßt<sup>105</sup> und werden seitdem in regelmäßiger Folge aktualisiert und bekanntgemacht<sup>106</sup> –, um sie für vergleichende Materialstudien heranziehen zu können, wie überhaupt die im nördlichen Nachbarland systematisch betriebene Archäometallurgie auf hohem Niveau steht und beste Erfolge zu verzeichnen hat.

## Eisenzeit

(Um 1000 – Ende 1. Jahrhundert v. Chr.)

Die Erfindung des neuen Werkstoffs, der einer ganzen Kulturepoche den Namen gab, wird dem Orient zugeschrieben. Schon in der antiken Literatur wurde darauf angespielt. In vier lateinischen Inschriften aus der römischen Kaiserzeit finden sich Herkunftsangaben von Orientalen im Dienste Roms in der treffenden

99 TRNKA – MÖDLINGER – NTAFLOR 2009, bes. 224 Abb. 7–8.

100 MÖDLINGER – TRNKA 2009, 351 Kat. Nr. 5, 355 Abb. 5.

101 PRESSLINGER 1991; RUPRECHTSBERGER 1991, 23–33, Abb. 2–5;

102 PRESSLINGER 1991, 41.

103 HÖGLINGER 1996.

104 FRÁNA – JIRÁŇ 1996.

105 MOUCHA 2005; CHVOJKA – JIRÁŇ – METLIČKA et al. 2017.

106 Zuletzt CHVOJKA – JOHN – PARKMAN – SÁLKOVÁ 2020; KMOEK – KOCHERGINA – CHVOJKA – FIKRLE 2020.

Umschreibung: *ubi ferrum nascitur - wo das Eisen entsteht (entstand)*.<sup>107</sup> Hethiter und vermutlich auch noch andere Völker Alt-Anatoliens sollen den ersten Schritt von der in manchen Belangen unpraktischen Bronze- zur neuen Technologie, der Herstellung von Stahl, im frühen 2. Jahrtausend v. Chr. gesetzt haben. Laut einem Schriftzeugnis aus dem 13. Jahrhundert v. Chr. war die Erzeugung von Stahlgeräten in dieser Zeit voll im Schwung<sup>108</sup>. Die besagte schriftliche Nachricht geht auf den Hethiterkönig Hattusili III. zurück, der dem Herrscher Assyriens – dieser hatte um eine Lieferung von Stahlgeräten ersucht – eine Absage erteilen mußte. Ansonsten sind die Fakten für die Bronzezeit nicht so dicht gesät.<sup>109</sup> Der Abbau von Eisenerz in Anatolien ist also schriftlich bestätigt<sup>110</sup>. Nach Rüdiger Krause fielen die Verhüttung von Erzen und die Stahltechnologie in das frühe 2. Jahrtausend v. Chr.<sup>111</sup>

Folgt man der Definition der Metallurgen, sollte dieser Zeitabschnitt nicht Eisen- sondern Stahlzeit heißen. H. P. pflegte stets mit Nachdruck darauf hinzuweisen, daß unter Eisen nur das chemische Element und nicht das Produkt, in dem Eisen und andere Elemente vorkommen, zu verstehen ist. Insofern wäre es tunlich, in der archäologischen Literatur die korrekte Bezeichnung Stahl zu verwenden,<sup>112</sup> was leichter zu monieren denn durchzusetzen ist. 1975 stand ein in Eisenstadt veranstaltetes Fachsymposium unter dem Motto „*Archäologische Eisenforschung in Europa*“, und noch immer dominiert das chemische Element in den schriftlichen und mündlichen Äußerungen vieler Wissenschaftler, die sich, mitunter in Unkenntnis, scheuen, es durch Stahl zu ersetzen – klingt zugegebenermaßen wohl auch befremdlich. So möge es uns H. P. nachsehen, wenn Eisen aus dem archäologischen Wortschatz nicht sofort gestrichen, sondern weiterhin, vielleicht schon mit Unbehagen und mit ungutem Gefühl oder gar mit schlechtem Gewissen (?), kurzum zögerlich, verwendet wird. Wo es vertretbar ist, wird das Eisen dem Stahl weichen. Noch nicht jedenfalls war der fällige Umformulierungsprozeß vollzogen, als 1998 der Symposionstitel für eine internationale Konferenz in Linz-Freinberg gewählt worden war. Im Gegensatz dazu sprach H. P. konsequenterweise vom

107 HANDY 2021, 73 mit Anm. 1

108 GURNEY 1990, 67.

109 GURNEY 1969, 90.

110 GURNEY 1969, 90–92. Der opulente und gefällige Ausstellungsband DIE HETHITER UND IHR REICH 2002 – die Exposition war in Bonn zu sehen – beinhaltet keinen Beitrag über die Metallurgie und Technologie bei den Hethitern und deren Nachbarn. Der Artikel von ÖZGÜÇ nimmt auf Blei und Gußformen Bezug.

111 KRAUSE 2014, 188; vgl. auch WARTKE 2000, 69.

112 PRESSLINGER 1998/1999, 515 Anm. 2 und PRESSLINGER 2007b, 59 Anm. 2: “Nach der Europäischen Norm EN 10020/2000 werden als Stahl die Werkstoffe bezeichnet, deren Massenanteil an dem Element Eisen größer ist als der jedes anderen Elementes und die im allgemeinen weniger als 2 Masse-% Kohlenstoff aufweisen...” und PRESSLINGER 2019a 152 Anm. 3: „2 Masse-% Kohlenstoff ist die übliche Grenze zwischen Stahl und Gusseisen bzw. Roheisen.“



„keltischen Stahl aus Linz“,<sup>113</sup> als er der Fachwelt erste Ergebnisse seiner metallkundlichen Untersuchungen am Keltenschatz vom Linzer Gründberg vorstellte.

Mitteleuropa hinkte in der Herstellung von Stahlerzeugnissen im 2. Jahrtausend v. Chr. dem Orient – dort fanden sich einzelne Objekte aus Meteoriten in neolithischem Kontext<sup>114</sup> – kaum nach.<sup>115</sup> Die bronzezeitliche Lausitzer Kultur – sie wird im Bereich der Flüsse Oder und Weichsel angesiedelt – bediente sich der Erzvorkommen, um widerstandsfähigere Geräte aus dem neuen Material anstatt aus Bronze zu erzeugen.<sup>116</sup> In unserem Gebiet wurde die Stahlproduktion ab der Urnenfelderzeit, dem letzten Viertel des 2. Jahrtausends v. Chr., erstmals wahrgenommen,<sup>117</sup> anderswo vielleicht schon etwas früher<sup>118</sup>, um ab da weitergeführt zu werden.<sup>119</sup> Intensive Geländeinspektionen und Ausgrabungen in der Obersteiermark, die Hubert Preßlinger, Clemens Eibner, Georg Walach und Mitarbeiter über Jahre hinweg durchgeführt hatten, machten die Forschung mit genügend vielen montanrelevanten Befunden vertraut, im besonderen mit der Stahlerzeugung<sup>120</sup>, die in die landeskundliche archäologische Literatur summarisch eingeflossen sind.<sup>121</sup>

In Oberösterreich förderten Ausgrabungen am Waschenberg bei Wimsbach einen Verhüttungsplatz zutage, auf dem sich einzelne Vorgänge der handwerklichen Tätigkeiten der hallstattzeitlichen Schmiede in den Grabungsbefunden widerspiegelten. Der Ausgräber, Manfred Pertlwieser, verzeichnete in seinen Grabungsplänen Herdgrubenobjekte, einen Werkplatz mit offensichtlichen Spuren örtlicher Stahlerzeugung, Schmiedehütten mit Feuerstellen, Erzröstfeuer, Schmelzgruben und schachtförmige Rennöfen.<sup>122</sup> In einem Stak noch ein 2,7 kg schwerer Stahlklotz mit anhaftender Schlackenhaut, der sogenannten Ofensau, die einmal als Titel einer früheren Landesausstellung erhalten mußte und Unbedarften die Erklärung für ein selten verwendetes Wort lieferte.<sup>123</sup> In der Ausgrabungspublikation von Pertlwieser wurden auch die Ergebnisse der

113 PRESSLINGER 1998/1999, 511.

114 Diese Quelle wurde auch in Europa genutzt: ZAVYALOV – TEREKHOVA 2019. KRAUSE 2014, 186 schreibt, daß im Vorderen Orient „spätestens seit dem 5. Jt. v. Chr. Erze verhüttet und Metalle gegossen wurden.“

115 URBAN 2000, 225; PARE 2017; KAŠUBA – LEHNHART – SRAMKO – ZADNIKOV 2019.

116 BUKOWSKI 1981; URBAN 2000, 225–226.

117 PRESSLINGER 2007a, 60.

118 Dazu MIKETTA 2017, 144–145, Abb. 1.

119 SPERL 2004, 962; eine diesbezügliche Bibliographie hat SCHATZ 2005 online veröffentlicht. Diese erwuchs einer Prüfungsarbeit und wurde von Prof. Urban betreut.

120 PRESSLINGER – KÖSTLER 1993; PRESSLINGER – EIBNER 1993, 25–36; PRESSLINGER – EIBNER 2014, bes. 38–48.

121 MIRSCH 2013, 191; HEBERT 2015 (2019), 825–826 s. v. PRESSLINGER (hier zitiert nach der 1. Auflage, die in veränderter Fassung durch die 2. Auflage 2018 bzw. 2019 ersetzt wurde).

122 PERTLWIESER 1969, 1970. Zusammenfassend: PERTLWIESER 1998, 72–73. Zuletzt LEHNHARDT 2019, 314–315.

123 GUNTSCHKE-LIESSMANN – LEITNER 1995.



Schlacken- und Metalluntersuchungen mitgeteilt, die in der Versuchsabteilung der VÖEST – so schrieb sie sich damals – mittels Röntgenfluoreszenz und einer anschließenden chemischen Analyse quantitativ erarbeitet worden waren.<sup>124</sup> Die Analyse der Schlacken deutete auf die Verarbeitung von Brauneisenerzen und aufgrund eines auffälligen Mangangehalts auf Siderit.<sup>125</sup> Die metallographische Interpretation der VÖEST-Fachleute attestierte den Schmieden vom Waschenberg jedenfalls beachtliche Materialkenntnisse, „um Werkzeuge oder Waffen aus weichem, rein ferritischen Stahl, der bei guter Zähigkeit eine sehr niedrige Härte aufwies, eine hohe Oberflächenhärte und damit gute Gebrauchseigenschaften zu verleihen“.<sup>126</sup>

Was außer dem archäologisch definierten und abgegrenzten Werkstattviertel der Siedlung am Waschenberg noch von Brisanz war<sup>127</sup>: Gleichzeitig mit der Herstellung und Verarbeitung von Stahl beschäftigten sich die Metallhandwerker vom Waschenberg weiterhin mit dem Bronze­guß, welcher die neue Schmelztechnik begleitete, denn – in Abwandlung des Mottos des internationalen Symposions 1998 von Linz-Freinberg – „...noch immer formten sie die Bronze und nicht allein das Eisen“. Schmuck und Gegenstände des Alltags sowie kunsthandwerklich hochstehende Objekte wurden selbstverständlich in allen der Bronzezeit folgenden Kulturperioden – überflüssig zu betonen: bis heute – aus dem altbewährten Werkstoff geformt. Die vom Ausgräber postulierte gleichzeitige Bronze- und Eisenmetallurgie im Werkstattviertel der hallstattzeitlichen Niederlassung am Waschenberg warf denn auch die Frage nach Unterschieden und Gemeinsamkeiten in den Arbeitsvorgängen, den technischen Verläufen in der Schmiedewerkstätte, auf – eine Frage, die Gerhard Sperl anlässlich des Symposions in Eisenstadt 1975 berücksichtigt hatte,<sup>128</sup> indem er eine in Entstehung begriffene Arbeit avisierte, die dann als Monographie wenige Jahre später erschien.<sup>129</sup>

Für den zweiten Abschnitt der Eisenzeit, untrennbar verbunden mit dem Ortsnamen La-Tène, hat H. P. grundlegende und wichtige Forschungsarbeit geleistet. Sie konzentrierte sich einerseits auf ein frühlatènezeitliches Fundstück des 5. Jahrhunderts v. Chr., andererseits auf die vier aus unterschiedlichen Stahlgegenständen bestehenden Depots, die im Abschnittswall am Linzer Gründberg freigelegt worden waren. Beginnen wir mit ersterem Objekt.

124 PERTLWIESER 1970, 63–69, Textabb. 8–9.

125 PERTLWIESER 1970, 57.

126 Der wörtlich übernommene Text ist dem Gutachten der VÖEST-Ingenieure Listhuber und Wallner entnommen und wurde von PERTLWIESER 1998, 73 auszugsweise wiedergegeben.

127 PERTLWIESER 1970, 40 Textabb. 1, 51–63.

128 SPERL 1977, 183 Anm. 3.

129 SPERL 1980. Der angesehene und bekannte Montanist und Archäometallurge Gerhard Sperl ist am 5. April 2021 verstorben.



Abb. 9: Frühlatènezeitlicher Gürtelhaken aus Linz-St. Peter, ein schönes Beispiel keltischen Kunststempfindens. Länge ca. 10 cm.

Der etwas dubiose Hintergrund, aus dem der in der Literatur mehrfach zitierte Gürtelhaken aus Linz-St. Peter (Abb. 9) unverhofft aufgetaucht ist, wurde in diesem Periodikum bereits geschildert.<sup>130</sup> Die Wiederauffindung des für die keltische Ornamentgeschichte und das Kunsthandwerk wichtigen Fundstücks, das in mehreren Publikationen gewürdigt wurde,<sup>131</sup> ist einem glücklichen Umstand zu verdanken. Die bestehenden Schwarz-Weiß-Photos des dunklen Gürtelhakens ließen an ein Erzeugnis aus Bronze denken.<sup>132</sup> Nach seiner „Sekundärentdeckung“ wurde die Gelegenheit genutzt, endlich Klarheit zu schaffen, aus welchem Material der Gürtelhaken tatsächlich bestand. Mit wachsender Neugier sah man der zu erwartenden Expertise von H. P. entgegen. Seine Analyse umfaßte Mikroanalytik und Schliffbeurteilung.<sup>133</sup> Die Auswertung hatte es in sich: Der Gürtelhaken besteht aus Stahlblechen. Als Werkstoff wurde ferritischer Stahl diagnostiziert, der nur sehr geringe Anteile an Kohlenstoff, Phosphor und Mangan enthielt. H. P. attestierte den Herstellern des Gürtelhakens beste Kenntnis, um mittels bravorös gehandhabter Schmelztechnologie „einen hochwertigen ferritischen Stahl mit guter Reinheit herzustellen.“ Eines mußte selbst der Fachmann unbeantwortet lassen, nämlich „wie der gute oxidische Reinheitsgrad ..., die Desoxidation, ...“

<sup>130</sup> PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2016b, 21–23.

<sup>131</sup> Zuletzt von BAGLEY 2020, 383–384, Abb. 13.13–14.

<sup>132</sup> Vgl. die Farbaufnahme in RUPRECHTSBERGER – URBAN 2007, 37 Abb. 31, welche diesen Eindruck suggeriert.

