

Geleitwort



Rudolf SCHRATTER,
Bürgermeister der
Marktgemeinde
Hüttenberg

Sehr geehrter Freund der Montangeschichte!

Wenngleich die Blütezeit des Bergbaus in Hüttenberg längst zu Ende ist, so war doch durch zwei Jahrtausende dieser Wirtschaftszweig prägend für Ort und Region. Er war von derart überregionaler Bedeutung, dass das heutige Regierungsgebäude der Kärntner Landesregierung in Klagenfurt einst Sitz und Eigentum der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft war.

Das ist Geschichte, unbestritten jedoch eine überaus interessante und für wissenschaftliche Untersuchungen ergiebige. Nicht umsonst werden die großteils denkmalgeschützten baulichen Zeugen dieser Zeit ob ihrer Vielfalt und Bedeutung besonders von Fachleuten geschätzt. Die Entstehung der Eisenindustrie von Hüttenberg, die geschichtlichen Wurzeln, bilden Anlass zu jahrelangen archäologischen Untersuchungen vor Ort; Geologie, Mineralogie, Bergbautechnologie, gesellschaftliche und kulturelle Entwicklungen im Umfeld des alten Bergbaues bis zur Gegenwart sind Themen zahlreicher Untersuchungen; Teile der alten Anlagen dienen Besuchern aus aller Welt als Anschauungsobjekte der Bergbaukultur einer gesamten Region.

„res montanarum“ wirft in dieser Ausgabe großartige „Blitzlichter“ auf die Bergbaukultur von Hüttenberg und hat dazu kompetente Autoren gewinnen können. Damit ist ein vielschichtiger Überblick entstanden, für den ich im Namen der Bevölkerung und der Gemeindevertretung Hüttenbergs danke – mit einem aus tiefster Überzeugung kommenden

Glück auf!

Vorwort



Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. mont. Dr. phil.
Gerhard SPERL,
Präsident des Montan-
historischen Vereins
Österreich

Lange Zeit stand die Behauptung mittelalterlicher Historiker, wie Wolfgang Lazius (1514-1565), im Raum, dass das „ferrum Noricum“, das Eisen aus der Provinz Noricum für Rom, erwähnt von mehreren antiken Autoren, nur vom Steirischen Erzberg kommen konnte. Heute wissen wir, dass die Römer nie am Steirischen Erzberg Erz verhüttet haben, dass aber um Hüttenberg, zuerst nachgewiesen zwischen Möselgut und Kitschdorf, römische Eisenverhüttung bis ins 5. Jahrhundert n. Chr. umging.

Das vorliegende Heft von „res montanarum“ nähert sich der Eisengeschichte des Gebietes um den Hüttenberger Erzberg von verschiedenen Seiten. Zuerst werden religiöse Aspekte geschildert (Kurt Dieber, Hubert Schenn

und Günther Biermann), Zeugnisse der Kultur im Umfeld des Eisenwesens. Die Archäologie an antiken und mittelalterlichen Schmelzplätzen (Brigitte Cech) wird ergänzt durch naturwissenschaftliche Untersuchungen, angefangen von der geophysikalischen Prospektion (Georg Walach) des Raumes über die Deutung der Öfen und der Funde von Schlacken und Metallobjekten, deren Vergleich mit Funden anderer Ausgrabungen (Hubert Preßlinger et al.). Naturwissenschaftliche und historische Untersuchungen (Hans Jörg Köstler) runden das Bild vom Kärntner Eisenwesen ab. Die technologische Beziehung zur Eisenkultur der Etrusker und der Römer (Gerhard Sperl) zeigt die große Gemeinsamkeit der antiken Eisenhüttenleute, angedeutet bei C. Plinius Secundus d. Ä. (†79 n. Chr.) und ablesbar an den technischen Verfahren zur Eisengewinnung in Europa.

Die neue Initiative mit der Gruppe um Brigitte Cech, Georg Walach und Hubert Preßlinger hat nun die archäologische Bestätigung für diese Zeit auch für den Hüttenberger Erzberg gebracht, dazu auch die Neudeutung altbekannter Öfen auf der Kreuztratte. Damit ist die Erforschung des frühen alpinen Eisenwesens durch wichtige Daten und Befunde bereichert worden. Da die Arbeiten weitergehen und auch international bekannt gemacht werden, ist diesem Projekt für die Zukunft viel Erfolg zu wünschen.

Glück auf!

res montanarum 41/2007

August 2007

INHALTSVERZEICHNIS

Rudolf Schratzer: Geleitwort	1
Gerhard Sperl: Vorwort	1
Kurt Dieber, Knappenberg (Kärnten), und Hubert Schenn, Lölling (Kärnten): Die Barbarakapelle auf der Lölling-Sonnseite (Gemeinde Hüttenberg)	3
Günther Biermann, Klagenfurt: Wenig bekannte Bergbauheilige in Kärnten	10
Kurt Dieber, Knappenberg (Kärnten): Das Bergbauprojekt Maria Waitschach – ein Rückblick	16
Kurt Dieber, Knappenberg (Kärnten): Wanderungen über den Hüttenberger Erzberg in Kärnten	22
Georg Karl Walach, Leoben: Archäometrische Prospektion im Raum Hüttenberg – ein Überblick	36
Brigitte Cech, Wien: Archäologische Untersuchungen zum Ferrum Noricum auf der Fundstelle Semlach/Eisner am Hüttenberger Erzberg	40
Hubert Preßlinger, Trieben; Brigitte Cech, Wien, und Georg Walach, Leoben: Stoffkundliche Beurteilung des Ofenmöllers römischer Schachtöfen in Hüttenberg/Kärnten	46
Hubert Preßlinger, Trieben; Brigitte Cech, Wien, und Georg Walach, Leoben: Das Roheisen in der Römerzeit	49
Hubert Preßlinger, Trieben; Otto Helmut Urban, Wien, und Erwin Maria Ruprechtsberger, Linz: Norischer Stahl – Beurteilungsergebnisse römischer Funde vom Magdalensberg in Kärnten	51
Hubert Preßlinger, Trieben: Phosphorlegierter Stahl – ein Werkstoff der keltischen Schmiede im Donauraum	55
Hubert Preßlinger, Trieben: Der Mythos über das Härten von Stahl	60
Gerhard Sperl, Leoben: Norikum und Etrurien – Technologische Beziehungen in der Eisenmetallurgie	65
Brigitte Cech, Wien; Hubert Preßlinger, Trieben; Georg Walach, Leoben, und Georg Karl Walach, Leoben: Der mittelalterliche Eisenschmelzplatz auf der Kreuztratte am Hüttenberger Erzberg	70
Hans Jörg Köstler, Fohnsdorf: Mechanisch-technologische Erprobung des 1864 in Heft (Kärnten) erzeugten Bessemerstahls	75
Hans Jörg Köstler, Fohnsdorf: Die Eingliederung der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft in die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft 1881	82
Dank für Spenden	90
Anschriften der Autoren	92

Die Barbarakapelle auf der Lölling-Sonnseite (Gemeinde Hüttenberg)

Kurt Dieber, Knappenberg (Kärnten), und Hubert Schenn, Lölling (Kärnten)

Die Lage

Die Barbarakapelle (1) auf der Höhe „Kölbl am Stein“ steht in beherrschender Lage an der Südabdachung des Hüttenberger Erzberges mit einem wunderbaren Ausblick über das Görtischtal, das Krappfeld, einen großen Teil des Klagenfurter Beckens bis zu den Karawanken, den Julischen Alpen und der Saualpe (Abb. 1). Während die Niederungen zur Herbst- und Winterzeit häufig unter einer Nebelschicht liegen und Ulrichs- und Magdalensberg nur wie kleine Inseln aus dem Nebelmeer hervorragen, besitzt die Lölling-Sonnseite ein bekannt mildes Winterklima mit vielen Sonnentagen.



Abb. 1: Barbarakapelle mit Blick auf die Karawanken (rechts hinten) und die Saualpe. – Foto K. Dieber 1995.

Im Jahre 1862 ließ der Gewerke Eugen von Dickmann-Secherau (2) auf der Lölling-Sonnseite in 1.142 m Sh. die Barbarakapelle erbauen. Die Anregung zum Bau der Kapelle auf diesem

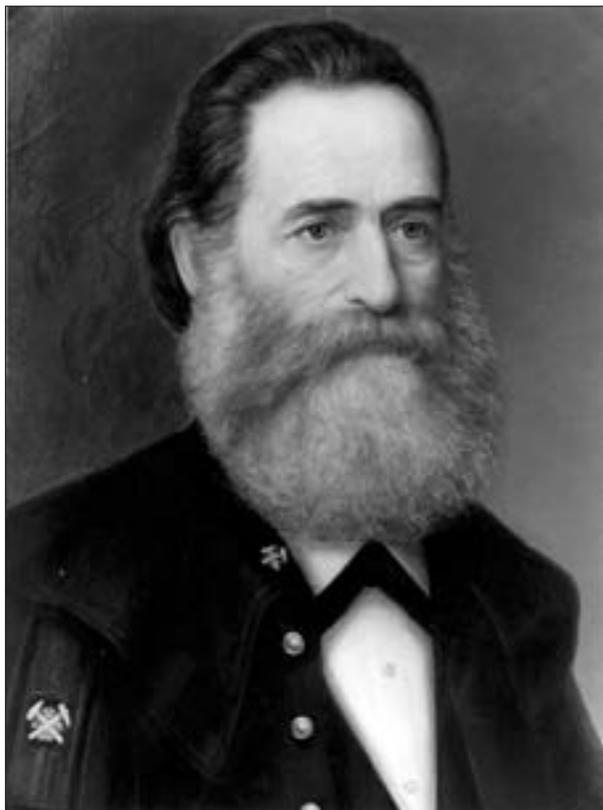


Abb. 2: Ferdinand Seeland (1822 – 1901). Fotoreproduktion eines Ölbildes im Besitz des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, Klagenfurt.

schönen Platz gab der damalige Betriebsleiter des Löllinger Bergwerkes, Ferdinand Seeland (3) (Abb. 2). Er erfüllte damit einen Wunsch der über 700 Bewohner der Lölling-Sonnseite. Die Kapelle wurde unter Mithilfe der gesamten Bevölkerung in neugotischem Stil errichtet. Ursprünglich sollte am Platz vor der Kapelle das Löllinger Bergamt erbaut werden. Weil aber Ferdinand Seeland der direkte Blick auf den Löllinger Erbstollen und die Betriebstätten wichtiger erschien, ließ er das Bergamt an Stelle des Bauernhofes Kölbl wenige hundert Meter talwärts errichten. Auf das Dach baute er einen kleinen Turm, um in Mußestunden den abendlichen Sternenhimmel als begeisterter „Hobbyastronom“ zu betrachten.

Im Jahre 1929 hat ein als Krankenkontrollor bei der Österreichisch-Alpine Montangesellschaft angestellter Wiener in die Kapelle eingebrochen. Er stahl dabei die silberne Monstranz, einige silberne Kerzenleuchter und das ewige Licht, die er später verkaufte. (4) Nur das ewige Licht wurde in Form einer offenen Messing-Grubenlampe ersetzt. Diese wurde aber in den siebziger Jahren neuerlich gestohlen. (5) Vor der Kapelle standen zwei (1958 gefällte) Fichten mit einem Querbalken, an dem eine Glocke hing; das Geläut musste im Ersten Weltkrieg bei einer Metallsammlung abgeliefert werden. Auch als Oberbergrat Ferdinand Seeland schon im Verwaltungsgebäude der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft in Klagenfurt, heute Sitz der Kärntner Landesregierung, amtierte, kam er immer wieder nach Lölling, um sich über die neu erschlossenen Erzlager im Löllin-

ger Revier zu erkundigen und sich in der guten würzigen Bergluft zu erholen.

Der geschichtliche Hintergrund

Zur Zeit der Erbauung der Kapelle herrschte auf der Lölling-Sonnseite reges Leben, und der Bergbau stand in voller Blüte. Die Erze aus den höchsten Lagern, nämlich Knichte, Loppe und Martini, wurden über die Knichte- und die Oskarbremse bis zum Löllinger Erbstollen abgefördert. Von dort gelangten sie zusammen mit den Erzen aus dem Paulus-, Groß- und Kleinattich- und Xaveri-Lager über die Eugen- und die Albert-Bremse bis zur Erzröstanlage (Erzförderanlagen siehe **Abb. 3**).

Albert von Dickmann-Secherau, der den Bau der Kapelle ermöglichte, war zu dieser Zeit einer der führenden Industriellen Kärntens. Den Grundstein zur hervorragenden Stellung Löllings im Eisenhüttenwesen hatte aber bereits seine Großmutter Johanna von Dickmann-Secherau gelegt. In einer vor allem durch den Staatsbankrott 1811 schwierigen Situation erbaute sie 1822 in Zusammenarbeit mit ihrem Verwalter Paul Hauser einen neuen, leistungsfähigen Hochofen, den **Johanna-Ofen**, „*der damals alle anderen Kärntner Hochöfen an Größe und Leistung weit übertraf*“. (6) Nach ihrem Ableben 1835 übernahm ihr Sohn Eugen die Werksleitung und konnte bereits 1839 den zweiten Hochofen, den **Eugen-Ofen**, und ein neues Hüttengebäude in Betrieb nehmen. Damit entstand ein hochmodernes Schmelzwerk, das „... *in Architektur und Leistung eine Rarität*“ darstellte (7) (**Abb. 4**). Eine fünfzigprozentige Beteiligung am Stahl- und Walzwerk der Gebrüder v. Rosthorn in Prävali (im damals kärntnerischen Mießtal, heute Slowenien) (8) führte zum Neubau eines dritten Hochofens, auf den die Konzession des Urtler Hochofens übertragen wurde (9) und den Eugen von Dickmann-Secherau nach seinem Sohn **Albert** benannte.