<sup>133</sup> PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2016b, 24–32; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2018a; PRESSLINGER 2019a, 158–165.

erreicht werden konnte.<sup>134</sup> Dies zu ergründen, vielleicht wäre es einmal möglich geworden, verhinderte der zu frühe Tod des Forschers. Der Vollständigkeit halber darf noch angemerkt werden, daß der Gürtelhaken nach profunden Reinigungs- und Restaurierungsarbeiten durch Franz Gillmayr erstmals in zufriedenstellenden Farbabbildungen veröffentlicht worden ist.<sup>135</sup>

Vom 5. Jahrhundert v. Chr. wird der Sprung in das frühe 1. Jahrhundert v. Chr. gewagt. Es ist der Bericht von der wundersamen Auffindung eines „Schatzes“, bestand dieser auch nicht aus Gold, sondern, wie das bei der Entdeckung sofort sichtbar war, aus Eisen (sic!): verrostete Klumpen, die gar nicht anders als in dieser dem Metallurgen gar nicht gefälligen, sehr unbedarften und unprofessionellen Ausdrucksweise von den Ausgräbern bezeichnet werden konnten (Abb. 10a-b).<sup>136</sup> Sie erblickten nach 2000 Jahren Einlagerung im verwitterten Granit (Grus) 1997 wieder das Tageslicht. Die Rede ist von den vier spätlatènezeitlichen Depots vom Linzer Gründberg, die beim Bau des Zwischenwalls für die Siedlung im frühen 1. Jahrhundert v. Chr. in das Fundament als Bauopfer eingebracht worden waren.<sup>137</sup> Ein breit angelegtes Forschungsprogramm nahm seinen Anfang.<sup>138</sup> Das Ende fiel, welche Ironie des Schicksals (!), mit dem Tod Hubert Preßlingers zusammen. Ihm war der führende Part in der archäometallurgischen Auswertung überantwortet worden, die er in der Montanuniversität Leoben und in der voestalpine-Division Stahl – diese war am Sponsoring des Projekts maßgeblich beteiligt – in Zusammenarbeit mit seinen Mitarbeitern durchführen konnte. Als erster hat H. P. die außerordentliche Bedeutung dieser Fundensembles – sie reichte weit über die Landesgrenzen hinaus – den in- und ausländischen Fachleuten in Linz vor Augen geführt.<sup>139</sup> Mit größtem Elan und höchstem Engagement machte er sich an die ihm anvertraute Aufgabe, die er neben seinen anderen zeitintensiven Verpflichtungen Zug um Zug bewältigte. Die von ihm publizierten Zwischenberichte bezeugen, daß es ihm ein großes Anliegen war, dieser großen Herausforderung zu entsprechen und das auf ihm lastende Aufgabenprogramm zeitgerecht zum Abschluß zu bringen. Eine völlig unerwartete Resonanz in Fachkreisen von Metallurgen (nicht Archäo-Metallurgen!) erzielte ein vorläufiger Bericht in der renommierten Zeitschrift *steel research*.<sup>140</sup> Die Zustimmung war gewaltig, überraschend, wie H. P.

134 PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2016b, 31.

135 PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2016b, 22–23 Abb. 1–2.

136 RUPRECHTSBERGER 1998.

137 URBAN 2000, 349–351; URBAN – RUPRECHTSBERGER 2003; RUPRECHTSBERGER – URBAN – PERTLWIESER 2005, 12–13; URBAN 2006, 84–92; RUPRECHTSBERGER – URBAN 2007, 26–30, Abb. 23–25; URBAN 2019.

138 Beteiligt waren nebst dem Nordico Museum der Stadt Linz das Institut für Ur- und Frühgeschichte (wie es damals noch hieß) der Universität Wien, die Prähistorische Kommission der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien, die Abteilung Metallurgie der Montanuniversität Leoben und die voestalpine – Division Stahl.

139 PRESSLINGER 1998/1999.

140 PRESSLINGER – MAYR 2001.



Abb. 10a: Die beiden Kesselhaken samt Aufhängevorrichtung vom Gründberg: einer im Zustand nach der Bergung als „Eisenklumpen“ in der Hand des Verfassers (links), der andere, etwa 2 m lange nach der Restaurierung durch Franz Gillmayr (rechts).



Abb. 10b: Der „Keltenschatz vom Gründberg“ (Auswahl) in seiner stählernen Pracht nach der Restaurierung durch Franz Gillmayr.

in persönlichem Gespräch verwundert mitteilte. Offenbar hatte die Leserschaft der weltweit verbreiteten Zeitschrift, in der Mehrzahl Metallurgen, die keltischen Verfahren zur Erzeugung von Stahl unterschätzt, insofern sie sich jemals damit beschäftigt hatte. Bei der Lektüre des von H. P. veröffentlichten Berichts wird einem bewußt, welche gediegenen Kenntnisse die damaligen Schmiede besaßen und gleichermaßen anzuwenden wußten. H. P. faßte sie folgendermaßen zusammen: Verfestigen durch Kaltverformung, Tordieren und Feuerschweißen von mehrlagigen Stahlstücken, die einen unterschiedlichen Legierungsgehalt hatten. Dieser war den gewünschten Erfordernissen der künftigen Anwendung angepaßt. Ein Werkzeug wie ein Hammer oder ein Beil mußte eben härter, widerstandsfähiger sein als ein Fleischhaken, Bratspieß oder Schlüssel. Diesen Aspekt demonstrierte H. P. an drei Lappenbeilen, deren Entstehung er Schicht um Schicht freilegte.<sup>141</sup> Allen drei gemeinsam ist die Mittenlage, die sogenannte Seele. Sie besteht aus phosphorlegierten Stahlstäben, welche durch Feuerschweißen zusammengefügt worden waren. Damit härtete man die Beilschneide, die auf diese Weise ihre Schärfe behielt. Daß die Schmiede mit unterschiedlichen Stahlsorten umzugehen verstanden, hat die metallurgische Analyse an diesen Beilen so gut bestätigt, daß H. P. in einer seiner letzten Veröffentlichungen sie als „*Meisterstücke der keltischen Schmiedekunst*“ angesprochen hat.<sup>142</sup>

Daß diese Fein- und Besonderheiten der Fachmann den Mikroschnittbildern ablesen konnte, verursacht Respekt und Anerkennung. H. P. hat eine Liste von 31 evaluierten Mikroschnitten der Kollegenschaft schon 2001 vorgestellt.<sup>143</sup> Es blieb nicht bei diesen Erkenntnissen allein: Die Beschaffung von Rohmaterial, dem Erz, spielte in der Qualitätsfrage eine führende Rolle. H. P. erwähnte in dem Zusammenhang phosphorreiche Eisenerze, mit denen die Rennöfen beschickt wurden. Phosphorlegierte Stahlsorten waren dann das Ergebnis des Schmelzprozesses.<sup>144</sup> Die Überschrift eines seiner Beiträge gibt den Sachverhalt prägnant wieder: „*Phosphorlegierter keltischer Stahl – hart, zäh und korrosionsbeständig*“.<sup>145</sup>

Als Rohmaterial von völlig anderer „Konsistenz“ als das eben erwähnte – wäre diese laienhafte Ausdrucksweise im Sinne von H. P.?, wir wagen sie dennoch – dienten Barren aus Stahl. Auf sie konnte der Schmied jederzeit zugreifen. Zwei Stücke vom Gründberg mit hohem Kohlenstoffgehalt eigneten sich durchaus als „*Handelsware*“.<sup>146</sup>

Damit sind wir an einem Punkt angelangt, von dem aus die Überleitung zum

141 PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – URBAN 2018.

142 PRESSLINGER 2019a, 179.

143 PRESSLINGER – MAYR 2001, 283, bes. 289 Tab. 5.

144 PRESSLINGER 2007b.

145 PRESSLINGER – EIBNER 2009; PRESSLINGER 2019a, 152.

146 PRESSLINGER – CECH – WALACH 2007a, 50, Abb. 3.



vielgerühmten antiken Stahl, dem oftmals zitierten *ferrum Noricum*,<sup>147</sup> erfolgen kann.

Späte Eisen- und Römerzeit – *ferrum Noricum*  
(1. Jahrhundert v. / 1. Jahrhundert n. Chr. – 5. Jahrhundert n. Chr.)

Allein schon durch die Erwähnung des *ferrum Noricum*<sup>148</sup> in der antiken Literatur fühlten sich die Proponenten der österreichischen Archäologie vor einem Jahrhundert gewissermaßen verpflichtet, der Frage nach dem damals gerühmten und bekannten Qualitätsprodukt „*made in Noricis*“ (gemacht bei den Norikern) und der Herkunft des Ausgangsmaterials, der Erzlagerstätte, nachzuspüren, die nach Hüttenberg in Kärnten führte, worauf schon der frühere steirische Landesarchäologe und Professor an der Universität Graz, Walter Schmid, hingewiesen hatte.<sup>149</sup> Daß damit die Forschungen mit dem von Hüttenberg nicht weit entfernten Magdalensberg untrennbar verbunden waren, wurde spätestens in dem Moment deutlich, als die in die Wände von Räumlichkeiten im Händlerviertel gekritzelten Notizen die Stadt am Berg als Verteilerzentrum von verschiedenen Gegenständen aus Stahl auswiesen,<sup>150</sup> die ihren Weg in das Imperium Romanum nahmen. Nach Meinung von Rudolf Egger und anderer Althistoriker sogar bis nach Volubilis, einer Stadt in der Provinz Mauretania,<sup>151</sup> was nicht als unumstritten übernommen wurde.<sup>152</sup> Jedenfalls nahmen an dem Thema *ferrum Noricum* auch Montanisten, Geologen und Metallurgen regen Anteil, den eine stattliche Anzahl von Schriften reflektiert. Ohne auf diese in extenso eingehen zu können, mag es genügen, an die Zusammenfassungen von Fachleuten wie Harald Straube zu erinnern.<sup>153</sup> Die Initiative für das über Jahrzehnte sich erstreckende Forschungsprojekt *ferrum Noricum* hat in der Achse Wien, Kärntner Landesmuseum Klagenfurt und Magdalensberg und den dort wirkenden Archäologen ihre Wurzeln. Trotz offensichtlicher Dominanz des norischen Erzabbaus um Hüttenberg, dem Görtschitztal<sup>154</sup> und anderen Stätten auch außerhalb Kärntens, trotz Verarbeitung und Distribution der Stahlprodukte am Magdalensberg sind Eisenerzgewinnung und Verhüttung der Kelten und keltischen Boier im Raum Oberpullendorf und

147 Von VETTERS 1966 als Aufsatztitel gewählt. Früher schon, nämlich 1932, hat Walter Schmid seine monographische Schrift in deutscher Übersetzung betitelt: SCHMID 1932.

148 Zusammengestellt nun von HOFENEDER 2017. Zuvor PICCOTTINI 1981.

149 Z. B. bei SCHMID 1932, 4–10.

150 EGGER 1961; PICCOTTINI 1996, 171–172; DOLENZ 1996; PICCOTTINI – VETTERS (†) 2003, 49, 61–62.

151 EGGER 1961, 10 Nr. 81, Taf. 5/81, 16 Nr. 218, Taf. 15/218.

152 EUZENNAT 1979.

153 STRAUBE 1996.

154 GLASER 1995; GLASER 2000.



Oberwart in Mittelburgenland keinesfalls zu übersehen.<sup>155</sup> Ob sich die keltisch-boische Stahlproduktion mit ihren Erzeugnissen dem binnennorischen Handelsnetz einbinden läßt, wird nach den dicht gestreuten Befunden in Mittelburgenland aus althistorischer Sicht vielleicht nochmals zu überlegen sein. Für endgültig abgeschlossen muß dieses Thema nicht zwingend betrachtet werden.<sup>156</sup>

Das von Mario Wallner anhand von „*experimentalarchäologischen Verhüttungsversuchen*“ zur Diskussion gestellte Berechnungsmodell, wonach im boischen Erzverarbeitungszentrum 48 bis 85 Tonnen Roheisen jährlich erzeugt wurden, aliquot aufgeteilt auf die Dauer von 100 Jahren Verhüttung, macht hellhörig.<sup>157</sup> Nach dem Urteil der Experten hat aber die Qualität der boischen Stahlprodukte nicht die der zentralnorischen erreicht, die auf der Verarbeitung von manganhaltigen Sideriterzen beruhte.<sup>158</sup>

Nochmals nach Hüttenberg. Die ab der Jahrtausendwende intensivierten archäologischen Arbeiten konzentrierten sich auf den Hüttenberger Erzberg, wo ein interdisziplinäres Team tätig war und binnen weniger Jahre die Fachwelt mit instruktiven Ergebnissen versorgte. H. P. deckte den Arbeitsbereich der Stahlarhätometallurgie ab und beschrieb, ausgehend von einigen in der Fachliteratur vertretenen Lehrmeinungen, die Zielsetzung seiner Untersuchung.<sup>159</sup> Die Probennahmen umfaßten Laufschlacke, kohlenstoffarme und kohlenstoffreiche Stahlluppen, bekannt als Roheisen.<sup>160</sup> Die Schlackenanalyse war äußerst aufschlußreich im Hinblick auf den Schmelzprozeß. In den Schachtöfen, immerhin ein gutes halbes Dutzend am Ausgrabungs- bzw. Verhüttungsort in Sendlach (Hüttenberg)<sup>161</sup>, waren Temperaturen um die 1550° C erzielt worden. Die vom hohen Mangengehalt abhängige Fließtemperatur der Laufschlacken lag bei 1500° C.<sup>162</sup> Im Härungsverfahren der Produkte kamen legierte und unlegierte Stahlsorten zur Anwendung, wobei Phosphor und Kohlenstoff als Legierungselemente maßgeblich waren. Als ein spezielles Verfahren wandten die Schmiede in der Römischen Kaiserzeit das Glühen in einem Holzkohlebett bei einer Temperatur von 1000° C an, um die Stahlstäbe rasch abzukühlen.<sup>163</sup>

Vom „Tatort“ nun zum Verteilungszentrum norischer Stahlprodukte, zur Stadt auf dem Magdalensberg.<sup>164</sup> Aus dem reichhaltigen Fundmaterial wurden

155 SPERL 2004, bes. 970–973; zum historischen Aspekt DOBESCH 2000, bes. 23–24.

156 Einen kurzen Überblick über die Eisenindustrie gibt HERDITS 2015. Siehe die informative wie gleichermaßen illustrative Übersicht bei TREBSCHKE 2020a, bes. 244–247.

157 WALLNER 2013, 219–220.

158 PRESSLINGER 2008a, 245–246; TREBSCHKE 2020a, 247.

159 PRESSLINGER 2008a, 232.

160 PRESSLINGER – GLASER – COMMENDA – KRÖPFL 2016.

161 PRESSLINGER – CECH – WALACH 2007b; CECH 2008, 71–95; CECH 2017, 57–94.

162 PRESSLINGER 2008a, 232–236.

163 PRESSLINGER 2008a, 245–246.

164 PICCOTTINI 1996; DOLENZ 1996; PICCOTTINI – VETTERS (†) 2003.

mit freundlicher Genehmigung der Grabungsleitung<sup>165</sup> ausgewählte Objekte dem Metallurgen übergeben.<sup>166</sup> Die Untersuchung war sowohl für das Gründberg-Projekt (Stichwort „Keltenschatz“) als auch für die Ausgrabungen auf der Keplerwiese am Linzer Schloßberg von Interesse, nachdem dort ein geschlossener Fundkomplex Gegenstände aus Stahl beinhaltet hatte, darunter eine Spachtel, die einer eher seltenen Fundspezies angehört.<sup>167</sup> Formmäßig entsprach sie ungefähr gleichen Exemplaren vom Magdalensberg, weshalb sich eine vergleichende Materialbetrachtung empfahl. H. P. hat sich dieses archäologischen Sachverhalts unter Einbeziehung mikroanalytischer Untersuchungsmethoden mit gewohntem Engagement angenommen und seine Sicht unterbreitet.<sup>168</sup> Dieser zufolge waren die Spachteln wie erwartet aus Stahlstäben geschmiedet, unterschieden sich aber in der chemischen Zusammensetzung, weshalb eine gemeinsame Produktion in einer Werkstätte – die Möglichkeit hätte durchaus bestehen können – ausgeschlossen werden mußte. Neu für den Unbedarften war, daß quarzreicher Sand die angestrebte Rohform der Spachteln zu erzielen half und daß mehrere Fachkräfte am Schmiedeverfahren in einem festgelegten Arbeitsablauf beteiligt waren.<sup>169</sup>

Alle seine Erkenntnisse und Erfahrungen mit dem *ferrum Noricum* setzte H. P. in eine abgerundete Zusammenschau um, in welcher der Keltenschatz vom Gründberg in Linz im Mittelpunkt stand.<sup>170</sup> Den Gesprächen mit dem Metallurgen ließ sich mehrmals entnehmen, wie wichtig ihm die systematische Erfassung und Analyse sämtlicher Gegenstände aus den vier Depots im Abschnittswall, einem stählernen Schatzfund schlechthin, stets gewesen war. Sämtliche Untersuchungen, in mehreren Ordnern dokumentiert, befinden sich in musealer Obhut.<sup>171</sup> Seine in mehreren Folgen publizierten Berichte und die „*Erkenntnisse aus dieser Arbeit*“,<sup>172</sup> wie es H. P. in seinem Beitrag in der Grabungspublikation von Otto H. Urban schriftlich festhielt, hat er uns als beeindruckendes und lehrreiches, wissenschaftliches Vermächtnis hinterlassen.