Durch den Bau der Albert-Bremse (270 m lang und 23° Neigung) wurde der Beginn zur Modernisierung des Erzfördersystems gelegt. Der Bremsberg hatte zwei Körbe mit zwei Oberseilen und eine Geschwindigkeitsumsetzung vom Seilkorb zu den Windflügeln. Diese Windflügelbremse wurde

de vom Mechanikermeister Baumgärtl aus Brückl nach dem Vorbild einer Pendeluhr gebaut und stand erstmals bei der Albert-Bremse in Lölling in Verwendung. (10) So entwickelte sich Lölling „... *zu einem der schönsten und bedeutendsten Eisenwerke der Monarchie*“ (11) (**Abb. 5**).

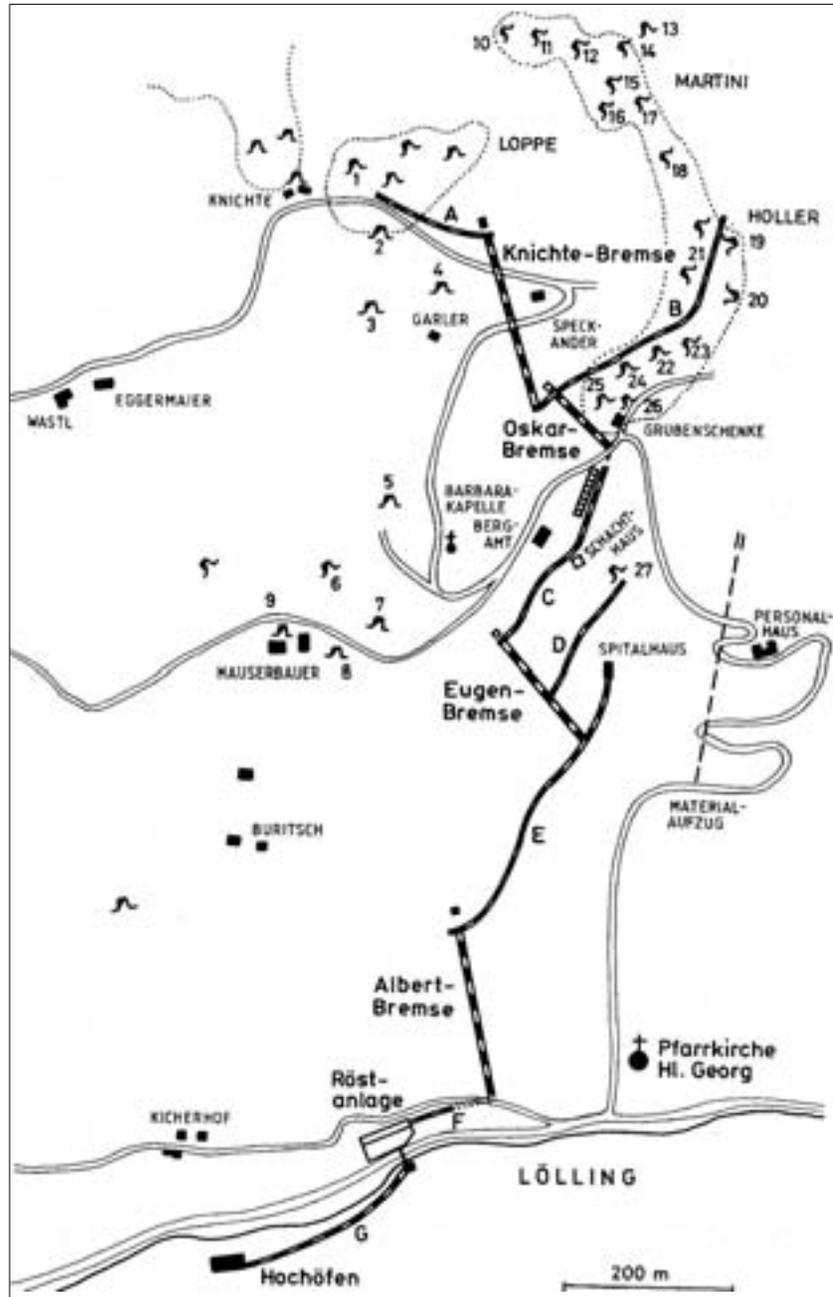


Abb. 3: Erzförderanlagen in Lölling-Sonnseite. – Aus: Köstler H. J. und H. Schenn: *Montanhistorischer Führer durch Lölling bei Hüttenberg (Kärnten). Hüttenberg 1986.*

Namen der Stollen bzw. Einbaue: 1 = Knichte, 2 = Knichtegrübl, 3 = Josef, 4 = Ivobau, 5 = Thatheibau, 6 = Lebenmacherin, 7 = Ivobau, 8 = Josef, 9 = Rosenbichlerin, 10 = Loppegesenk, 11 = Loppe, 12 = Unbekannt, 13 = Martini, 14 = Michael, 15 = Josef, 16 = Martini-Hauptgrube, 17 = Lattenbau, 18 = Holler, 19 = Schlapf-kogelbau, 20 = Klein-Paulserin, 21 = Blindattich, 22 = Großattich-Hauptgrube, 23 = Groß-Paulserin, 24 = Georg, 25 = Aherbau, 26 = Erbstollen, 27 = Blasiusfirstenbau.

Horizontalbahnen im Erzfördersystem: A = Knichtestollen-Bahn, B = Hollerstollen-Bahn, C = Erbstollen-Bahn, D = Blasiusfirstenbau-Bahn, E = Albert-Bahn, F = Röst-Bahn, G = Hochofen-Bahn.



Abb. 4: Hochofenwerk in Lölling um 1842. Links Johanna-Ofen und rechts Eugen-Ofen. – Aus: Tunner, P.: Das Ritter von Dickmann'sche Radwerk in der Lölling. In: Die st.-st. montanist. Lehranstalt in Vordernberg, Jahrbuch 2 (1842), S. 220-223 und Frontispiz „Das Radwerk zu Lölling in Unter-Kärnten“.



Abb. 5: Eisenwerk Lölling um 1870. Von links: Johanna-, Eugen- und Albert-Hochofen. – Foto im Besitz von H. Schenn.

Albert von Dickmann setzte das Werk seines Vaters mit der Errichtung der Knichte-Bremse fort. Damit war das Fördersystem von Knichte bis zu den Löllinger Hochöfen auf eine Länge von 3,2 km geschlossen. (12) Er war es auch, der 1869, also sieben Jahre nach der Errichtung der Barbarakapelle, den Anstoß zum Zusammenschluss der Hüttenberger Gewerke zur Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft gab. Der Grund hierfür war in erster Linie der gemeinsame Bau der Eisenbahnlinie Mösel-Hüttenberg, die erst 1942 von der Deutschen Reichsbahn übernommen wurde. Noch vor Gründung der HEWG begann Albert v. Dickmann mit dem Bau des ersten Kokshochofens im alpenländischen Raum in Prävali, der noch im Jahre 1869 in Betrieb ging. (13) Das Zeitalter der Dampfmaschine und der Eisenbahn bewirkte einen gewaltigen Bedarf an Eisenerzeugnissen, vor allem an Schienen. Gleichzeitig brachte jedoch die starke internationale Konkurrenz besonders aus England einen Preisverfall, der durch eine Schutzzoll-Politik nur teilweise aufgefangen werden konnte. Eine Eisen erzeugende Industrie ohne direkten Bahnanschluss wäre zu

dieser Zeit wohl hoffnungslos gewesen. Aber kommende Ereignisse warfen ihre Schatten voraus: nach und nach wurden die Holzkohle-Hochöfen durch Kokshochöfen ersetzt. Koks nach Lölling zu bringen, war jedoch praktisch nicht möglich. Auch der Absatz von Eisenbahnschienen, die im Stahlwerk Prävali erzeugt wurden, kam ins Stocken, und Prävali schränkte daher die Erzeugung stark ein. Schließlich musste die HEWG 1881 auf Grund großer wirtschaftlicher Schwierigkeiten der neu gegründeten Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft beitreten, und das war der Anfang vom Ende der Löllinger Eisenindustrie. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts kam es zur Schließung aller Schmelz- und Eisenwerke in Lölling und in Prävali: des Bessemerstahlwerkes in Prävali 1896, des Albert-Ofens 1897, der Erzförderung, der Röstanlagen, des Johanna- und wenig später auch des Eugen-Ofens 1899. Damit war „... das Eisenwerk Lölling aus dem Kreis alpenländischer Roheisenproduzenten für immer ausgeschieden.“ (14)

Neben seinen Leistungen für die industrielle Entwicklung hatte sich Albert von Dickmann auch auf sozialem Gebiet hervorgetan. Er war langjähriger Bürgermeister der Gemeinde Lölling, Kirchenpatron und Erbauer des Knappenspitals am Berg (Abb. 6) sowie des Werksspitals im Tale. Dies erschien besonders wichtig, da in den 40er Jahren des 19. Jahrhundert zuerst in Lölling die jahrhundertealte Achtstundenschicht abgeschafft und die Zwölfstundenschicht eingeführt wurde. Die Folge dieses menschlichen Raubbaues war eine hohe Zahl an Kranken und vorzeitig Erwerbs-

unfähigen. Von den einstigen großen Werksanlagen in Lölling sind nur noch einige Ruinen zu sehen.

Oben auf dem Berg aber, bei der Barbarakapelle, da hat sich in den vergangenen Jahrzehnten nicht allzu viel



Abb. 6: Spitalhaus (Bergspital) mit Mundloch des Förderstollens. – Foto H. Schenn 2001 (siehe Abb. 3).

verändert. Als wollte sie sagen: „Ich werde auch in den nächsten hundert Jahren sicher noch vom einstigen reg-samen Betrieb im Löllinger Graben künden.“

Aber auch fröhliche Feste wurden um die Barbarakapelle gefeiert. Zum Kirchtag spielte alljährlich die Löllinger Blasmusik unter der Leitung von Adolf Müller und anschließend zum Tanz in der „Restauration“. Auch Hochzeiten und Taufen wurden in der Barbarakapelle geschlossen bzw. gefeiert. Von all diesen Festlichkeiten blieben heute nur noch der Johanni-Sonntag (24. Juni), an dem alljährlich eine Messe gefeiert wird, und die Fleischweihe am Karsamstag.

Wörtlich aus dem Gedenkbuch im Jahre 1862:

Die Löllinger Pfarrchronik, die im Pfarramt Hüttenberg aufbewahrt wird und eine wertvolle Quelle auch für das Berg- und Hüttenwesen in Lölling darstellt, (15) bringt eine ausführliche Beschreibung der Einweihungsfeier aus dem Jahre 1862. (16)

„**GLÜCK AUF!**“ *Der schöne Bergmannsgruß wurde hier am 4., 5. und 6. Oktober wiederholt von mehr als zweitausend Stimmen mit Begeisterung gerufen; er galt dem Hochw. Fürstbischof von Gurk, Dr. Valentin Wiery, welcher unserem Ort die hohe Gnade erwies, zu kommen, um einer neu erbauten Bergkapelle die heilige Weihe zu erteilen - und er galt auch dem Hochwohlgebornen Freiherrn von Dickmann-Secherau, welcher im frommen Sinne und in väterlicher Fürsorge auch für das Seelenheil derer, denen Gott durch ihn das tägliche Brot geben läßt, die gedachte Kapelle auf dem Löllinger Erzberge erbauen ließ.*

Die Höhe, „Kölbl am Stein“ genannt, ist 3.500 Fuß hoch und der schönste Punkt des Erzberges; bei der herrlichen Aussicht von dort fühlt jeder sich ganz besonders zur Anbetung Gottes, des allmächtigen Schöpfers, aufgefordert und an dieser Stelle, in der nächsten Nähe des Berg- und Knappenhauses und des Hauptpunktes des Baron Dickmann'schen Bergwerkes, steht nun die neue Kapelle zwischen zwei schönen altehrwürdigen Fichtenbäumen erhaben da.

Sie wurde unter der Leitung des Herrn Bergverwalters Ferdinand Seeland im heurigen Sommer in rein gotischem Stil erbaut; die Frontseite, zu welcher eine mehrere Stufen lange breite Stiege emporführt, ist an der Spitze durch ein steinernes gotisches Kreuz geziert. Das sieben Schuh hohe Altarbild (jetzt in der Kapelle in Knappenberg), vom Herrn Sunko in Klagenfurt vortrefflich gemalt, stellt die hl. Barbara, die Schutzpatronin der Bergknappen, auf Wolken schwebend dar. Zu ihren Füßen sieht man am Bilde rechts die Löllinger Hochöfen, links einen Bergknappen, wie er eben vor dem Stollen-Mundloch sein Anfahrtsgebet verrichtet. Die silberne Lampe vor dem Altar hat die passende Form einer Grubenlampe und die in antikem Grau bemalten Wände des Inneren der Kapelle wurden durch farbige Fenster schön erleuchtet.

Seine Fürstl. Gnaden, der Hochw. Herr Fürstbischof, kam – in gnädiger Gewährung der Bitte, die Kapelle zu konsekrieren – am 4. Oktober um halb sieben Uhr abends in der Lölling an. Hochderselbe wurde zu Anfang des Ortes unter einer mit Blumen und Reisig geschmückten Ehrenpforte, an deren Spitze unter „Schlegel und Eisen“ der Gruß „Glück auf!“ stand, von Freiherrn Albert Dickmann, dem Hochw. Dechant von Guttaring, Herrn Nikolaus Rabitsch, mit mehreren Dechantsgeistlichen, den Herren Gewerkschaftsbeamten und einer Menge Personen, die von Nah und Fern herbeigekommen waren, den allerwerthen Oberhirten ehrerbietig zu begrüßen, auf das Feierlichste empfangen.