Den gezogenen Faden nochmals aufgreifend wenden wir uns wieder den Schlacken zu, die nach guter Leobener Tradition im Programm der Fachleute aus den Reihen der Montanisten verankert ist.<sup>173</sup> Welche Rückschlüsse Schlackenresten entlockt werden können, wurde bei der Betrachtung der Ausgrabungsstelle

165 Dafür ist der Verfasser dem Kollegen Heimo Dolenz, Landesmuseum für Kärnten, Klagenfurt, der sich selbst mit Stahlfunden vom Magdalensberg intensiv beschäftigt hatte (DOLENZ 1998), zu großem Dank verpflichtet,

166 PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – URBAN 2007; PRESSLINGER 2008a, 241–245.

167 RUPRECHTSBERGER – URBAN 2010.

168 PRESSLINGER 2010; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2010.

169 PRESSLINGER 2010, 60–61; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2010, 237.

170 PRESSLINGER 2019a, 151–179.

171 Im Depot der OÖ Landes-Kultur GmbH (früher: OÖ Landesmuseum) in der Welsersstraße in Leonding.

172 PRESSLINGER 2019a, 178.

173 SPERL 1980; PRESSLINGER 2008a.

Semlach-Hüttenberg und der dortigen Funde angeschnitten. Auch Oberösterreich und das im Salzbürgischen liegende Neumarkt/Pfongau lag im Betreuungsbereich der Archäometallurgen.

In Oberösterreich stand Windischgarsten auf der Liste der metallkundlichen Agenda: Aufgrund seiner Verkehrslage an der Route vom Süden über den Pyhrn seit dem 19. Jahrhundert als Straßenstation (*mansio*) namens Gabromagus im Blickpunkt der Archäologie stehend, fanden, von zwischenzeitlichen Unternehmungen abgesehen, planmäßige Not-, Nach- und Neugrabungen 1984/85 und 1995/96 statt.<sup>174</sup> Anlässlich einer nur drei Tage währenden Sondierung im Jahre 1933 wurde ein Raum freigelegt, den die Ausgräber wegen der vorhanden gewesenen Aschenreste als Schmiede bestimmten<sup>175</sup> – irrtümlich, wie die Überprüfung im Gelände 1996 ergeben sollte.<sup>176</sup>

Lediglich zwei Schlackenstücke wurden 1996 aufgefunden, von denen eine chemische Analyse gemacht wurde. Herwig Klimesch vermutete, daß die darin enthaltenen Elemente für eine Reduktion von Eisenerzen sprächen.<sup>177</sup>

Ein anderes Relikt wurde im Zentrum von Windischgarsten geborgen – übrigens nicht als einziger Fund im Ortszentrum, denn 1923 hatte man nahe der Kirche drei römerzeitliche Essen freigelegt<sup>178</sup> –, das H. P. nach metallographischer Untersuchung als Roheisen definierte. Als solches mußte es, um es als Stahlwerkstoff für die Anfertigung von Geräten und Gegenständen tauglich zu machen, vom Schmied gefrischt werden.<sup>179</sup>

Nach diesen Ansätzen metallurgischer Beteiligung an den wissenschaftlichen Auswertungen könnte die Analyse des Paradedfundstücks aus Gabromagus schlechthin, die von der Grabungsleiterin festschriftwürdig präsentierte Bronzestatuetten einer Venus, als Desiderat empfunden werden.<sup>180</sup> Gewiß, die Schönheit der Göttin hätte durch den notwendigen Oberflächenanschliff etwas gelitten, ein tieferer Einschnitt wäre ihr ohnedies nicht zugemutet worden – aber nicht lange: ein Schönheitschirurg aus der Riege der Restauratoren hätte das Manko rasch kaschiert.

Dieses gleicht in demselben Moment ein zwar weniger attraktives, materialkundlich jedoch nicht minder aufschlußreiches Fundstück aus: eine maschinell

174 Zur Forschungsgeschichte siehe GENSER 1985.

175 GENSER 1980, 18–22.

176 KLIMESCH 2000, 317, 325.

177 Technologische Untersuchung, durchgeführt von Dipl. Ing. H. Klimesch: KLIMESCH 2000, 336–337.

178 KLIMESCH 2000, 317.

179 PRESSLINGER 2014.

180 SCHWANZAR 1985.

zutage geförderte Bronzekanne mit korrodierter Flickstelle (Abb. 11a–b).<sup>181</sup> Auf diese Art reparierte Bronzegefäße haben allein schon Seltenheitswert.<sup>182</sup> Das Duo Presslinger – Gruber beurteilte das Gefüge und führte eine naßchemische Analyse durch.<sup>183</sup> Als auffällig mutete ihnen ein hoher Silbergehalt an. Den beachtlichen Prozentanteil an Zinn (7 Gew.%) führten die beiden Metallurgen auf die Möglichkeit zurück, die sich die antiken Schmiede offen behielten, um die Härte der Bronzekanne durch Jonglieren mit der Schmelztemperatur um die nahezu 1000° C herstellungsmäßig zu bestimmen.

Mit den nun aufzugreifenden beiden Bronzestücken begeben wir uns abermals in den Bereich der antiken Straßenstation von Gabromagus. Beim Bau der Hauptschule von Windischgarsten 1986 in einer Aschenschicht entdeckt und vor maschineller Zerstörung gerettet, könnten sie nicht besser in eine *mansio* passen, handelt es sich doch um die Aufhängevorrichtung für den Kasten eines römischerzeitlichen Reisewagens.<sup>184</sup> Die Kleingliedrigkeit der Gurthalter, wie sie in der Sekundärliteratur heißen, vor allem die als Finger gestalteten Haken, die den Riemen des Wagenkastens zu tragen hatten, ließen an deren Tragfähigkeit zweifeln. Um diese Unsicherheit zu klären, wurde H. P. um sein Gutachten ersucht.<sup>185</sup> Was dabei herauskam, überzeugte: Die beiden im Gießverfahren hergestellten Gurthalter – sie sind unter dem Begriff „Rotguß“ einzustufen – zeigten eine „gute Übereinstimmung in den chemischen Analysen“. Das besagte, daß sie für „ein und denselben Wagen erzeugt und verwendet“ worden waren.<sup>186</sup> Außerdem wurde die Zugspannung, die Scherfestigkeit, welcher die Gurthalter ausgesetzt waren, vom Metallurgen berechnet und als ausreichend für die ihnen zugeordnete Funktion bestätigt – ein Ergebnis, das nichts zu wünschen übrig ließ.

Wechseln wir den Standort von der Pyhrnregion in das Salzburgerische Alpenvorland, das als Zone von Gutshöfen in römischer Zeit landwirtschaftlich intensiv genutzt wurde.<sup>187</sup> Eine vom Museum und von der Universität Salzburg in mehreren Ausgrabungskampagnen archäologisch bestens erschlossene *villa rustica* des 2./3. Jahrhunderts n. Chr. in Neumarkt/Pfongau umfaßte außer den Wohngebäuden Wirtschaftstrakte, einen Ziegelbrennofen und Werkstätten, aus deren untersuchtem Bereich Schlackenreste, Stahlluppen und Stahlstäbe an die Oberfläche gelangt waren<sup>188</sup>. Ihnen hat sich H. P. unter Einsatz der üblichen

181 Bergung und Behandlung der Bronzekanne sind Schuldirektor Rudolf Stanzel zu verdanken, der die neueren Ausgrabungen in Windischgarsten initiierte. Er hatte damals den Fund zur wissenschaftlichen Bearbeitung dem Verfasser überantwortet: RUPRECHTSBERGER 1985.

182 Siehe z. B. KÜNZL 2000; FLÜGEL 1998.

183 PRESSLINGER – GRUBER 1985.

184 RUPRECHTSBERGER 1988.

185 PRESSLINGER 1988

186 Zitate: PRESSLINGER 1988, 31–32.

187 GENSER 1994 passim; RIES 2018.

188 KASTLER – TRAXLER – LANG et al. 2020.



Abb. 11a: Die Bronzekanne von Windischgarsten nach der Restaurierung. Höhe 30 cm.

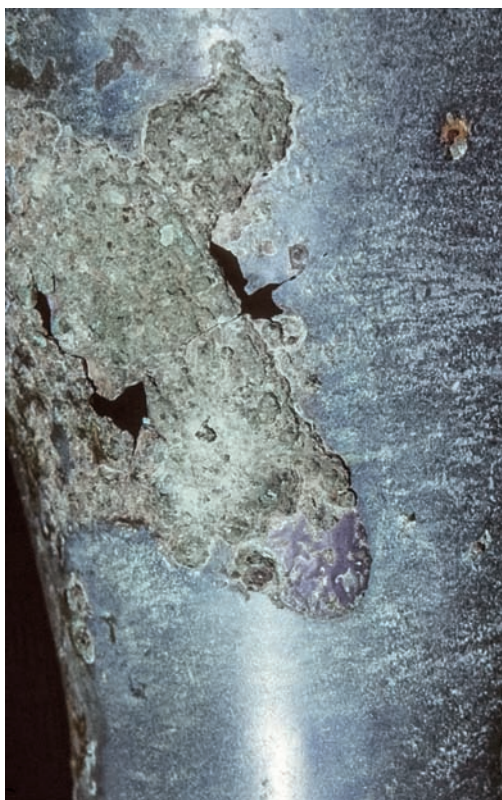


Abb. 11b: Die Gefäßreparatur an der Kanne war im unteren Drittel vorgenommen worden. Hier eine Detailaufnahme.

technischen Geräte angenommen. Dementsprechend für den Nichtfachmann schwierig nachvollziehbar sind die einzelnen Schritte der Erkenntnisfindung des Archäometallurgen, der den Leser mit Kristallbildungen, chemischen Prozessen und anderen Einzelheiten konfrontiert und schier überfordert. Von den Stahlstäben etwa vernimmt man, daß sie aus Ferrit und andererseits aus Perlit mit Korngrenzenferrit, der eine „Widmannstättenausbildung“ zeigt, bestehen. Die komplexen Vorgänge, die H. P. beschrieb, bereichern – oder ergänzen? – die bisherigen metallurgischen Ergebnisse aus anderen Fundorten um die eine oder andere Nuance. Jedenfalls – bringen wir es „auf den Punkt“ – beherrschten die Schmiede des Gutshofes von Neumarkt / Pfongau ihr Handwerk perfekt: von angefallenen Reparaturen bis zur Neuanfertigung von Werkzeugen. Das „know how“ wird im Gutachten ausführlich beschrieben.

Anhand der hier getroffenen Auswahl von Expertisen wurde der Wirkungshorizont H. P.'s auf dem Sektor der römertimeiligen Archäometallurgie zu charakterisieren versucht. Alle anderen Gutachten im Einzelnen zu resümieren, muß unterbleiben. Das Literaturverzeichnis bietet weitere Einzelinformationen zu H. P.'s archäometallurgischem Schaffen.

Stichwortartig nur so viel: Aus der römischen Kaiserzeit ein einzigartiges Reliefmedaillon eines Riemenbeschlags vom Pferdezaumzeug mit Darstellung des Kaisers Commodus (Abb. 12), ein Erzeugnis der Werkstoffgruppe Rotguß,<sup>189</sup> militärische Gegenstände (*militaria*),<sup>190</sup> Schmuckstücke<sup>191</sup> und Sigillatagefäße mit Reparaturen mittels Klammern oder Draht aus einer Blei-Zinn-Legierung.<sup>192</sup> Die Sigillaten bekunden uns Heutigen eine gewisse Wertschätzung, welche die einstigen Benutzer ihrem irdenen Kleinbesitz entgegenbrachten.<sup>193</sup> Es brauchte kein Metall wie jenes der Kanne aus Windischgarsten zu sein,<sup>194</sup> um es in vielleicht eingeschränkter Funktion weiterhin verwenden zu können. Der Spätantike gehört noch eine Fibel eines im nördlichen Norikum raren Typs an (Abb. 13),<sup>195</sup> die nach der gründlichen Analyse von H. P. aus unterschiedlichen Bronzewerkstoffen besteht.<sup>196</sup> Der Nadelhalter hat einen hohen Anteil an Blei, der Zwiebelkopf einen merklich geringeren, dafür einen wesentlich höheren an Kupfer – informativ im Hinblick auf die Herstellung der Gewandspange.<sup>197</sup>

189 PRESSLINGER 2008b.

190 PRESSLINGER 2016; PRESSLINGER 2019; RUPRECHTSBERGER – PRESSLINGER 2019, b, c, d; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2021.

191 PRESSLINGER 1996 (Silbernadel und Goldohrring aus einem Säuglingsgrab aus Lentia); PRESSLINGER 2018 (Armreif aus dem spätantiken Grab von Kronstorf).

192 PRESSLINGER 2008c.

193 RUPRECHTSBERGER 2008b, bes. 165–166.

194 PRESSLINGER – GRUBER 1985; RUPRECHTSBERGER 1985.

195 RUPRECHTSBERGER 1994/1995.

196 PRESSLINGER 1994/1995.

197 PRESSLINGER 1994/1995, 179.





Abb. 12: Aus Verbundwerkstoff (Bronze und Stahl) gegen Ende des 2. Jahrhunderts n. Chr. hergestelltes Reliefmedaillon mit Porträt (aller Wahrscheinlichkeit nach) des Kaisers Commodus (181–190). Bestandteil der Riemenzier eines Pferdezaumzeugs, gefunden im Legionslager von Lauriacum. Durchmesser Längsachse 6,1 cm, Breitachse 5,1 cm.



Abb. 13: Spätantike Fibel eines in unserem Gebiet seltenen Typs. Lesefund aus Kronstorf, Ortschaft Teufelsgraben. Länge 9 cm.

## Früh-/Spätmittelalter (6./7. Jahrhundert n. Chr. – 15. Jahrhundert)

Aus einem reichen Fundus an Objekten und Neuerwerbungen von Funden, die im Museumsdepot aufbewahrt sind, wurde zusammen mit H. P. eine Auslese getroffen, die materialkundlich durchleuchtet zu werden verdiente. Primär waren es Schwerter aus dem frühen und hohen Mittelalter oder der Neuzeit. Das wohl spektakulärste wurde, wie andere urgeschichtliche und spätere Fundobjekte, an der Donau in Steyregg angetroffen (Abb. 14). Die mit der Entdeckung, Restaurierung und Auswertung des Schwertes befaßten Fachleute haben ihre Erkenntnisse in einer monographischen Schrift niedergelegt.<sup>198</sup> H. P. führte die Qualität des Schwertes auf einen mehrstufigen Schmiedeablauf zurück, wie er in der römischen Zeit sehr ähnlich erfolgt war.<sup>199</sup> So hören wir vom kohlenstoffarmen Schwertklingenkern, seiner Ummantelung, der Aufkohlung und Abschreckung im Wasser, das der Schmiedemeister – und das ist jetzt neu – mit geheim gehaltenen Zugaben „würzte“,<sup>200</sup> um der hochkohligen Schneide ihre Schärfe zu verleihen. „Weich“ und „Hart“ des Materials sorgten für die Elastizität der Schwertklinge.

Auf die Schärfe kam es also an. Diese ist in demselben Maß auch einer Schwertklinge aus Ebelsberg eigen (Abb. 15).<sup>201</sup> Der Archäometallurge äußerte seine Bewunderung für die „*Alten Meister*“ (nicht die von Thomas Bernhard), „*die mit einer ausgereiften Schmiedetechnologie ein Schwert mit exzellenten Werkstoffeigenschaften im 12. Jahrhundert erzeugen konnten*“.<sup>202</sup>

Blenden wir etwa zwei Jahrhunderte zurück. In Puppig – der Name ist mit der Geschichte des Heiligen Wolfgang eng verwoben – wurde ein Schwert entdeckt,<sup>203</sup> dessen Herstellungsverfahren die gleichen, metallurgisch nachvollziehbaren Schritte, wie sie oben skizziert sind, widerspiegelt<sup>204</sup> – ein Qualitätsprodukt des 9./10. Jahrhunderts, das einer soliden, „*hochentwickelten Schmiedetechnik*“ (Zitat H. P.) und -tradition entsprang.<sup>205</sup> Wie wichtig wäre es, die Archäometallurgie an fünf Schwertern zur Anwendung kommen zu lassen, die kürzlich vorgestellt wurden.<sup>206</sup> Alle aus dem Schotter der Donau geborgen, decken sie spätes Früh- bis Hochmittelalter und frühe Neuzeit ab und würden die bisher so aufschlußreichen Ergebnisse der materialkundlichen Recherchen, wie sie H. P. angestellt

198 RUPRECHTSBERGER 2012; PRESSLINGER 2012; MAYER – THALHAMMER 2012.

199 PRESSLINGER 2012; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2014, 43–47.

200 PRESSLINGER 2007a.

201 RUPRECHTSBERGER 2012, bes. 16–20; PRESSLINGER 2012; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2014, 47–49.

202 PRESSLINGER 2012, 46.

203 PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2013, bes. 39–41.

204 PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2016.

205 PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2013, 45.

206 KALTENBÖCK – SCHMID – LESKOVAR – TRAXLER 2020.



Abb. 14: Hochmittelalterliches Schwert aus Steyregg, das bei der Auffindung von einer dicken Schotterkruste umhüllt war. Diese schützte die Waffe. Das Schwert wurde von Restaurator Franz Gillmayr freigelegt und konserviert. Dabei zeigte sich eine in die Klinge eingravierte Inschrift: RSR, deren Deutung bislang noch aussteht. Länge 87 cm.



Abb. 15: Ein ungefähr zeitgleiches Schwert kam in Ebelsberg zum Vorschein. Auch dieses weist eine in die Klinge eingravierte Inschrift auf: RNII. Länge 62 cm.

hatte, bereichern, in dem einen oder anderen Punkt möglicherweise ergänzen. Eine Tierdarstellung und zwei Inschriften auf einem der Schwerter fordern geradezu nach einer gründlichen waffenkundlichen Betrachtung und Interpretation. Die Schwerter „*stehen nun*“ nach den Worten der Autoren auf alle Fälle „*für wissenschaftliche Bearbeitungen ...zur Verfügung*“.<sup>207</sup>

Eingeleitet wurde die Reihe der archäometrischen und waffenkundlichen Arbeiten in Oberösterreich durch ein von Wien aus betriebenes Projekt, in dessen Rahmen ausgewählte Schwerter und Saxe aus der späteren Merowinger- und Karolingerzeit, einer Periode von ca. 700 bis 900, auf der Liste der Agenda standen.<sup>208</sup> Die Fundobjekte, drei Schwerter, drei Saxe und eine Lanzenspitze aus Enns, St. Georgen an der Gusen und Wolfhern / Schwödiau wurden technologisch und metallographisch befundet und anhand vieler Gefüge- Schlibfbilder und Detailaufnahmen reichlich illustriert.<sup>209</sup> Im Wesentlichen verstanden es die Schmiede, ihre Kenntnisse den Bedürfnissen nach Härte, Elastizität und Funktionalität anzupassen, wie das H. P. mehrmals festgestellt hatte, wobei Unterschiede in der Herstellung und der Bearbeitung an einzelnen Waffen geortet wurden.<sup>210</sup> Gut überlegt etwa war die Härteabstimmung bei den Spathen zwischen Klingenwurzel und dem Klingenkörper, um Härterisse zu vermeiden. Die Technik der Damasizierung und das Verfahren der Aufkohlung und Härtung bereiteten den frühmittelalterlichen Schmiedemeistern keinerlei Probleme, die auch „*unterschiedliche Methoden der Materialvorbereitung*“ in ihrem Programm hatten.<sup>211</sup>

Die Fortsetzung der von Erik Szameit initiierten Serie gleichartiger Untersuchungen erstreckte sich außerdem auf andere Fundorte in Oberösterreich, aus denen frühmittelalterliche Waffen bekannt wurden. Es sind dies das Gräberfeld von Bad Wimsbach-Neydharting und Gunskirchen bei Wels.

Dem Bericht über das bairnerzeitliche Gräberfeld von Bad Wimsbach-Neydharting ist die metallographische Untersuchung eines langen Hiebschwerter, eines Sax, integriert.<sup>212</sup> Das Ergebnis weicht von den anderen insofern ab, daß die von einer Einsatzwaffe erwartete Qualität nicht erreicht wurde. Der Fundbearbeiter vermutete als Basismaterial einen einzigen Stahlbarren. Die geringe Qualität des Hiebschwerter, von dem man meinen möchte, es könnte zwecks Optimierung der Schärfe einer Aufkohlung unterzogen worden sein, versuchte der Verfasser damit zu erklären, daß im letzten Drittel des 7. Jahrhunderts eine Phase des Experimentierens mit unterschiedlichen Saxtypen (lang, breit, schwer) eingeleitet worden sei, die eben auch technische Unzulänglichkeiten in

207 KALTENBÖCK – SCHMID – LESKOVAR – TRAXLER 2020, 10.

208 SZAMEIT – MEHOFER 2002. Die ausgewählten Objekte sind a. O. 138 Abb. 6 dargestellt.

209 SZAMEIT – MEHOFER 2002, 152–168, Abb. 7–23.

210 SZAMEIT – MEHOFER 2002, bes. 146–149.

211 SZAMEIT – MEHOFER 2002, 149.

212 NAU 2016, bes. 502–504, 530–540, Taf. 10–20.

der Saxherstellung mit sich gebracht hätte.<sup>213</sup> Es konnte durchaus vorkommen, daß nicht jeder Schmied, sei es einer vom Dorf oder einer auf Wanderschaft, über jenes „know how“ verfügte, das dem von ihm hergestellten Produkt einen Qualitätsbonus a priori sicherte.<sup>214</sup>

Mit der Vorlage einer Spatha, eines Schildbuckels und einer Gürtelgarnitur, die Bauarbeiter in Gunskirchen aus einem baierenzeitlichen Grab zutage gefördert hatten, war auch eine metallographische Auswertung verbunden.<sup>215</sup> Diese konzentrierte sich auf die Spatha, ein Langschwert, dessen Herstellung auf der Kenntnis standardisierter Qualitätskriterien basierte. Der Kern der in die Zeit um 600 datierten Hiebwaaffe bestand aus Damaststäben mit angeschweißtem, kohlenstoffhaltigem Metall. Verschmolzen zu einem Verbundwerkstoff von solider Bruchfestigkeit wurde, gleichsam als Draufgabe, außerdem ein optischer „Aufputz“ bewirkt.<sup>216</sup>

An dem anderen Untersuchungsobjekt, einem bereits im 19. Jahrhundert aufgefundenen Sax aus dem ersten Drittel des 7. Jahrhunderts,<sup>217</sup> wurde die „*relativ hohe Qualität des Ursprungsmaterials*“ hervorgehoben. Die Schneide kennzeichnen eine gewisse Härte und Elastizität, das Ergebnis, wie man glaubt, einer „*kontrollierten Abschreckung*.“<sup>218</sup>

Nachdem das Spektrum an frühmittelalterlichen Grabfunden durch archäometrisch begutachtete Waffen vereinzelt vertreten ist, werfen wir in Ergänzung dazu einen Blick in den Siedlungsbereich.

In Mitterkirchen im Machland, das durch seine hallstattzeitlichen „Prunkfunde“ punktet, haben die Ausgrabungen von Manfred Pertlwieser in Zusammenarbeit mit Vlasta Tovornik einige wichtige Siedlungsbefunde aus dem Frühmittelalter geliefert.<sup>219</sup> So wurde am Rand der Siedlung ein Werkstättenbereich lokalisiert, in dem eine Schmiede eindeutige Relikte ihrer Tätigkeit hinterlassen hatte, wie Vlasta Tovornik berichtete.<sup>220</sup> Neben Grubenobjekten, Renn- und Röstfeuerstellen wurden Schlacken und Roheisenluppen mit Lehmanhaftungen festgestellt, die auf Reduktionsöfen und auf „*eine Verhüttung örtlicher Erzaufsammlungen*“ hinwiesen.<sup>221</sup>

Wesentlich weniger Fakten liegen auf der Burgwiese von Ansfelden vor,

213 NAU 2016, 504.

214 Auf qualitätsmäßige Unterschiede karolingischer Schwerter hatten beispielsweise schon Mitte der 50-er Jahre des vergangenen Jahrhunderts Metallurgen aus Tschechien aufmerksam gemacht: PLEINER – PLZÁK – QUADRAT 1956, 333–334.

215 SKOMOROWSKI 2016.

216 SKOMOROWSKI 2016, 548–549, 552–558, Taf. 1–7.

217 SKOMOROWSKI 2016, 549–550, 559–568, Taf. 8–17.

218 SKOMOROWSKI 2016, 550.

219 Zusammengefaßt von SCHATZ 2016.

220 TOVORNIK 1988, 126; TOVORNIK 1991; TOVORNIK 1998, 86–87.

221 Zitat: TOVORNIK 1991, 49; Auflistung der Schlacken etc.: SCHATZ 2016, 443–445.



Abb. 16: Riemenzunge aus Silber aus dem frühmittelalterlichen Gräberfeld von Linz-Zizlau, Grab 7. Die Darstellung gibt in sehr unbedarfter Weise einen Mann und eine Frau mit betonten Sexualmerkmalen in hockender Position antithetisch wieder. Länge 12 cm.

wo Peter Trebsche auf dem in Spornlage verorteten urgeschichtlichen Siedlungsareal auf Reste frühmittelalterlicher Nutzung gestoßen ist.<sup>222</sup> Nach seinen Ausführungen belegen „*einige Stücke Schmiedeschlacke*“ eine an Ort und Stelle erfolgte Verarbeitung von Erzen zur Herstellung von Stahlgeräten.<sup>223</sup> Der von Trebsche referierte Forschungsstand zu frühmittelalterlichen Siedlungen in Oberösterreich enthält mit Ausnahme von Mitterkirchen keine Angaben zur Präsenz von Schmiedewerkstätten,<sup>224</sup> wengleich es sehr naheliegend ist, solche in jeder frühmittelalterlichen Niederlassung anzunehmen.

Eine Spur dazu führt, um eine Detailbeobachtung nicht unerwähnt zu lassen, über den Inhalt eines frühmittelalterlichen Grabes aus Gusen, Gemeinde Langenstein:<sup>225</sup> Darin lagen als Beigaben Stahlrohlinge und zerbrochene Stahlbeschläge eines Holzeimers, die einem örtlichen Schmied, wie man meinen

222 TREBSCHÉ 2008, 201–218.

223 TREBSCHÉ 2008, 217.

224 TREBSCHÉ 2008, 214–216.

225 TOVORNIK 1985, 172–173, Grab 106, Taf. 13/8–9; TOVORNIK 1991, 50.



möchte, angemessen gewesen wären, um in der letzten Ruhestätte an seiner Seite bereit zu liegen.<sup>226</sup>

Materieller und kulturgeschichtlicher Wechsel: Als ein prominentes Fundstück von Auffälligkeitscharakter gilt die Riemenzunge aus Grab 7 des frühmittelalterlichen Gräberfeldes von Linz-Zizlau (Abb. 16).<sup>227</sup> Nicht nur ob der auf ihr verewigten figuralen Darstellung und ihrer Verzierung, sondern auch des Materials wegen geriet sie in den Fokus der internationalen Frühmittelalterforschung, die in diesem außergewöhnlichen Gürtelbestandteil ein aus dem Unteren Donauroaum importiertes Zierstück sah.<sup>228</sup> Welche ideologisch belastete Geschichte hinter diesem singulären Objekt steckt, vor allem aber wie sich das Silber unter dem Mikroskop dem Blickpunkt des Metallurgen bot<sup>229</sup> – nur so viel: es blieb nicht beim Silber allein –, wird Gegenstand eines separaten Beitrags sein, der, historisch in erweiterter Fassung kommentiert, unter dem Namen von Hubert Preßlinger posthum im nächsten Band dieses Periodikums veröffentlicht werden soll.

## Ausklang

Vorhin war von Schwertern früherer Zeitstellung die Rede. Waffenkundliche Studien erhielten durch die Auffindung von Funden in den Flüssen Donau und Traun einen Impuls und bestimmten oder dominierten zeitweise die wissenschaftliche Beschäftigung.<sup>230</sup> Vorwiegend sind es Schwerter, die ein gehöriges mediales Echo auslösen können und die Phantasie eines größeren Interessentenkreises, von Erwachsenen genauso wie von Kindern und Jugendlichen, beflügeln.

Davon profitierte die Ausstellungstätigkeit, die Schwerter in den Mittelpunkt rückte. Diese üb(t)en auf viele eine Faszination aus, mit ihnen sind bisweilen klischeehafte Vorstellungen – Ritterzeit, Burgen, Rüstungen etc. lassen grüßen – verbunden.<sup>231</sup> In der Realität ist es eben so, daß Schwerter im Bereich der Flüsse nicht selten auftauchen und den Blick von Suchenden, seltener von Unbedarften, auf

226 Schmiedegräber bilden eine eigene Kategorie von Grabbefunden. Sie reichen bis in die Bronzezeit zurück. Kurios das Grab einer Schmiedin aus Geizendorf, NÖ. Dazu LAUERMANN – PANY-KUCERA 2013. Siehe auch TREBSCHKE 2020a, bes. 248–250, Abb. 7.14–16.

227 LADENBAUER-OREL 1960, 30–32, Taf. 1, Taf. 32; ZELLER 1977, 79–80, Abb. 45.

228 SCHULZE 1979, 322 zu Abb. 316 b.

229 PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2016c; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2018b.

230 Dazu konsultiere man die Arbeit von zu ERBACH 1985 (zur Spätbronzezeit); POLLAK 1986 in zeitlich umfassender Sicht.

231 Plakativ der Ausstellungstitel: Kreuzritter, Martinskirche und Flaschenbier – Linzer Archäologie aus 1200 Jahren, 13. II. 2015–28. 3. 2016 im Nordico Museum der Stadt Linz.

sich ziehen,<sup>232</sup> während kleine Gegenstände durch den Rost oder das Sieb – ganz konkret bezogen auf Schotterwerkanlagen an der Donau, wie wir wissen – fallen.

Unter einer Anzahl von Schwertern haben einige aus Ebelsberg<sup>233</sup> und Steyregg<sup>234</sup> eine ausführliche archäometallurgische Würdigung durch H. P. erfahren. Er hat aber nicht allein das Material analysiert, sondern auch den im Material verschweißten Kern, um es im Sinne des Metallurgen auszudrücken, herausgeschält, um ihn auf eine überraschende, sehr spezielle Weise zu entschlüsseln. Wie er dabei vorgegangen ist, hat er glücklicherweise nicht als Geheimnis für sich behalten, sondern gleichsam als wissenschaftliche, testamentarische Verfügung weitergegeben, indem er seine kulturgeschichtlichen Intentionen, die er im Gepäck stets mit sich führte, verhalten und dezent zum Ausdruck brachte. Und das wird uns Hubert Preßlingers Erzählung über Wieland den Schmied zum Abschluß schildern.<sup>235</sup>

*„Wer kennt nicht das mystische Schmiedeverfahren von Wieland, dem Schmied? Von den Eigenschaften (Elastizität, Härte) des von ihm geschmiedeten Schwertes nicht überzeugt, feilte er die Schwertklinge zu feinen Stahlspänen. Diese mischte er in einen Brotteig, buk diesen und verfütterte ihn an seine Gänse, sammelte deren Kot ein, verbrannte diesen, trennte aus der Asche die Metallreste ab, mischte diese wiederum in einen Brotteig, buk diesen, trennte aus der Asche die Metallreste ab, mischte diese wiederum in einen Brotteig, buk diesen und verfütterte ihn abermals an seine Gänse. Diesen Vorgang wiederholte Wieland der Schmied mehrere Male. Zuletzt sammelte er die nun mit Mikrolegierungselementen angereicherten Metallfragmente, schmiedete daraus ein neues Schwert, genannt „Mimung“, welches so scharf war, dass eine im Wasser des Baches treibende Wollflocke von der in die Strömung gehaltenen Klinge glatt durchtrennt wurde.*

*Was im Mittelalter nach der Wielandsage schwarze Magie war, kann heute mit den chemischen Analysenmethoden wie folgt erklärt werden: Die Stahlspäne wurden durch den Verdauungsvorgang im Magen der Gänse entschlackt. Die Magensäure und der Mageninhalt reicherten die Stahlspäne mit Stickstoff und Kohlenstoff an.“*

232 Siehe Anm. 198, 202–203, 206–207. Ein weiteres Beispiel stellt ein römisches Schwert dar, das aus dem Donauschotter in Plesching von einem „Profisucher“ gesichtet wurde, siehe SCHWANZAR 2008.