Die Berg- und Hüttenleute, Männer, an denen das Wort Carl Th. Körners sich bewahrheitet:

*Das Gefühl für Vaterland, Lieb und Pflicht
begräbt sich auch im Dunkel der Erde nicht,*

in ihren verschiedenen, sich malerisch abhebenden Trachten, mit ihrer Fahne und der Bergmusik bildeten lange Reihen zu beiden Seiten der Ehrenpforte.

Die Baronesse Wilhelmine Dickmann an der Spitze vieler anderer weißgekleideter Mädchen mit Blumenkränzen, trug zum Empfange des Hochw. Herrn Fürstbischof folgendes Gedicht von Herrn Anton Ritter von Gallenstein mit kindlicher Rührung vor:

*Glück auf! tönt's freudevoll aus ros'gem Kindermunde
Glück auf! erschallt's aus ernster dunkler Bergmannsschar
Glück auf! ruft's dir von Berg und Tal in weiter Runde
und tausend Herzen bringen ihren Gruß dir dar;
Sei von den tausend frohen Menschen, die dein Kommen
dein liebevoller Blick, dein Vaterwort entzückt,
die heute ihres allgeliebten gütigen frommen
verehrten Kirchenfürsten Segen hat beglückt:
O hoher Herr und Fürst - durch meinen Mund begrüßet
mit schlichtem Wort von Lieb und Treue dargebracht,
mit heißem Dank, der dir als Freudenträne fließet
mit jubelndem Glück auf! aus tiefstem Herzensschacht.*

Das Gedicht wurde Seiner Fürstlichen Gnaden auch in kalligraphischer Ausstattung überreicht und nach Beendigung des Vortrages erschallte ein dreimaliges begeistertes „Glück auf!“ von tausend Stimmen.

Der Hochw. Herr Fürstbischof wurde sofort unter dem Geläute der Pfarrglocken, unter Böllerschüssen, mit Musik in feierlicher Prozession durch den im Ganzen festlich geschmückten Ort zur glänzend gezierten und erleuchteten Pfarrkirche geleitet, allwo Gebete verrichtet und Segen erteilt wurden und geruhte endlich im Pfarrhofe das Quartier zu nehmen.

Wunderschön ging am 5. Oktober die Sonne auf und in aller Augen war die entzückende Freude darüber zu lesen, daß der gütige Himmel die bevorstehende kirchliche Feier auch durch das schönste Wetter verherrlichte. Alles strömte auf das festlichste gekleidet der Gott zu weihenden Stätte zu.

*Seine fürstliche Gnaden fuhren nach dem in der Pfarrkirche unter der Assistenz der anwesenden Geistlichkeit verrichteten heiligen Meßopfers um 8 Uhr morgens unter dem Geläute der Pfarrglocken und dem Gekrache der Böller in Begleitung des Freiherrn Albert Dickmann auf Erzbahnen in die Höhe hinauf, wurden beim Berg- hause vom Bergverwalter, Herrn **Seeland** und von den mit ihren Fahnen ausgerückten Bergknappen von Lölling, Heft und Mosinz mit Musik empfangen und schritten dann zur heiligen Handlung.*

*Die Kapelle selbst und die nächste Umgebung derselben waren dafür besonders ausgeschmückt; an den mit Blumen und Reisig verzierten Stämmen der Fichten, welche treuen Wächtern gleich zu beiden Seiten der Kapelle stehen, waren die Bergmanns-embleme mit den frommen Sprüchen: „**Glück auf! Mit Gott zur Schicht!**“ – und „**Glück auf! Mit Gott ans Licht!**“ – angebracht.*

Es war eine feierliche Stunde, als die Konsekration der so schön gelegenen Kapelle vorgenommen wurde; es war ein erhebender Anblick, tausende von Menschen auf solcher Höhe, wo man sich dem Himmel nahe glaubt, in tiefer Andacht zu sehen. Den unbeschreiblichen Eindruck jedoch machte die Predigt, welche seine fürstl. Gnaden in der Mitte der Weihehandlung von einer neben der Kapelle im Freien unter dem Schatten der Fichten errichteten Kanzel bei lautloser Stille hielt.

Der Fürstbischof besprach in der Kanzelrede mit ebenso einfachen als schönen und ergreifenden Worten, wie das Leben des Menschen überhaupt jenem des Bergmanns gleiche, wie es jedes Menschen Sorge sein solle, daß ihm das Grubenlicht, das Licht des Glaubens immer leuchte und seine letzte Grubenfahrt eine glückliche werde, wie jeder Mensch stets darauf bedacht sein solle, seine Grubenlampe mit Öl, das ist mit guten Werken, reichlich versehen, und sich von den bösen Wettern, den Gefahren zur Sünde, zu schützen.

*Hochderselbe dankte auch dem **Freiherrn von Dickmann** für alles, was er in diesem Jahre für die Kirche getan, und sprach die Erwartung aus, daß derselbe sich die Erhaltung der neuen Kapelle immerdar angelegen sein lassen und die Knappen als unbemittelte Leute durch fromme Gebete das gottgefällige Werk fördern werden.*

*Nachdem die Kapelle konsekriert war, las der Herr Dechant die erste heilige Messe in derselben, und zum Schluß erteilten Se. Fürstl. Gnaden nach dem *Te Deum laudamus*, in welches eine Menge Andächtiger mit der Bergmusik eingestimmt hatte, den apostolischen Segen und einen vollkommenen Ablaß.*

Nach Beendigung der heiligen Handlungen fand ein festliches Mahl bei Musik im Freien statt, wobei die Knappen, welche an dem Tage nach ihrem Jahrtage, das sogenannte Barbaralob, feierten, den altherkömmlichen Knappentanz aufführten.

*Der Hochw. Herr Fürstbischof kehrte um 4 Uhr vom Berge herab in den Ort Lölling zurück, wo er von Herrn **Baron Dickmann** zu einem Abendessen eingeladen war.*

Die Renovierungen der Barbarakapelle

Die Barbarakapelle auf der Lölling-Sonnseite, die 1862 auf besonderen Wunsch der Löllinger Bergleute und mit ihrer Hände Arbeit errichtet wurde, lag dem Montangeschichtlichen Verein „Norisches Eisen“ von allem Anfang an ganz besonders am Herzen. Bereits im Gründungsjahr 1975 haben Mitglieder des Vereines die erste gründliche Sanierung der Kapelle in Angriff genommen und damit noch größere Bauschäden verhindert. Leider ist die Kapelle ohne Fundament nur auf eingeebnetem Schutt erbaut, sodass die Bodenfeuchte nahezu ungehindert in das Mauerwerk eindringen kann. Daher war bereits in den Jahren 1995/96 die nächste, besonders umfangreiche Renovierung fällig, die nicht nur die Kapelle selbst, sondern auch die unmittelbare Umgebung betroffen hat.