233 Ergänzend dazu sei auf das von MENGHIN 1983 publizierte Schwert hingewiesen, dessen bemerkenswerte Geschichte in Ebelsberg begann und letztlich im Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg endete. Zu den anderen Schwertern siehe PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2014. Der zuletzt geborgene Schwertfund aus der Traun, den die Finderin meldete und dem Museum schenkte, stammt aus dem Jahr 2016: PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2016.

234 Preßlinger 2012; PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2014 (BHM 159 und res montanarum 53).

235 Res montanarum 53 (2014) 43.

Eben diese Elemente trugen maßgeblich dazu bei, dem jeweiligen Schwert seine Qualität, Schärfe und Elastizität zu sichern. Und das hat Hubert Preßlinger in seinen Arbeiten vorbildlich zu vermitteln verstanden.

### **Post Scriptum**

Wie schon vorhin geäußert, war es dem Verfasser nicht möglich, auf alle Aspekte des umfangreichen Schaffens und Wirkens von H. P. einzugehen. Vieles mußte unerwähnt bleiben. Allein das hinterlassene Verzeichnis an Schriften, Vorträgen, Stellungnahmen etc. macht rund 80 Manuskriptseiten aus. Um der Leserschaft den Einblick in das wissenschaftliche, Oberösterreich betreffende Œuvre Preßlingers zu erleichtern, werden die entsprechenden Publikationen im Literaturverzeichnis mit Stern (Asterix) markiert.

### **Danksagung**

Für die Besorgung von Unterlagen aus dem wissenschaftlichen Nachlaß ihres Vaters, mit dem zusammen sie einige Aufsätze publiziert hat, danke ich ganz besonders Frau MMag.Barbara Günther-Preßlinger, Rottenmann. Desgleichen gilt mein Dank Herrn Univ. Prof. Dr. Bernhard Pichler, Wien, der mir wichtige Hinweise auf das Wirken von Hubert Preßlinger, auf Arbeitsvorhaben, Gutachten und Publikationen mit Koautoren gab. Nicht zuletzt bedanke ich mich bei Herrn Doz. Dr. Bernhard Prokisch, der für die gewählte Art dieses Nachrufs Verständnis zeigte und der Veröffentlichung in der vorgelegten Version zustimmte.

## Literatur

Vorbemerkung: Die Abkürzungen erfolgen nach den Richtlinien des Deutschen Archäologischen Instituts und /oder dem daraus erschließbaren Abkürzungsmodus: <http://www.dainst.org/de/publikationsrichtlinien>

Außerdem wird auch nach den in Österreich üblichen Abkürzungsmodi zitiert, wie sie in den Fundberichten aus Österreich (FÖ), hg. vom Bundesdenkmalamt Wien, Abt. Bodendenkmale s. v. Sigel, oder in den Jahreshften des Österreichischen Archäologischen Instituts aufgelistet werden: <http://www.oelai.at>

## Zusätzliche Abkürzungen

BHM = Berg- und Hüttenmännische Monatshefte. Zeitschrift für Rohstoffe, Geotechnik, Metallurgie, Werkstoffe, Maschinen- und Anlagentechnik, Springer-Verlag Wien – New York.

JbOÖMV Die Jahrzehnte lang übliche und geläufige Abkürzung für dieses Jahrbuch wurde beibehalten.

Die auf Oberösterreich und das unmittelbar benachbarte Gebiet in der Steiermark bezogenen Publikationen von Hubert Preßlinger sind, um Wiederholungen der zitierten Schriften zu vermeiden, mit einem \* markiert.

A.A.V.V., Naturwissenschaftliche Untersuchungen an der Bronzestatue „Der Jüngling vom Magdalensberg“, WienerBerNaturwiss in der Kunst 4/5 (1987/1988).

ALFÖLDI – FORMIGLI – FRIED 2011

M. RADNOTI-ALFÖLDI – E. FORMIGLI – J. FRIED, Die römische Wölfin: Ein antikes Monument stürzt von seinem Sockel, SB Frankfurt 49/1 (Stuttgart 2011).

AOUNALLAH 2016

S. AOUNALLAH (Red.), Un monument, un musée. Je suis Bardo (Tunis 2016).

ASH – NIESS – PILS 2010

M. G. ASH – W. NIESS – R. PILS (Hg.), Geisteswissenschaften im Nationalsozialismus. Das Beispiel der Universität Wien (Göttingen 2010).

ASSMANN 2000

P. ASSMANN (Hg.), Die römische Straßenstation Gabromagus (Windischgarsten). Ausgrabungen und Funde, StKulturGeschOÖ 9 (Linz 2000).

AUER – HINKER 2021

M. AUER – C. HINKER (Eds.), Roman settlements and the „crisis“ of the 3rd century AD, Ager Aguntinus 4 (Wiesbaden 2021).

## BAGLEY 2020

J. M. BAGLEY, Die figürliche Kunst der frühen Latènezeit im Osten Österreichs: Trebsche 2020, 370–401.

## BAIERNZEIT IN OBERÖSTERREICH

BAIERNZEIT IN OBERÖSTERREICH. Das Land zwischen Inn und Enns vom Ausgang der Antike bis zum Ende des 8. Jahrhunderts, OÖLandesmus Kat 96 (Linz 1977).

## BATAILLE – GUILLAUMET 2006

G. BATAILLE – J.-P. GUILLAUMET (sous la dir.), Les dépôts métalliques au second âge du Fer en Europe tempérée, Coll Bibracte 11 (Glux-en-Glenne 2006).

## BEBERMEIER – BECKER – BRUMLICH 2018

W. BEBERMEIER – F. BECKER – M. BRUMLICH u. a., Innovation Eisen – vom Hethiterreich über das russige Elba bis nach Mitteleuropa: GRASSHOFF – MEYER 2018, 79–95.

## BEGEMANN – SCHMITT-STRECKER 1987/1988

F. BEGEMANN – S. SCHMITT-STRECKER, Blei-Isotopendaten von Bronze-proben: WienerBerNaturwiss in der Kunst 4/5 (1987/1988) 303.

## BENDER – WOLFF 1994

H. BENDER – H. WOLFF (Hg.), Ländliche Besiedlung und Landwirtschaft in den Rhein-Donau-Provinzen des Römischen Reiches, PUA 2 (Rahden/Westf. 1994).

## BLÖMER – WINTER 2012

M. BLÖMER – E. WINTER (Hg.), Juppiter Dolichenus. Vom Lokalkult zur Reichsreligion, ORA 8 (Tübingen 2012).

## BLÖMER – WINTER 2019

M. BLÖMER – E. WINTER, Wie Juppiter Dolichenus das Römische Reich eroberte, in: ADeutschl 2019/3, 14–19.

## BÖHME 2021

H.-W. BÖHME, Die spätantiken Gürtel mit kerbschnittverzierten Metallbeschlägen. Studien zu Militärgürteln des 4.–5. Jahrhunderts, KatVFGeschAltertümer 50, RGZM Mainz (Regensburg 2021).

## BUKOWSKI 1981

Z. BUKOWSKI, Die ältesten Eisenfunde in Mitteleuropa und die Anfänge der Eisenmetallurgie in der Lausitzer Kultur im Stromgebiet der Oder und Weichsel, in: A Polski 26 (1981) 321–401.

## BURGENLÄNDISCHES LANDESMUSEUM 1977

BURGENLÄNDISCHES LANDESMUSEUM (Hg.), Archäologische Eisenforschung in Europa mit besonderer Berücksichtigung der ur- und frühgeschichtlichen Eisengewinnung und Verhüttung in Burgenland, WAB 59 (Eisenstadt 1977).

## V. CARNAP-BORNHEIM – FRIESINGER 2005

C. v. CARNAP-BORNHEIM – H. FRIESINGER (Hg.), Wasserwege: Lebensadern – Trennungslinien, 15. Internationales Symposium Grundprobleme der frühgeschichtlichen Entwicklung im mittleren Donauraum (Neumünster 2005).

## CECH 2008

B. CECH (Hg.), Die Produktion von Ferrum Noricum am Hüttenberger Erzberg. Die Ergebnisse der interdisziplinären Forschungen auf der Fundstelle Sendlach / Eisner in den Jahren 2003–2005, Austria Ant 2 (Wien 2008).

## CECH 2017

B. CECH (Hg.), Die Produktion von Ferrum Noricum am Hüttenberger Erzberg. Die Ergebnisse der interdisziplinären Forschungen auf der Fundstelle Sendlach / Eisner in den Jahren 2006–2009, Austria Ant 6 (Graz 2017).

## CHVOJKA – JOHN – ZAVŘEL 2013

O. CHVOJKA – J. JOHN – P. ZAVŘEL, Fernverbindungen zwischen Südböhmen und dem Linzer Raum während der Jüngerer Eisenzeit und Römischen Kaiserzeit, in: RUPRECHTSBERGER – URBAN 2013, 67–75.

## CHVOJKA – JIRÁŇ – METLIČKA 2017

O. CHVOJKA – L. JIRÁŇ – M. METLIČKA, Nové české depoty doby bronzové, Episteme DiL 1–2 (České Budějovice – Praha – Plzeň 2017).

## CHVOJKA – JOHN – PARKMAN – SARKOVÁ 2020

O. CHVOJKA – J. JOHN – M. PARKMAN – T. SARKOVÁ, Two new Bronze Age hoards from the central Sumava Mountains: A Výz Čech 33 (2020) 25–44.

## COLLAR 2013

A. COLLAR, Religious network in the Roman Empire (Cambridge 2013).

## CRADDOCK – PICHLER – RIEDERER 1987/1988

P. T. CRADDOCK – B. PICHLER – J. RIEDERER, Legierungszusammensetzung: WienerBerNaturwiss in der Kunst 4/5 (1987/1988) 262–295.

## DANNHEIMER – DOPSCH 1988

H. DANNHEIMER – H. DOPSCH (Hg.), Die Bajuwaren. Von Severin bis Tassilo 488–788. Gemeinsame Landesausstellung des Freistaates Bayern und des Landes Salzburg Rosenheim / Bayern, Mattsee / Salzburg 19. Mai bis 6. November 1988 (1. Auflage Korneuburg 1988).

## DIJKSTRA 2020

R. DIJKSTRA, Silber: RAC Lief. 237 (2020) 581–598.

## DOBESCH 2000

G. DOBESCH, Urgeschichtliches Eisen aus der Sicht des Althistorikers, in: FRIESINGER – PIETA – RAJTÁR 2000, 11–25.



DOBESCH 2005

G. DOBESCH, Wassergrenzen und Wasserwege aus urgeschichtlicher und römischer Sicht, in: v. CARNAP-BORNHEIM – FRIESINGER 2005, 11–70.

DOLENZ 1996

H. DOLENZ, Eisenverarbeitung auf dem Magdalensberg, in: STRAUBE 1996, 140–167.

DOLENZ 1998

H. DOLENZ, Eisenfunde aus der Stadt am Magdalensberg, *KärntnerMusSchr* 13 (Klagenfurt 1998).

DOLENZ – STROBEL 2019

H. DOLENZ – K. STROBEL (Hg.), Chronologie und vergleichende Chronologien zum Ausgang der Römischen Republik und zur Frühen Kaiserzeit, *KärntnerMusSchr* 87 (Klagenfurt 2019).

DUE BRONZI DA RIACE 1984

DUE BRONZI DA RIACE. Rinvenimento, restauro, analisi ed ipotesi di interpretazione, *BdA serie speciale* 1984.

EGGER 1961

R. EGGER, Die Stadt auf dem Magdalensberg ein Großhandelsplatz, *Denkschr Wien* 79 (Wien 1961).

ERBACH 1985

M.-C. zu ERBACH-SCHÖNBERG, Bemerkungen zu urnenfelderzeitlichen Deponierungen in Oberösterreich: *AKorrbl* 15 (1985) 163–178.

ERLACH 1987/1988

R. ERLACH, Thermolumineszenz-Messungen am Gußkernmaterial: *WienerBerNaturwiss in der Kunst* 4/5 (1987/1988) 347–353.

ETTMAYER – SIMON 1987/1988

P. ETTMAYER – M. SIMON, Metallkundliche Untersuchungen am Eisen-Stützgerüst aus dem Gußkern: *WienerBerNaturwiss in der Kunst* 4/5 (1987/1988) 341–346.

EUZENNAT 1979

M. EUZENNAT, Le Marocain du Magdalensberg: *AntAfr* 14 (1979) 123–128.

FLÜGEL 1998

C. FLÜGEL, Römische Reparaturen einer Bronzekanne aus dem Landkreis Neu-Ulm: *BVbl* 63 (1998) 315–316.

FORGERONS ET FERRAILLEURS 2003

FORGERONS ET FERRAILLEURS: fer et savoir faire à l'époque celtique, Exposition 2003, Bibracte (Glux-en-Glenne 2003).

FORMIGLI 1984

E. FORMIGLI, La tecnica di costruzione delle statue di Riace, in: *DUE BRONZI DA RIACE* 1984, 107–142.

## FORMIGLI 1995

E. FORMIGLI (a cura di), *Antiche officine del bronzo: Materiali, strumenti, tecniche*, Atti Murlo 1991 (2. Auflage Siena 1995).

## FORMIGLI 1999

E. FORMIGLI (a cura di), *I grandi bronzi antichi. Le fonderie e le tecniche di lavorazione dall'età arcaica al Rinascimento*, Atti Murlo 1993–1995 (Siena 1999).

## Formigli 2010

E. Formigli, *La storia della tecnologia dei grandi bronzi* (Roma 2010).

## FRÁNA – JIRÁŇ 1996

J. FRANA – L. JIRAN, *Die Ergebnisse der Metallanalysen ausgewählter Gegenstände aus dem Depotfund von Sipbachzell*, in: HÖGLINGER 1996, 98–142.

## FRANEK – LAMM – NEUHAUSER – POROD – ZÖHRER 2008

C. FRANEK – S. LAMM – T. NEUHAUSER – B. POROD – K. ZÖHRER (Hg.), *Thiasos. Festschrift für Erwin Pochmarski zum 65. Geburtstag*, VeröffInstAGraz 10 (Wien 2008).

## FRIESINGER – PIETA – RAJTÁR 2000

H. FRIESINGER – K. PIETA – J. RAJTÁR (Hg.), *Metallgewinnung und -verarbeitung in der Antike (Schwerpunkt Eisen)*, ASlovMonogr 3 (Nitra 2000).

## GENSER 1985

K. GENSER, *Windischgarsten zur Römerzeit: JbOÖMV 130 (1985) 9–38*.

## GENSER 1994

K. GENSER, *Die ländliche Besiedlung und Landwirtschaft in Noricum während der Kaiserzeit (bis einschließlich 5. Jahrhundert)*, in: BENDER – WOLFF 1994, 117–135, 331–376.

## GLASER 1995

F. GLASER, *Verarbeitung/Eisen*, in: GUNTSCHKE-LIESSMANN – LEITNER 1995, 273–276.

## GLASER 2000

F. GLASER, *Antike Eisengewinnung in Noricum*, in: FRIESINGER – PIETA – RAJTÁR 2000, 49–62.

## GRASSHOFF – MEYER 2018

G. GRASSHOFF – M. MEYER (Hg.), *Innovationen der Antike* (Darmstadt 2018).

## GROH – SEDLMAYER 2018

S. GROH – H. SEDLMAYER, *Lauriacum/Enns und Obersebern. Frühprinzipatszeitliche Militärlager im Kontext der raetisch-norischen Kontrolle der Donaupassage: BVbl 83 (2018) 43–74*.