Das Mauerwerk der Rückwand war durch eingedrungene Feuchtigkeit morsch und konnte das Gewicht des darüber liegenden Baukörpers nicht mehr tragen. Es traten typische Senkungsrisse auf, und ein Einsturz der Rückwand war bereits abzusehen. Die Mauern beiderseits des mit Gras verwachsenen, rampenähnlichen Aufganges zur Kapelle waren durch Frost und Wurzeldruck stark in Mitleidenschaft gezogen. Vor allem die westliche Mauer war größtenteils bereits eingestürzt. Es war also augenscheinlich, dass die Trockenlegung der Kapelle die erste und wichtigste Sanierungsmaßnahme darstellen musste. Das verrottete Mauerwerk der Rückwand wurde nach entsprechenden Abstützungsmaßnahmen bis auf eine Höhe von ca. 70 cm über dem Sockel entfernt, durch gebrannte Ziegel ersetzt und neu verputzt.

Der Altar war über die ganze Breite der Kapelle aus kleinformatischen roten Ziegeln an die Rückwand ange-mauert und mit einer hölzernen Altarplatte abgedeckt. Da das Mauerwerk völlig verrottet war, musste der ganze Altar abgetragen werden. Durch großzügige Materialspenden der Fa. Natursteinwerk Josef Kogler Ges.m.b.H., St. Urban, und des Steinmetzmeister Nikolaus Bodner, Treibach, konnte der Altar in neuem Glanz erstehen.

Am Aufgang zur Kapelle wurden auch nach mehrmaligen Sondierungsversuchen keine Reste der ursprünglichen Stiege, die im Gedenkbuch 1862 erwähnt wird, gefunden. Es wurden daher die desolaten Seitenmauern nur im unbedingt notwendigen Ausmaß abgerissen und wieder aufgebaut. Die Stiege selbst wurde nach altem Vorbild gänzlich neu errichtet. Zwei Bänke beiderseits der Stiege werden sicherlich so manchen müden Wanderer zu geruhsamer Rast einladen und ihn den herrlichen Rundblick durch das Löllinger Tal und weit über das Kärntner Land bis zu den Karawanken und den Julischen Alpen genießen lassen.

Die wasserdichte Dispersionsfarbe der letzten Renovierung musste innen und außen zur Gänze mechanisch, also mit der Spachtel und, wo nötig, durch Abschleifen entfernt werden, da auf die Anwendung aggressiver che-

mischer Mittel verzichtet wurde. Außen wurde die Kapelle anschließend gespachtelt, geschliffen, grundiert und in einem warmen Ockerton gestrichen. Im Inneren der Kapelle musste der lose und durchnässte Putz an den Wänden abgeschlagen und erneuert werden. Nach dauerhafter Abdichtung der Verbindungsstellen zwischen Dachdeckung und Giebelmauern konnte die Holzkonstruktion der Decke austrocknen und die Putzschicht anschließend erneuert werden.

Bei Entfernung der Dispersionsfarbe kamen zur großen Überraschung Spuren eines neugotischen Dekors zum Vorschein (**Abb. 7**); im Bericht des Jahres 1862 wird nämlich nur eine einfache Ausmalung in „antikem Grau“ erwähnt. Der Dekor wurde so weit wie möglich freigelegt und bei den späteren Verputzarbeiten ausgehalten. Eine Restaurierung bzw. gänzliche Wiederherstellung der farbigen Ausgestaltung hätte jedoch die finanziellen Möglichkeiten des Vereines weit überschritten.

Das ursprüngliche Altarbild, das im Bericht über die Einweihung im Jahre 1862 genau beschrieben wurde (**Abb. 8**), war bereits Ende der fünfziger Jahre durch Feuchtigkeit stark beschädigt. Über Veranlassung des damaligen Bergdirektors, Dipl.-Ing. Karl Tausch, und finanziert durch Spenden der Angestellten des Bergbaues, wurde das Altarbild restauriert und endgültig in die Kirche in Knappenberg überstellt. Da eine Rückstellung nicht in Frage kam, wurde eine Fotokopie des Bildes auf Leinen angefertigt und auf ein Format verkleinert, das den Dimensionen der Kapelle besser angepasst ist.

Für die Renovierungsarbeiten an der Barbarakapelle „Kölbl am Stein“ auf Höhe von 1.142 m SH wurden im Zeitraum August 1995 bis September 1996 insgesamt über 1.500 Arbeitsstunden von Mitgliedern des Montangeschichtlichen Vereines „Norisches Eisen“ ehrenamtlich geleistet. Aber bereits im Jahre 2005 waren die Schäden an der Kapelle wieder so gravierend, dass neuerliche Renovierungsarbeiten notwendig wurden. Im Bereich der treppenförmigen Zinnen wurden die alten, porösen Steinabdeckungen entfernt und durch neue Steinplatten ersetzt (**Abb. 9**). Anschließend wurden die alten Farbanstriche restlos entfernt, die Wände verspachtelt und, dem alten Anstrich farblich angeglichen, übermalt.

Nach der Sommerpause begann die Renovierung des Innenraumes. Es musste der gesamte Putz, ausgenommen der gotische Dekor, abgeschlagen werden. Da die Deckenbretter im Bereich der Stirnwände durch Wassereintritt ziemlich vermorscht waren, musste eine neue Lage an Brettern aufgebracht und verputzt werden. In Freskotechnik wurde in den noch feuchten Feinputz



Abb. 7: Östliches Seitenfenster und Reste des freigelegten neugotischen Wanddekors. – Foto B. Hammerschlag, 1999.



Abb. 8: Heilige Barbara, Altarbild von H. Sunko (fotografische Kopie von B. Hammerschlag, siehe auch Seite U3). Vorne links die Hochöfen Johanna, Eugen und Albert, davor die Brücke zur Erzquetsche, rechts ein Bergknappe mit Kipper vor einem Mundloch. Das Original befindet sich in der Pfarrkirche Knappenberg.



Abb. 9: Kurt Pucher beim Ersetzen der Abdeckplatten. – Foto K. Dieber 2005.

Sumpfkalkfarbe eingewalzt. Schließlich wurden auch noch das Tor, die Fenster und Ziergitter neu lackiert. Für die Renovierungsarbeiten 2005 leisteten Mitglieder des Montangeschichtlichen Vereines „Norisches Eisen“ in Summe 521 Arbeitsstunden ehrenamtlich.

Möge die Barbarakapelle auf der Höhe „Kölbl am Stein“ (**Abb. 10**) noch für viele Generationen ein Ort stiller Rast und besinnlicher Einkehr, aber auch der Erinnerung an eine große Vergangenheit sein!