\*GRUBER – PRESSLINGER 1984

A. GRUBER – H. PRESSLINGER, Untersuchung einer römischen Bronze-  
lampe: *KunstJbLinz* 1984, 31.

GSCHWANTLER 1986

K. GSCHWANTLER, Ein Forschungsprojekt der Antikensammlung, 51: Der  
Jüngling vom Magdalensberg, in: *Guß und Form. Bronzen aus der Antiken-  
sammlung, Sonderausstellung Kunsthistorisches Museum Wien 1986*, 51-61.

GSCHWANTLER 1987/1988

K. GSCHWANTLER, Das Forschungsprojekt der Antikensammlung des  
Kunsthistorischen Museums Wien: *WienerBerNaturwiss in der Kunst* 4/5  
(1987/1988) 256-261.

GSCHWANTLER 2020

K. GSCHWANTLER, Heimlich, still und leise ... Täuschend ähnlich wie das  
Original durch einen Nachguss ersetzt, in: *THÜRY 2020*, 38-50.

GUNTSCHKE-LIESSMANN – LEITNER 1995

G. GUNTSCHKE-LIESSMANN – F. W. LEITNER (Hg.), *Grubenhunt &  
Ofensau. Vom Reichtum der Erde, Landesausstellung Hüttenberg / Kärnten*,  
2 Bde (Klagenfurt 1995).

GURNEY 1969

O. R. GURNEY, *Die Hethiter. Ein Überblick über Kunst, Errungenschaften  
und gesellschaftlichen Aufbau eines großen Volkes in Kleinasien im zweiten  
Jahrtausend vor unserer Zeitrechnung* (Dresden 1969).

GURNEY 1990

O. R. GURNEY, *The Hittites* (1. Auflage 1952, 2. Auflage 1954, erweiterter  
Nachdruck London u. a. 1981 und 1990).

HANDY 2021

M. HANDY, Fortbestand oder Niedergang? Lokalkult oder Reichsreligion?  
Zum Kult des Juppiter Dolichenus im 3. Jh. n. Chr., in: *AUER – HINKER  
(Eds.) 2021*, 71-79.

HAGER – KATZGRABER – BOROVIČS – WEICHELBAUM 2016

I. HAGER – H. KATZGRABER – S. BOROVIČS – G. WEICHELBAUM,  
*Der Heidenstein bei Eibenstein und seine möglichen Nutzungen: OÖHBl* 70  
(2016) 209-248.

HANSEN 2021

S. HANSEN, Arsenic bronze. An archaeological introduction into a key inno-  
vation: *EurAnt* 23, 2017 (2021) 139-162.

HEBERT 2015 (2019)

B. HEBERT (Hg.) 2015, *Urgeschichte und Römerzeit in der Steiermark, Ge-  
schichte der Steiermark I* (Wien – Köln – Weimar 2015, 2. veränderte Auflage  
2019).

## HEFTNER – TOMASCHITZ 2004

H. HEFTNER – K. TOMASCHITZ (Hg.), *Ad fontes! Festschrift für Gerhard Dobesch zum 65. Geburtstag am 15. September 2004* (Wien 2004).

## HEILMEYER 1996

W.-D. HEILMEYER, *Der Jüngling von Salamis. Technische Untersuchungen zu römischen Großbronzen* (Mainz 1996).

## HELLENKEMPER SALIES – V. PRITTWITZ UND GAFFRON – BAUCHHENSS 1994

G. HELLENKEMPER SALIES – H.-H. V. PRITTWITZ UND GAFFRON – G. BAUCHHENSS (Hg.), *Das Wrack. Der antike Schiffsfund von Mahdia, Kat Rhein LM Bonn 1,1–2* (Köln 1994).

## HERDITS 2015

H. HERDITS, *Die prähistorische und mittelalterliche Eisenindustrie des Burgenlandes – Eine Forschungsgeschichte*, in: STÖLLNER – OEGGL 2015, 395–399.

## DIE HETHITER UND IHR REICH 2002

DIE HETHITER UND IHR REICH. *Das Volk der 1000 Götter* (Stuttgart 2002).

## HÖGLINGER 1996

P. HÖGLINGER, *Der spätbronzezeitliche Depotfund von Sipbachzell/OÖ, LAF Sh 16* (Linz 1996).

## HOFENEDER 2017

A. HOFENEDER, *Die antiken literarischen Zeugnisse zum Ferrum Noricum*, in: CECH 2017, 1–25.

## HUSTY – RIND – SCHMOTZ 2009

L. HUSTY – M. M. RIND – K. SCHMOTZ (Hg.), *Zwischen Münchshöfen und Windberg. Gedenkschrift für Karl Böhm, IntA St honoraria 29* (Rahden/Westf. 2009).

## JOBST 1992

W. JOBST (Hg.), *Carnuntum. Das Erbe Roms an der Donau, NÖLM Kat N.F. 303* (1. Aufl. Wien 1992).

## KALTENBÖCK – SCHMID – LESKOVAR – TRAXLER 2020

C. KALTENBÖCK – C. SCHMID – J. LESKOVAR – S. TRAXLER, *Fünf Schwerter aus dem Donauschotter. Neuerwerbungen des OÖ. Landesmuseums: Sonius 26* (2020) 8–10.

## KARL – LESKOVAR 2013

R. KARL – J. LESKOVAR (Hg.), *Interpretierte Eisenzeiten. Fallstudien, Methoden, Theorie. Tagungsbeiträge der 5. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie, StKulturGeschOÖ 37* (Linz 2013).

## KASTLER – LANG – WENDLING 2018

R. KASTLER – F. LANG – H. WENDLING (Hg.), Faber Salisburgi. Festschrift für Wilfried K. Kovacsovics zum 65. Geburtstag, *Archaeoplus* 10 (Salzburg 2018).

## KAŠUBA – LEHNHARDT – SRAMKO – ZADNIKOV 2019

M. KAŠUBA – E. LEHNHARDT – I. SRAMKO – S. ZADNIKOV, Eisenmetallurgie in der Bronzezeit Osteuropas. Die archäologischen Quellen und ihre Interpretation: *PZ* 94 (2019) 158–209.

## KATALOG DER SCHAUSAMMLUNG 1975

KATALOG DER SCHAUSAMMLUNG. Urgeschichte – Römerzeit – Frühgeschichte, Stadtmuseum Linz (1975).

## KIENLIN – ROBERTS 2009

T. KIENLIN – B. W. ROBERTS (Eds.), *Metals and Societies. Studies in honour of Barbara S. Ottaway*, UPA 169 (Bonn 2009).

## KILLERICH 2016

B. KILLERICH, Barletta Colossus revisited: the methodological challenges of an enigmatic statue: *ActaAArtHist* 28 (2015) 55–72.

## KLIMESCH 2000

W. KLIMESCH, Archäologische Untersuchungen an einem Wohngebäude und am Südosttrakt eines Badegebäudes der römischen Straßenstation Gabromagus (Windischgarsten), in: ASSMANN (Hg.) 2000, 315–342.

## KMOSEK – KOCHERGINA – CHVOJKA – FIKRLE 2020

J. KMOSEK – Y. V. ERBAN KOCHERGINA – O. CHVOJKA – M. FIKRLE, Tracking Alpine copper – analysis of Late Bronze Age copper ingot hoard from South Bohemia: *AAnthSc* 2020, 1–21 (<https://doi.org/10.1007/s12520-020-01186-z>).

## KOEBERL 1987/1988a

C. KOEBERL, Aktivierungsanalytische Untersuchungen an Bronzeproben: *WienerBerNaturwiss in der Kunst* 4/5 (1987/1988) 296–302.

## KOEBERL 1987/1988b

C. KOEBERL, Spurenelementanalytik von silikatischen Proben des Gußkerns: *WienerBerNaturwiss in der Kunst* 4/5 (1987/1988) 332–396.

## KOINER – LOHNER-URBAN 2016

G. KOINER – U. LOHNER-URBAN (Hg.), „Ich bin dann mal weg“, Festschrift für Thuri Lorenz zum 85. Geburtstag; *VeröffInstAUnivGraz* 13 (Wien 2016).

## KOTAR – LAZAR – FAJFAR 2019

J. KOTAR – T. LAZAR – P. FAJFAR (Eds.), *The song of metal. Millenia of metallurgy in Slovenia*, National Museum of Slovenia (Ljubljana 2019).

## KRAUSE 2014

R. KRAUSE, Metallurgie, in: MÖLDERS – WOLFRAM 2014, 185–189.

## KÜNZL 2000

S. KÜNZL, Der zerbrochene Krug: Reparaturen an römischen Metallgefäßen: KölnJb 33 (2000) 607–614.

## LADENBAUER-OREL 1960

H. LADENBAUER-OREL, Linz-Zizlau. Das bayerische Gräberfeld an der Traunmündung (Wien – München 1960).

## LADENBAUER-OREL 1962

H. LADENBAUER-OREL, Urnenfelder-Bronzefund von Linz – Wahringerstraße: MAG 92 (1962) 211–215.

## LADENBAUER-OREL 1985

H. LADENBAUER-OREL, Siedlungsschwerpunkte der Ur- und Frühgeschichte im Linzer Becken: HistJbLinz 1985, 323–332.

## LAFER – DOLENZ – LUIK 2019

R. LAFER – H. DOLENZ – M. LUIK (Hg.), Antiquitates variae. Festschrift für Karl Strobel zum 65. Geburtstag, IntA 39 (Rahden/Westf. 2019).

## LAND DER HÄMMER 1998

LAND DER HÄMMER. Heimat Eisenwurzen, OÖ Landesausstellung 1998 (Wels 1998).

## LANG – KASTLER – KOVACSOVICS – TRAXLER 2014

F. LANG – R. KASTLER – W. K. KOVACSOVICS – S. TRAXLER, Colloquium Iuvavum 2012. Das municipium Claudium Iuvavum und sein Umland. Bestandsaufnahme und Forschungsstrategien, ASalzburg 8, JSchrSalzburgMus 56 (Salzburg 2014).

## LANG – TRAXLER – RUPRECHTSBERGER – WOHLMAYR 2014

F. LANG – S. TRAXLER – E. M. RUPRECHTSBERGER – W. WOHLMAYR (Hg.), Ein kräftiges Halali aus der Römerzeit! Norbert Heger zum 75. Geburtstag, Archaeoplus 7 (Salzburg 2014).

## LAUERMANN – PANY-KUCERA 2013

E. LAUERMANN – D. PANY-KUCERA, Grab 3 aus dem Aunjetitzer Gräberfeld von Geizendorf. Der erste Nachweis einer Metallverarbeiterin in der Frühbronzezeit Niederösterreichs: SlovA 61 (2013) 93–106.

## LEBENDIGE ALTERTUMSWISSENSCHAFT 1985

LEBENDIGE ALTERTUMSWISSENSCHAFT. Festgabe für Hermann Vetters (Wien 1985).

## LEHNHARDT 2019

E. LEHNHARDT, Die Anfänge der Eisenverhüttung im Bereich der Przeworsk-Kultur, BerlinStAncWorld 62 (Berlin 2019).

## LESKOVAR 2016

J. LESKOVAR (Hg.), Frühmittelalter in Oberösterreich. Inventare aus den



archäologischen Sammlungen des Oberösterreichischen Landesmuseums, StKulturGeschOÖ 40 (Linz 2016).

MANN – HEUSS 1986

G. MANN – A. HEUSS (Hg.), Propyläen Weltgeschichte. Eine Universalgeschichte 1: Vorgeschichte – Frühe Hochkulturen (Berlin – Frankfurt 1986).

MARABELLI 2019

M. MARABELLI, „Cavalli“ di San Marco. Un percorso di conoscenza, restauro, salvaguardia, in: VIO (ed.) 2019, 2, 98–103.

MAYER 1992

A. MAYER, Baustoffkundliche Untersuchungen von Proben aus dem Ofenbereich, in: RUPRECHTSBERGER 1992, 78–83.

MAYER – THALHAMMER

A. MAYER – O. A. THALHAMMER, Beobachtungen zur Matrix des Schwertgriffes, in: RUPRECHTSBERGER 2012, 39–42.

MELLO – PARRINI – FORMIGLI 1984

E. MELLO – P. PARRINI – E. FORMIGLI, Alterazioni superficiali dei bronzi di Riace: le aree con patina near della statua, in: DUE BRONZI DI RIACE 1984, 147–156.

MENGHIN 1983

W. MENGHIN, Eine karolingische Spatha aus der Traun bei Linz: BVbl 48 (1983) 217–219.

MICHELI – VIDALE 2003a

M. MICHELI – M. VIDALE, I bronzi di Riace: restauro come conoscenza 2: Scavo dell' interno delle due statue (Roma 2003).

MICHELI – VIDALE 2003b

M. MICHELI – M. VIDALE, I bronzi di Riace: restauro come conoscenza 2, Portfolio: Nove tavole delle due statue (Roma 2003).

MIKETTA 2017

F. MIKETTA, Die ältesten Eisenartefakte Mitteleuropas, in: MIROŠŠAYOVÁ – PARE – STEGMANN-RAJTÁR 2017, 143–172.

MIROŠŠAYOVÁ – PARE – STEGMANN-RAJTÁR 2017

E. MIROŠŠAYOVÁ – C. PARE – S. STEGMANN-RAJTÁR, Das nördliche Karpatenbecken in der Hallstattzeit. Wirtschaft, Handel und Kommunikation in früheisenzeitlichen Gesellschaften zwischen Ostalpen und Westpannonien, Archaeolingua 38 (Budapest 2017).

MIRSCH 2013

I. Mirsch, Die Archäologie des mittleren Ennstales und steirischen Salzkammergutes, in: SUPPAN 2013, 55–194.

MODL 2019

D. MODL, Recording plano-convex ingots (Gusskuchen) from Late Bronze

- Age Styria and Upper Austria – A short manual for the documentation of morphological and technological features from production and partition: *Der Anschnitt*, Beih 42 (2019) 373–398.
- MÖDLINGER – TRNKA 2009  
M. MÖDLINGER – G. TRNKA, Herstellungstechnische Untersuchungen an Riegeeeschwertern aus Ostösterreich, in: KIENLIN – ROBERTS 2009, 350–357.
- MÖLDERS – WOLFRAM 2014  
D. MÖLDERS – S. WOLFRAM (Hg.), Schlüsselbegriffe der Prähistorischen Archäologie (Münster 2014).
- MOUCHA 2005  
V. MOUCHA, Hortfunde der frühen Bronzezeit in Böhmen (Praha 2005).
- MUSILOVÁ 1992  
M. MUSILOVÁ, Antike Beleuchtung, in: JOBST 1992, 433–445.
- NAU 2016  
E. NAU, Das bajuwarische Gräberfeld von Bad Wimsbach-Neydharting. Archäologische und archäometallurgische Auswertung, in: LESKOVAR 2016, 499–540.
- NIMMO 1984  
M. NIMMO (a cura di), Marco Aurelio, mostra di cantiere: le indagini in corso sul monumento (Roma 1984).
- NOLL 1980  
R. NOLL, Das Inventar des Dolichenusheiligtums von Mauer an der Url (Noricum), RLÖ 30 (Wien 1980).
- OBEREDER – PERNICKA – RUTTKAY 1993  
J. OBEREDER – E. PERNICKA – E. RUTTKAY, Die Metallfunde und die Metallurgie der kupferzeitlichen Mondseegruppe. Ein Vorbericht: AÖsterreich 4/2 (1993) 5–9.
- ÖZGÜÇ 2002  
T. ÖZGÜÇ, Frühe Zeugnisse religiöser Volkskunst. Bleistatuetten und ihre steinernen Gußformen im 20.–18. Jahrhundert v. Chr., in: DIE HETHITER 2002, 240–243.
- OITZL 2019  
G. OITZL, Revival and development of metallurgical activities, in: TURK – LAHARNAR – ISTENIČ – PAVLOVIČ 2019, 57–83.
- OLIVETTI – KUNSTBUCH BERLIN 1982  
OLIVETTI – KUNSTBUCH BERLIN (Hg.), Die Pferde von San Marco (Berlin 1982).
- OTTAWAY 1994  
B. S. OTTAWAY, Prähistorische Archäometallurgie (Espelkamp 1994).

## PARE 2017

C. PARE, Frühes Eisen in Südeuropa: Die Ausbreitung einer technologischen Innovation am Übergang vom 2. zum 1. Jahrtausend v. Chr., in: MIROŠŠAYOVÁ – PARE – STEGMANN-RAJTÁR 2017, 11–117.