Anmerkungen

- (1) Eine ausführlichere Beschreibung der Kapelle, der Geschichte des Eisenwesens in Lölling zur Zeit ihrer Entstehung und der Renovierungen in: „Die Barbarakapelle auf der Lölling-Sonnseite“, Festschrift zur Weihe der Kapelle, herausgegeben vom Montangeschichtlichen Verein „Norisches Eisen“ 2006.
- (2) 1792 bis 1963, Sohn von Johann Nepomuk und Johanna v. Dickman-Secherau, die 1821/22 den Johanna-Hochofen erbauen ließ.
- (3) Ferdinand Maximilian Seeland wurde 1822 in Kicking (NÖ) geboren. Er studierte vorerst Jus an der Universität Wien und wandte sich anschließend dem Montanwesen zu. Nach Studien in Schemnitz, Vordernberg und Leoben wurde er 1852 Assistent an der Lehrkanzel für Geologie und Paläontologie der Montan-Lehranstalt in Leoben. Der Gewerke Dickmann-Secherau holte ihn 1855 als Bergverwalter nach Lölling und ernannte ihn 1866 zum Direktor der gesamten Dickmann'schen Betriebe. Nach dem Zusammenschluss der Hüttenberger Gewerke zur Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft wurde er in die Direktion nach Klagenfurt berufen. Nach Übernahme der HEWG durch die Österreichisch-

Alpine Montangesellschaft wurde Seeland zum Bergbau- und Hütteninspektor und 1888 zum Berginspektor aller Werke der Gesellschaft ernannt. Über 100 Publikationen zeugen von seinem reichen wissenschaftlichen Wirken. Seeland starb am 3.3.1901 in Klagenfurt. (Österr. Biogr. Lexikon, 1815-1950, S. 101-102, Österr. Akad. Wiss., Wien 2001); vgl. H. Meixner: Eines großen Bergmannes, Ferdinand Seelends, Wirken für Kärnten. – In: Carinthia II 82/162 (1972), S. 321-326 und A. Brunlechner: Oberbergrath Ferdinand Seeland †. – In: Carinthia II 11/91 (1901), S. 33-42.

- (4) **H. J. Köstler und H. Schenn:** Die Barbarakapelle auf der Löllinger Sonnseite bei Hüttenberg. – In: Die Kärntner Landsmannschaft, Heft 6/1988, S. 6-11, bes. S. 9.
- (5) Die Barbarakapelle auf der Lölling-Sonnseite. Hrsg. Montangeschichtlicher Verein „Norisches Eisen“, Knappenberg 2006, S. 8.
- (6) **H. J. Köstler:** Die Anlagen der Eisenerzeugung im Hüttenberger Raum und ihre technischen Denkmäler. – In: 2500 Jahre Eisen aus Hüttenberg. Eine montanhistorische Monografie; Kärntner Museumsschriften Bd. 68, Klagenfurt 1981, S. 84.
- (7) **H. J. Köstler:** Zur Stilllegung des Eisenwerkes in Lölling beim Hüttenberger Erzberg (Kärnten) im Jahre 1899. – In: Die Kärntner Landsmannschaft 1999, Heft 9/10, S. 54-62.
- (8) **F. Münichsdorfer:** Geschichte des Hüttenberger Erzberges. Fotomechanischer Nachdruck der Originalausgabe 1870. Carinthia II, 48. Sonderheft. Klagenfurt 1989, S. 249.
- (9) Wie (8).
- (10) Wie (8).
- (11) Wie (8).
- (12) **J. Müller et al.:** Die Geschichte von Lölling.- Eigenverlag Lölling 1994.
- (13) **H. J. Köstler:** Die Roheisenerzeugung in Kärnten von 1870 bis zu ihrer Auflassung im Jahre 1908. – In: Radex-Rdschau. 1979, S. 961-993, bes. S. 978.
- (14) **H. J. Köstler und H. Schenn:** Montanhistorischer Führer durch Lölling bei Hüttenberg (Kärnten). – Hüttenberg 1986, S. 11.
- (15) **H. J. Köstler und H. Schenn:** Die Barbarakapelle auf der Löllinger Sonnseite bei Hüttenberg. – In: Die Kärntner Landsmannschaft, Heft 6/1988, S. 6-11, bes. S. 6.
- (16) **Löllinger Pfarrchronik**, No. I, S. 27-31.



Abb. 10: Barbarakapelle auf der Lölling-Sonnseite. – Foto K. Dieber 2005.

Wenig bekannte Bergbauheilige in Kärnten

Günther Biermann, Klagenfurt

Die Erfahrung besonderer Existenzgefährdung wird es wohl gewesen sein, die zu allen Zeiten eine Unterschutzstellung der Bergbaubetriebe und der darin beschäftigten Menschen unter höhere Mächte nahe legte. Votivschriften, welche Bergwerksunternehmer oder deren Personal setzen ließen, bezeugen dies schon für die Antike (1). Im christlichen Mittelalter wurden die Bergwerke, ihre einzelnen Gruben und Stollen sowie alle daran beteiligten Menschen in den Schutz heiliger Patrone gestellt. Die Anrufung ganz bestimmter Heiliger durch Berufs- und soziale Gruppen ist ein Phänomen der Volksfrömmigkeit, das im Spätmittelalter seinen ersten Höhepunkt erreichte, in der Reformation wohl weitgehend aussetzte und im Barockzeitalter seinen Gipfel erreichte. Kapellen, Motivbilder, überlieferte Gebete, Kirchen- und Altarpatronate, Berichte über Prozessionen und Knappenwallfahrten sind Objektivationen des bergmännischen Heiligenkults, der unserem heutigen Denken schon recht fremd geworden ist.

Nicht immer leicht erschließbar sind auch die Gründe für die Auswahl bestimmter Heiliger zu berufs- bzw. standesspezifischer Bedeutung: Zumeist sind es die Symbolik ihrer Attribute und/oder besondere Aspekte ihrer (oft legendären) Lebensgeschichte bzw. ihres Martyriums, die zu ihrer „Vereinnahmung“ durch Berg- und Hüttenleute geführt haben. Wirklich große (d. h. allgemeine und europaweite) Bedeutung als Bergbauheilige erlangten freilich nur wenige Heilige: Daniel und Christophorus (2), Joachim und Anna (allerdings beschränkt auf den Edelmetallbergbau), die Gottesmutter Maria und schließlich die hl. Barbara, die heute als die Bergbaupatronin schlechthin gilt. Allerdings läßt sich zumeist die allgemeine Verehrung volkstümlicher Heiliger von der durch den Bergbau geförderten kaum unterscheiden: Im ehemaligen Bergbauland Kärnten zeigt sich dies besonders deutlich am Beispiel der „Paradeheiligen des Bergbaus“, der hl. Barbara. Sie fehlt in fast keiner Kirche Kärntens, ein Montanbezug ist aber in jedem Fall individuell zu hinterfragen – als eine der drei *virgines capitales* innerhalb der größeren Gruppe der vierzehn Nothelfer wurde sie mit der Verbreitung dieses Kultes zur Volksheiligen (3). Ähnliches gilt auch von anderen Heiligen, die von der Bevölkerung um Schutz vor bestimmten Gefahren angerufen wurden (z. B. Nikolaus gegen Wasser, Florian gegen Feuer, Leonhard gegen Gefangennahme, Viehkrankheiten usw.) und ebenso von Berg- und Hüttenarbeitern vereinnahmt wurden.

In Hüttenberg verließ man sich im Spätmittelalter vor allem auf die Hilfe des Heiligen Nikolaus von Myra, dessen Verehrung seit der Überführung seiner Gebeine 1087 durch Kaufleute von Kleinasien nach Bari in Süditalien entlang der Handelswege rasch Verbreitung

fand. Als Patron verehrten ihn zunächst neben den Kaufleuten die Schiffer und die Flößer. Als „Heiliger, der übers Wasser ins Abendland gekommen war“, galt er bald auch den Bergleuten als zuverlässiger Helfer gegen alle Gefahren durch Wasser, insbesondere gegen Wassereinbrüche in die Gruben.