## PERTLWIESER 1969/1970

M. PERTLWIESER, Die hallstattzeitliche Höhensiedlung auf dem Waschenberg bei Bad Wimsbach/Neydharting, politischer Bezirk Wels, Oberösterreich, Teil 1: JbOÖMV 114 (1969) 29–48. Teil 2: JbOÖMV 115 (1970) 37–70.

## PERTLWIESER 1998

M. PERTLWIESER, Hämmer aus Stein – Die Urzeit der oberösterreichischen Eisenwurzten, in: LAND DER HÄMMER 1998, 67–74.

## PICCOTTINI 1981

G. PICCOTTINI, Antike Zeugnisse für das „ferrum Noricum“, in: 2500 Jahre Eisen aus Hüttenberg, KärntnerMusSchr 68 (1981) 70–75.

## PICCOTTINI 1996

G. PICCOTTINI, Die Stadt auf dem Magdalensberg. Geschichte – Handel – Kultur, in: STRAUBE 1996, 168–187.

## PICCOTTINI – VETTERS (†) 2003

G. PICCOTTINI – H. VETTERS (†), Führer durch die Ausgrabungen auf dem Magdalensberg (6. erweiterte Auflage Klagenfurt 2003).

## PICHLER – ERLACH 1987/1988

B. PICHLER – R. ERLACH, Metallographische Befundungen am Bronzeguß: WienerBerNaturwiss in der Kunst 4/5 (1987/1988) 304–317.

## PITTIONI 1954

R. PITTIONI, Urgeschichte des österreichischen Raumes (Wien 1954).

## PITTIONI 1980

R. PITTIONI, Urzeit. Von etwa 80.000 bis 15. v. Chr., Geschichte Österreichs I/1–2 (Wien 1980).

## PITTIONI 1986,

R. PITTIONI, Der urgeschichtliche Horizont der historischen Zeit, in: MANN – HEUSS 1986, 229–321.

## PLEINER – PLZÁK – QUADRAT 1956

R. PLEINER – F. PLZÁK – O. QUADRAT, Bemerkungen zur Erzeugungstechnik altslawischer Klingen: PamA 47 (1956) 314–334.

## PLEINER 1989

R. PLEINER (Ed.), Archaeometallurgy of iron (Prague 1989).

## PLEINER 1998

R. PLEINER (Ed.), Comité pour la sidérurgie ancienne – Communication 61: A rozhl 50 (1998) 664–671.

## PLEINER 2000

R. PLEINER, Iron in archaeology. The European bloomery smelters (Praha 2000).

## POLLAK 1986

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

## POLLAK 2015

M. POLLAK, Archäologische Denkmalpflege zur NS-Zeit in Österreich, StDenkmSchutzDenkmPfl 23 (Wien – Köln – Weimar 2015).

## \*PRESSLINGER 1984

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchung von Eisenschlacken, in: RUPRECHTSBERGER 1984b, 101–105.

## \*PRESSLINGER – GRUBER 1985

H. PRESSLINGER – A. GRUBER, Untersuchung einer römerzeitlichen Bronzekanne aus Windischgarsten: JbOÖMV 130 (1985) 71–72.

## \*PRESSLINGER 1988

H. PRESSLINGER, Untersuchung römerzeitlicher Gurthalter mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops: JbOÖMV 133 (1988) 29–32.

## \*PRESSLINGER 1991

H. PRESSLINGER, Werkstoffkundliche Untersuchungen bronzezeitlicher Funde aus dem Raume Linz, in: Festgabe für Kurt Holter zum 80. Geburtstag: JbOÖMV 136 (1991) 37–42.

## \*PRESSLINGER 1992

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchung von Eisenschlacken aus dem Ofenbereich, in: RUPRECHTSBERGER 1992, 84–89.

## \*PRESSLINGER – KÖSTLER 1993

H. PRESSLINGER – H. J. KÖSTLER (Hg.), Bergbau und Hüttenwesen im Bezirk Liezen (Steiermark), Kl Schr Trautenfels 24 (Liezen 1993).

## PRESSLINGER – EIBNER 1993

H. PRESSLINGER – C. EIBNER, Prähistorischer Kupfererzbergbau und die Verhüttung der Erze, in: PRESSLINGER – KÖSTLER 1993, 25–36.

## \*PRESSLINGER 1994

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchungen urnenfelderzeitlicher Bronzedepotfunde von Linz-Freinberg, in: URBAN 1994, 222–225.

## \*PRESSLINGER 1994/1995

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchung einer römerzeitlichen Gewandspange (Fibel): KunstJbLinz 1994/1995, 178–181.

## \*PRESSLINGER 1996

H. PRESSLINGER, Werkstoffkundliche Untersuchung an metallischen Beigaben, in: RUPRECHTSBERGER 1996, 33.

- \*PRESSLINGER 1996/1997  
H. PRESSLINGER, Metallkundliche Bewertung des kupferzeitlichen Flachbeils: *KunstJbLinz* 1996/1997, 163–168.
- \*PRESSLINGER 1998/1999  
H. PRESSLINGER, Keltischer Stahl aus Linz. Metallkundliche Voruntersuchungen der Depotfunde vom Gründberg, Stadtgemeinde Linz, Oberösterreich, in: *URBAN* 1998/1999, 511–515.
- \*PRESSLINGER – GRUBER 1999  
H. PRESSLINGER – A. GRUBER, Die chemische Zusammensetzung von römischerzeitlichen Gürtelbeschlägen, in: *RUPRECHTSBERGER* 1999, 157–167.
- \*PRESSLINGER 2000/2001  
H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchung des Bronzemeißels: *KunstJbLinz* 2000/2001, 134–136.
- \*PRESSLINGER – MAYR 2001  
H. PRESSLINGER – M. MAYR, Celtic steel – an evaluation of deposit finds: steel research 72 (2001) 283–290.
- PRESSLINGER 2003  
H. PRESSLINGER, Bewertung von Gusskuchenfragmenten, in: *WINDHOLZ-KONRAD* 2003, 68.
- \*PRESSLINGER 2004a  
H. PRESSLINGER, Metall- und werkstoffkundliche Untersuchungen, in: *RUPRECHTSBERGER – URBAN* 2004, 33–54.
- \*PRESSLINGER 2004b  
H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchungen an Depotfunden in Bad Aussee, in: *WINDHOLZ-KONRAD* 2004, 325–330.
- PRESSLINGER 2007a  
H. PRESSLINGER, Der Mythos über das Härten von Stahl: *res montanarum* 41 (2007) 60–64.
- \*PRESSLINGER 2007b  
H. PRESSLINGER, Phosphorlegierter Stahl – ein Werkstoff der keltischen Schmiede im Donauraum: *res montanarum* 41 (2007) 55–59.
- PRESSLINGER – CECH – WALACH 2007a  
H. PRESSLINGER – B. CECH – G. WALACH, Das Roheisen in der Römerzeit: *res montanarum* 41 (2007) 49–50.
- PRESSLINGER – CECH – WALACH 2007b  
H. PRESSLINGER – B. CECH – G. WALACH, Stoffkundliche Beurteilung des Ofenmüllers römischerzeitlicher Schachtöfen in Hüttenberg/Kärnten: *res montanarum* 41 (2007) 46–48.
- \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – URBAN 2007  
H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN, Stahl-

werkstoffe in der Kelten- und Römerzeit – Teil 1: BHM 152 (2007) 146–150, Teil 2: BHM 152 (2007) 232–234.

\*PRESSLINGER – URBAN – RUPRECHTSBERGER 2007

H. PRESSLINGER – O. H. URBAN – E. M. RUPRECHTSBERGER, Norischer Stahl – Beurteilungsergebnisse römerzeitlicher Funde vom Magdalensberg in Kärnten: *res montanarum* 41 (2007) 51–54.

PRESSLINGER 2008a

H. PRESSLINGER, Ferrum Noricum – Archäometallurgische Untersuchungsergebnisse von Schlacken und Stahlprodukten, in: CECH (Hg.) 2008, 232–250.

\*PRESSLINGER 2008b

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Beurteilung, in: RUPRECHTSBERGER 2008a, 826, 834.

\*PRESSLINGER 2008c

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchung, in: RUPRECHTSBERGER 2008b, 174–175.

PRESSLINGER – EIBNER 2009

H. PRESSLINGER – C. EIBNER, Phosphorlegierter keltischer Stahl – hart, zäh und korrosionsbeständig: BHM 154 (2009) 534–536.

\*PRESSLINGER 2010

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchungsergebnisse von römerzeitlichen Spachteln, in: RUPRECHTSBERGER – URBAN 2010, 55–61.

\*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2010

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

\*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2011

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Metallkundliche Untersuchungsergebnisse eines Schwertes aus der Kreuzritterzeit: BHM 156 (2011) 180–184.

PRESSLINGER – PICHLER – MACLEOD 2012

H. PRESSLINGER – B. PICHLER – I. D. MACLEOD, Werkstoffkundliche Untersuchungsergebnisse einer im 17. Jahrhundert aus Gußeisen gefertigten englischen Schiffskanone: BHM 157 (2012) 209–213.

\*PRESSLINGER 2012

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchung, in: RUPRECHTSBERGER 2012, 43–52.

\*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2013

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER – C. COMMENDA, Metallkundliche Untersuchungen an einem frühmittelalterlichen Schwert aus Popping: *JbÖÖMV* 158 (2013) 39–52.



## \*PRESSLINGER 2014

H. PRESSLINGER, Metallographische Beurteilung einer römerzeitlichen Roheisenprobe aus Windischgarsten/Oberösterreich: res montanarum 53 (2014) 106-107.

## \*PRESSLINGER – EIBNER 2014

H. PRESSLINGER – C. EIBNER, Der Beginn der Metallzeiten im Bezirk Liezen – eine montanarchäologische Dokumentation, Kl Schr Trautenfels 31 (Liezen 2014).

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2014

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Ein mittelalterliches Schwert aus Linz/Ebelsberg, in: LANG – TRAXLER – RUPRECHTSBERGER – WOHLMAYR 2014, 227-233.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2014

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER – C. COMMENDA, Metallkundliche Untersuchungen mittelalterlicher Schwerter aus dem Voralpenraum: res montanarum 53 (2014) 43-50.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2014

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

## PRESSLINGER – SPRENGER-KRANZ – PICHLER 2014

H. PRESSLINGER – M. SPRENGER-KRANZ – B. PICHLER, Metallkundliche Untersuchungen an Schmiedeeisenproben aus dem Sakramentshaus der Wallfahrtskirche St. Oswald in Seefeld/Tirol: BHM 159 (2014) 130-134.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – COMMENDA 2015

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER – C. COMMENDA, Metallkundliche Untersuchung eines spät frühmittelalterlichen Schwertes aus OG Popping / Oberösterreich: BHM 160 (2015) 155-162.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2016a

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Ergebnisse von Patina-Untersuchungen an echten, antiken Metallprodukten: JbOÖMV 161 (2016) 9-20.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2016b

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Der frühlatènezeitliche Gürtelhaken aus Linz-St. Peter – metallurgische Untersuchung: JbOÖMV 161 (2016) 21-32.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2016c

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Die silberne Riemenzunge aus Grab 7 von Linz/Zizlau – ein werkstoffkundlicher Befund: BHM 2016 (DOI 10.1007/s00501-016-0565-4).

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2016d

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Metallkundliche Untersuchungsergebnisse einer spätantiken Wurfspießspitze: BHM 161 (2016) 133–136.

## PRESSLINGER – GLASER – COMMENDA – KRÖPFL 2016

H. PRESSLINGER – F. GLASER – C. COMMENDA – K.-M. KRÖPFL, Roheisen – eine Handelsware zur Stahlerzeugung in den römischerzeitlichen Schmieden: BHM 161 (2016) 137–142.

## \*PRESSLINGER 2018

H. PRESSLINGER, Metallurgische Analyse, in: RUPRECHTSBERGER 2018, 232–234.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2018a

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Der frühlatènezeitliche Gürtelhaken aus Linz-St. Peter – metallurgische Untersuchungsergebnisse: BHM 163 (2018) 456–460.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2018b

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Die silberne Riemenzunge aus Grab 7 von Linz/Zizlau – ein werkstoffkundlicher Befund: BHM 163 (2018) 461–464.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2018c

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Metallkundliche Untersuchung einer mittelalterlichen Schwertklinge aus Linz/Ebelsberg: JbOÖMV 163 (2018) 55–66.

## \*PRESSLINGER – KASTLER – LANG 2018

H. PRESSLINGER – R. KASTLER – F. LANG, Römerzeitliche Schlacken und Rohstahlprodukte – geborgen in einer villa rustica bei einer archäologischen Grabung in Neumarkt-Pfongau / Land Salzburg: BHM 163 (2018) 465–473.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER – URBAN 2018

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN, Spätlatènezeitliche keltische Lappenbeile vom Linzer Gründberg – metallographische Beurteilung des Könnens der keltischen Schmiede: BHM 163 (2018) 474–479.

## \*PRESSLINGER 2019a

H. PRESSLINGER, Werkstoffkundliche Beurteilung von Stahlprodukten der Kelten aus vorchristlicher Zeit, in: URBAN 2019, 151–179.

## \*PRESSLINGER 2019b

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchungsergebnisse, in: RUPRECHTSBERGER – PRESSLINGER 2019, 57–63.

## \*PRESSLINGER 2019c

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchungsergebnisse an der Phalera, in: RUPRECHTSBERGER 2019, 311–314.

## \*PRESSLINGER 2019d

H. PRESSLINGER, Metallkundliche Untersuchungsergebnisse, in: RUPRECHTSBERGER – PRESSLINGER 2019, 186–187.

## \*PRESSLINGER 2020

H. PRESSLINGER, Werkstoffkundliche Untersuchung, in: RUPRECHTSBERGER 2020, 39–46.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2020

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Werkstoffkundliche Untersuchung einer römischerzeitlichen Laufgewichtswaage aus Lauriacum/Stadtgemeinde Enns: BHM 165 (2020) 442–446.

## \*PRESSLINGER – RUPRECHTSBERGER 2021

H. PRESSLINGER – E. M. RUPRECHTSBERGER, Metallkundliche Untersuchungsergebnisse an einer römischen Phalera (einem Medaillon) des 1. Jahrhunderts nach Christus: BHM 166 (2021) 338–342.

## RANSEDER 1994

C. RANSEDER, Depotfunde von Linz-Freinberg, in: URBAN 1994, 211–221.

## RIEGL 1927

A. RIEGL, Spätromische Kunstindustrie (2. Aufl. 1927, Nachdruck Darmstadt 1973, Berlin 2000).

## RIES 2018

J. RIES, Hat der Zufall gar System? Einige Ausführungen zu römischerzeitlicher Infrastruktur und Raumnutzung im Umfeld von Iuvavum / Salzburg: Diomedes NF 8 (2018) 63–81.

## ROSSETTI – MARABELLI 1982

V. A. ROSSETTI – M. MARABELLI, Untersuchungen an der Patina und an den Verkrustungen, in: OLIVETTI – KUNSTBUCH BERLIN 1982, 113–126.

## ROTH 1979

H. ROTH (Hg.), Kunst der Völkerwanderungszeit, PrKg Suppl 4 (Frankfurt 1979).

## RUPRECHTSBERGER 1984a

E. M. RUPRECHTSBERGER, Eine römische Bronzelampe im Linzer Stadtmuseum: KunstJbLinz 1984, 24–30.

## RUPRECHTSBERGER 1984b

E. M. RUPRECHTSBERGER, Archäologische Ausgrabung 1982 in der Lessingstraße in Linz, LAF 12 (Linz 1984).

## RUPRECHTSBERGER 1985

E. M. RUPRECHTSBERGER, Eine Bronzekanne aus Windischgarsten: JbOÖMV 130 (1985) 61–70.

## RUPRECHTSBERGER 1988

E. M. RUPRECHTSBERGER, Antike Wagenbestandteile (Gurthalter) aus Norikum und Numidien: *JbOÖMV* 133 (1988) 11–28.

## RUPRECHTSBERGER 1989

E. M. RUPRECHTSBERGER, Zu spätantiken Gürtelbeschlägen aus Salzburg-Maxglan, in: *DIE RÖMER IN DEN ALPEN – I ROMANI NELLE ALPI* (Bozen 1989) 175–195.

## RUPRECHTSBERGER 1991

E. M. RUPRECHTSBERGER, Schwert und Meißel – Zu zwei bronzezeitlichen Funden aus Linz, in: Festgabe für Kurt Holter zum 80. Geburtstag: *JbOÖMV* 136 (1991) 23–36.

## RUPRECHTSBERGER 1992

E. M. RUPRECHTSBERGER, Ausgrabungen im antiken Lentia: Die Funde aus Linz-Tiefer Graben/Flügelhofgasse, LAF 20 (Linz 1992).

## RUPRECHTSBERGER 1994/1995

E. M. RUPRECHTSBERGER, Neuerwerbung einer spätantiken Scharnierfibel des Typus Hrušica: *KunstJbLinz* 1994/1995, 167–177.

## RUPRECHTSBERGER – URBAN 1995

E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN, Archäologische Forschungen im Raum Steyregg-Pulgarn, LAF Sh 14 (Linz 1995).

## RUPRECHTSBERGER – URBAN 1996

E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN, Ein neuentdecktes Flachbeil vom Kirnberg bei Eferding: *AÖsterreich* 7/2 (1996) 28–29.

## RUPRECHTSBERGER 1996

E. M. RUPRECHTSBERGER, Ein spätantikes Säuglingsgrab mit reichen Beigaben aus Lentia / Linz, LAF 24 (Linz 1996).

## RUPRECHTSBERGER 1997

E. M. RUPRECHTSBERGER, Der Keltenschatz vom Linzer Gründberg. Neueste Ergebnisse 1998, LAF Sh 22 (Linz 1998).

## RUPRECHTSBERGER – URBAN 1998

E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN (Hg.), Berge – Beile – Keltenschatz, LAF 27 (Linz 1998).

## RUPRECHTSBERGER 1999

E. M. RUPRECHTSBERGER, Das spätantike Gräberfeld von Lentia (Linz), *RGZM Monogr* 18 (Mainz 1999).

## RUPRECHTSBERGER – URBAN 2000/2001

E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN, Ein spätbronzezeitlicher Meißel vom Luftenberg: *KunstJbLinz* 2000/2001, 128–133.

## RUPRECHTSBERGER – URBAN 2004a

E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN, Eine bronzene Schwertklinge vom Luftenberg – Zur Spätbronzezeit im Linzer Raum, in: Stadtarchiv und Stadtgeschichte. Forschungen und Innovationen, FS für Fritz Mayrhofer: Hist JbLinz 2002/2003 (Linz 2004) 313–326.

## RUPRECHTSBERGER – URBAN 2004b

E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN, Neufunde von bronzezeitlichen Schwertern aus Luftenberg und Steyregg – Zur Spätbronzezeit im Linzer Raum, LAF Sh 31 (Linz 2004).

## RUPRECHTSBERGER – URBAN 2007

E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN, Linzer Keltenforschung. Ergebnisse der wissenschaftlichen Kooperation zwischen Nordico und Universität Wien 1990–2006, LAF Sh 36 (Linz 2007).

## RUPRECHTSBERGER 2008a

E. M. RUPRECHTSBERGER, Reliefmedaillon mit Kaiserporträt, in: FRANEK – LAMM – NEUHAUSER – POROD – ZÖHRER 2008, 817–834.

## RUPRECHTSBERGER 2008b

E. M. RUPRECHTSBERGER, Geflickte Gefäße – Ein zeitlicher und kultureller Überblick, in: Festschrift Herbert Kneifel zum 100. Geburtstag: MMVLaur 46 (2008) 158–182.

## RUPRECHTSBERGER – URBAN 2010

E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN, Zwei frühromische Erdkeller und deren Inhalt – Linz / Keplerwiese 2008, LAF Sh 44 (Linz 2010).

## RUPRECHTSBERGER 2012

E. M. RUPRECHTSBERGER, Ein hochmittelalterliches Schwert aus dem Donauschotter bei Steyregg, LAF Sh 46 (Linz 2012).

## RUPRECHTSBERGER – URBAN 2013

E. M. RUPRECHTSBERGER – O. H. URBAN (Hg.), Vom Keltenschatz zum frühen Linze, LAF 43 (Linz 2013).

## RUPRECHTSBERGER – PRESSLINGER 2016

E. M. RUPRECHTSBERGER – H. PRESSLINGER, Metallurgische Untersuchung einer spätantiken Wurfspießspitze aus Lentia / Linz, in: KOINER – LOHNER-URBAN 2016, 183–188.

## RUPRECHTSBERGER 2018

E. M. RUPRECHTSBERGER, Der Armreif aus dem spätantiken Grab von Kronstorf, in: KASTLER – LANG – WENDLING 2018, 229–234.

## RUPRECHTSBERGER 2019

E. M. RUPRECHTSBERGER, Eine Phalerahalterung aus dem antiken Lentia, in: LAFER – DOLENZ – LUIK 2019, 295–314.

## RUPRECHTSBERGER – PRESSLINGER 2019

E. M. RUPRECHTSBERGER – H. PRESSLINGER, Ergebnis einer erstmals vorgenommenen Analyse an einem Peltaortband des 3. Jahrhunderts n. Chr.: *JbOÖMV* 164 (2019) 41–78.

## RUPRECHTSBERGER 2020

E. M. RUPRECHTSBERGER, Antike Waagen – Ein kulturgeschichtlicher Überblick aus Anlass einer in Lauriacum gefundenen römischen Schnellwaage (mit einem Beitrag von H. PRESSLINGER): *JbOÖMV* 165 (2020) 9–65.

## RYCHENER 1990

V. RYCHENER, L'analyse chimique du bronze préhistorique: pourquoi?: *ZAK* 47 (1990) 201–212.

## SAUER – PICHLER – WEBER 1987/1988

R. SAUER – B. PICHLER – J. WEBER, Untersuchungen am Kernmaterial: *WienerBerNaturwiss in der Kunst* 4/5 (1987/1988) 318–331.

## SCHATZ 2005

I. SCHATZ, Bibliographie Eisenverhüttung in der Hallstatt- und Latènezeit, *Archäologie Online Newsletter* 8 (2005).

## SCHATZ 2016

F. SCHATZ, Die frühmittelalterliche Siedlung Lehen-Mitterkirchen, OÖ., in: *LESKOVAR* 2016, 383–460.

## SCHMID 1932

W. SCHMID, Norisches Eisen, *BeitrGeschÖstEisenwesen* I/2 (Wien – Berlin – Düsseldorf 1932).

## SCHNEIDER 2000

H. SCHNEIDER, Metallurgie III: Klassische Antike: *DNP* 8 (2000) 72–76.

## SCHULZE 1979

M. SCHULZE, Die Baiuwaren, in: *ROTH* 1979, 315–323.

## SCHWANZAR 1985

C. SCHWANZAR, Eine Minervastatueette aus Windischgarsten, in: *Lebendige Altertumswissenschaft* 1985, 244–247, Taf. 30 Abb. 2–3.

## SCHWANZAR 2008

C. SCHWANZAR, Ein römerzeitliches Schwert von Plesching, OG. Steyregg, Oberösterreich, in: *Festschrift Herbert Kneifel zum 100. Geburtstag: MMVLaur* 46 (2008) 223–228.

## SKOMOROWSKI 2016

R. SKOMOROWSKI, Die frühmittelalterlichen Funde aus Gunskirchen-Moostal, in: *LESKOVAR* 2016, 541–567.



SPERL 1977

G. SPERL, Technologische Beziehungen zwischen der frühgeschichtlichen Kupfer- und Eisenmetallurgie, in: Burgenländisches Landesmuseum 1977, 181–183.

SPERL 1980

G. SPERL, Über die Typologie urzeitlicher, frühgeschichtlicher und mittelalterlicher Eisenhüttenschlacken, StIndustrieA 7 (Wien 1980).

SPERL 2004

G. SPERL, Zum Stand der Erforschung des Ferrum Noricum, in: HEFTNER – TOMASCHITZ 2004, 961–976.

SPERL 2018

G. SPERL, Der Werkstoff des „Ötzi-Beils“. Die kupferzeitliche Beilklinge der Gletschermumie aus den Ötztaler Alpen: BHM 163 (2018) 451–455.

STÖLLNER – OEGGL 2015

T. STÖLLNER – K. OEGGL (Hg.), Bergauf Bergab. 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen, Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum vom 31. 10. 2015–24. 04. 2016. Im Vorarlberg Museum Bregenz vom 11. 06. 2016–26. 10. 2016 (Bochum 2015).

STRAUBE 1996

H. STRAUBE, Ferrum Noricum und die Stadt auf dem Magdalensberg (Wien – New York 1996).

SUPPAN 2013

W. SUPPAN (Hg.), An der Wiege des Landes Steiermark. Die Chronik Pürgg-Trautenfels (1. Auflage Gnas 2013).

SZAMEIT – MEHOFER 2002

E. SZAMEIT – M. MEHOFER, Technologische Untersuchungen an Waffen des Frühmittelalters aus Oberösterreich: JbOÖMV 147 (2002) 127–168.

THÜRY (Hg.) 2020

G. E. THÜRY (Hg.), Domi militiaeque. Militär- und andere Altertümer FS f. H. Ubl Archaeopress Roman A 68 (Oxford 2020).

TOVORNIK 1985

V. TOVORNIK, Die frühmittelalterlichen Gräberfelder von Gusen und Auhof bei Perg in Oberösterreich, Teil 1: Gusen: AAustr 69 (1985) 165–250.

TOVORNIK 1988

V. TOVORNIK, Die Slawen, in: DANNHEIMER – DOPSCH 1988, 118–128.

TOVORNIK 1991

V. TOVORNIK, Datierungskorrekturen der altslawischen Gräber- und Siedlungsfunde in Oberösterreich: Zalai Múzeum 3 (Zalaegerszeg 1991) 49–55.

## TOVORNIK 1998

V. TOVORNIK, Die Frühzeit. Slawen und Baiern in der Eisenwurzen, in: LAND DER HÄMMER 1998, 82–87.

## TREBSCHKE 2008

P. Trebsche, Die Höhensiedlung „Burgwiese“ in Ansfelden (Oberösterreich). Ergebnisse der Ausgrabungen von 1999 bis 2002, LAF 38/1–2 (Linz 2008).

## TREBSCHKE (Hg.) 2020

P. TREBSCHKE (Hg.), Keltische Münzstätten und Heiligtümer. Die jüngere Eisenzeit im Osten Österreichs (ca. 450 bis 15. v. Chr.) (Wien 2020).

## TREBSCHKE 2020a

P. TREBSCHKE, Rohstoffe, Handwerk und Handel, in: TREBSCHKE (Hg.) 2020, 234–269.

## TREBSCHKE 2020b

P. TREBSCHKE, Kult, Deponierungen und Rituale, in: TREBSCHKE (Hg.) 2020, 440–465.

## TRNKA – MÖDLINGER – NTAFLS 2009

G. TRNKA – M. MÖDLINGER – T. NTAFLS, Ein Riegseeschwert aus Gallneukirchen in Oberösterreich, in: HUSTY – RIND – SCHMOTZ 2009, 217–226.

## TURCK 2010

R. TURCK, Die Metalle zur Zeit des Jungneolithikums in Mitteleuropa. Eine sozialarchäologische Untersuchung, UPA 185 (Bonn 2010).

## URBAN 1994

O. H. URBAN, Keltische Höhensiedlungen an der mittleren Donau vom Linzer Becken bis zur Porta Hungarica I. Der Freinberg, LAF 22 (Linz 1994).

## URBAN 1998/1999

O.-H. URBAN (Hg.), „...und sie formten das Eisen.“: AAustr 82/83 (1998/1999) 493–540.

## URBAN 2000

O. H. URBAN, Der lange Weg zur Geschichte. Die Urgeschichte Österreichs (Wien 2000).

## URBAN – RUPRECHTSBERGER 2003

O. H. URBAN – E.M. RUPRECHTSBERGER, Le site fortifié du Gründberg, in: FORGERONS ET FERRAILLEURS 2003, 16–18.

## URBAN – RUPRECHTSBERGER – PERTLWIESER 2005

O. H. URBAN – E. M. RUPRECHTSBERGER – T. PERTLWIESER, 20 Jahre Erforschung keltischer Höhensiedlungen (1986–2005): AÖsterreich 16 (2005) 4–17.

## URBAN 2006

O. H. URBAN, Ausgewählte latènezeitliche Eisendepotfunde aus Österreich, in: BATAILLE – GUILLAUMET 2006, 83–99.

## URBAN 2010

O. H. URBAN, Die Urgeschichte an der Universität Wien vor, während und nach der NS- Zeit, in: ASH – NIESS – PILS 2010, 371–395.

## URBAN 2019

O. H. URBAN, Der Keltenschatz vom Linzer Gründberg. Das keltische Oppidum auf dem Gründberg und seine spätlatènezeitlichen Depots (in Zusammenarbeit mit E. M. RUPRECHTSBERGER – H. PRESSLINGER), LAF 52 (Linz 2019).

## VACCARO – SOMMELLA 1989

A. M. VACCARO – A. M. SOMMELLA (a cura di), Marco Aurelio: storia di un monumento e del suo restauro (Milano 1989).

## VACCARO 2003

A. M. VACCARO (a cura di), I bronzi di Riace: restauro come conoscenza 1: Archeologia, restauro, conservazione (Roma 2003).

## VETTERS 1966

H. VETTERS, Ferrum Noricum: Anz Wien 103 (1966) 167–185.

## VIO 2019

E. VIO (ed.), San Marco: la basilica di Venezia: arte, storia, conservazione, 1–3 (Venezia 2019).

## WACHA 1975

G. WACHA, Alois Riegl und Linz: KulturZ OÖ 25/1 (1975) 47–50.

## WALDNER 2019

T. Koch WALDNER, Typologische und technologische Untersuchungen der Saxe aus Überackern, Oberösterreich: AAustr 103 (2019) 137–160.

## WALLNER 2013

M. WALLNER, Die „deserta boiorum“ – ein Zentrum der vorrömischen Eisenindustrie?, in: KARL – LESKOVAR 2013, 209–222.

## WALSH 2020

D. WALSH, Military communities and temple patronage: a case study of Britain and Pannonia: AJA 124 (2020) 275–229.

## WARTKE 2000

R.-B. WARTKE, Metallurgie I: Alter Orient: DNP 8 (2000) 69–70.

## WEISGERBER 2002

G. WEISGERBER, Montanarchäologie: RGA 20 (2002) 180–199.

## WINDHOLZ-KONRAD 2003

M. WINDHOLZ-KONRAD, Funde entlang der Traun zwischen Ödensee und Hallstätter See, FÖ MatH A13 (Horn 2003).

WINDHOLZ-KONRAD 2004

M. WINDHOLZ-KONRAD, Die Rabenwand – ein neuer prähistorischer Depotfundplatz im Ausseerland, Steiermark: FÖ 43 (2004) 289–349.

WINTER – BLÖMER 2005

E. WINTER – M. BLÖMER, Jupiter Dolichenus – Der Gott auf dem Stier: AntW 35 (2005) 79–85.

YOUNÈS 2016

H. ben YOUNÈS, Salle de l'épave de Mahdia, in: AOUNALLAH 2016, 395–414.

ZAVYALOV – TEREKHOVA 2019

V. I. ZAVYALOV – N. N. TEREKHOVA, Meteoric iron artefacts redux: A rozhl 71 (2019) 155–167.

ZELLER 1977

K. W. ZELLER, Kulturbeziehungen im Gräberfeld Linz-Zizlau, in: BAIERN-ZEIT IN OBERÖSTERREICH 1977, 75–88.

### Abbildungsnachweise

Abb. 1: Archiv Preßlinger

Abb. 2-4: Franz Michalek, ehemals Lichtbildstelle, Stadtmuseum Linz

Abb. 7, 13: Max Koller (†), ehemals Lichtbildstelle, Stadtmuseum Linz

Abb. 10a: Bärbel Wagner, Magistrat Linz, Stadtkommunikation

Abb. 10b: Olivia Chrstos

Abb. 14, 15: Thomas Hackl

Alle übrigen Aufnahmen: Verfasser