Beziehungen zum Montanwesen hatten sicher viele der ursprünglich 61 Kärntner Nikolauskirchen, doch nur die 1425 erstmals genannte Pfarrkirche von Hüttenberg wird von den Bergbautreibenden ausdrücklich als „... unßer aigenthumbliche Khirchen, die allain mit der Perkhleit Guet, hantraichung und gelt erbaut, ...“ bezeichnet (4). Hauptgrund für die Wahl des Patroziniums dürfte – neben dem erhofften Schutz der Gruben vor Wassereinbruch – wohl die immer gefährdete Lage der Siedlung durch den Mosinzbach und die Görtschitz gewesen sein. Einen weiteren Grund lieferte die Deutung seiner Attribute, der drei goldenen Kugeln (eigentlich ein Hinweis auf sein bekanntestes „Wunder“, die heimliche Beschaffung von Mitgift für drei mittellose Jungfrauen), als Symbol für Bergsegen. In dem langen Zeitraum vom Spätmittelalter bis in unsere Zeit unterlag die Verehrung von Bergbauheiligen – in Hüttenberg wie anderswo auch – den jeweiligen Zeitströmungen. Die vermutlich einst am Hochaltar aufgestellte Nikolausstatue des ausgehenden 15. Jahrhunderts nimmt nämlich heute einen bescheideneren Platz an der Nordwand des Langhauses ein.

Bei den namengebenden Heiligen der übrigen Kirchen im Gebiet der Kärntner Eisenwurzten (Michael in Zosen, Johannes der Täufer in St. Johann am Pressen, Martin in St. Martin am Silberberg und Georg in Lölling) steht kein Bergbaupatronat im Vordergrund, doch zeigen die Namen mancher Gruben, dass auch sie einen Anteil an der regionalen Sakralkultur hatten. Hierbei ist auf eine Besonderheit hinzuweisen: Für einige der Gruben am Kärntner Erzberg wurden nicht die Heiligen selbst, sondern deren Attribute namengebend: „Veitskessel“ (nach der Vitusdarstellung auf dem älteren St. Veiter Stadtsiegel), „Andreaskreuz“, „Josefi Schutzmantel“, „Petrischlüssel“, „Barbaratum“ (5) usw.

Das Phänomen der Vereinnahmung von Volksheiligen als Bergbaupatrone finden wir – beschränkt auf den regionalen Rahmen – auch bei der Verehrung der Kärntner Landesheiligen Hemma. Für ihr Bergbaupatronat werden zumeist ihr reicher Bergbaubesitz (Friesach und Zeltschach, Flattnitz, Steinbichl ...) und der legendäre (in den bekannten spätgotischen Reliefs der Hemma-Historie im Gurker Dom und im etwa 200 Jahre jüngeren Bilderzyklus in der Kirche auf dem Hemmaberg veranschaulichte) Bericht von der Ermordung der Hem-

masöhne durch aufständische Bergknappen angeführt. Eine (allerdings weniger bekannte) Variante des mit der Hemmalegende verbundenen Sagenmotivs vom „gerechten Lohn“ für die Arbeiter am Dom- bzw. Klosterbau führt ebenfalls in die Welt des Bergbaues (6): Unzufriedene Knappen durften selbst in Hemmas Geldbeutel greifen – und erhielten so auf wunderbare Weise nur, was ihnen auf Grund ihrer Leistung zustand. Darstellungen dieser Legendenvariante mit eindeutig auf den Bergbau hinweisenden Attributen der Heiligen (Stollenmundloch, Knappe mit Lauftruhe) finden sich allerdings nur in einer bereits außerhalb Kärntens gelegenen Hemmakirche (St. Hemma am Kreuzberg bei Edelschrott, Steiermark; **Abb. 1**) sowie auf einem Bildstock bei St. Veit a. d. Glan (am Weg von Reidenau nach Schaumboden), **Abb. 2**.

Die besondere Eigenart der Sakralkultur im Kärntner Bergbau machen aber drei durchaus unterschiedliche „Sonderfälle“ aus: Die Verehrung eines „heiligen Pilgers“ namens Fridericus (Fritz) oder Briccius (Briccius) im Gebiet von Großkirchheim (oberes Mölltal), des hl. Chrysanth (vorwiegend in den einstigen Goldbergbaugebieten Mölltal und Oberdrautal) und des „importierten Bergbauheiligen“ Paphnutius (Pamenutius) am Ebriacher (= Schaida-) Sattel im ehemaligen Bleibergbaugebiet am Obir (Unterkärnten).



Abb. 1: Hemma bei Auszahlung des „gerechten Lohns“ an zwei Knappen; links im Hintergrund Truhenläufer vor einem Stollenmundloch. Altarbild in der Kirche von St. Hemma am Kreuzberg bei Edelschrott, Steiermark. Reproduktion aus: Katalog der Hemma-Ausstellung in Straßburg (Kärnten) 1988.



Abb. 2: Hemma als Bergbauheilige mit Lohnsäckel vor einem Stollenmundloch (links) und dem Dom in Gurk (Kärnten); Darstellung auf einem Bildstock zwischen Reidenau und Schaumboden, Umgebung von St. Veit a. d. Glan (Kärnten). Aufnahme: G. Biermann, 2006.

Zur Bricciusverehrung in Kärnten

Der Ortsname Heiligenblut – erst seit der Mitte des 15. Jahrhunderts für das Dorf in der für den Edelmetallbergbau so bedeutenden Region (Groß-)Kirchheim (= oberstes Mölltal) gebräuchlich – bezieht sich auf die Ursprungslegende der in der Pfarrkirche verehrten Reliquie. Ein motivreicher Legendenroman (erst in der Barockzeit zusammengestellt) erzählt, wie ein vornehmer Däne sich für seine Kriegsdienste vom byzantinischen Kaiser ein Fläschchen mit Blutstropfen erbeten habe, die aus einem von Juden verletzten Kreuzesbild geflossen seien. Den Kaiser aber reute bald die Gabe. Vor nachgesandten Verfolgern verbarg der Heimkehrer die Reliquie in einer Wunde im Bein, wanderte durch das Drau- und das Mölltal und fand bei der Tauernüberquerung durch einen Lawinenabgang im Pasterzenggebiet (an der Stelle der 1872 errichteten Kapelle zum sel. Briccius) den Tod. Drei aus dem Schnee wachsende Ähren machten die Einheimischen aufmerksam, der unverwusste Leichnam wurde geborgen und am Auffindungsort begraben. Das Bein mit der Wunde sei aber immer wieder zum Vorschein gekommen, bis man die Wunde untersucht, die Reliquie geborgen und den Heiligen in der Krypta der dem hl. Vinzenz geweihten Pfarrkirche begraben habe.

Als älteste Bezeugung der Gestalt und der bereits voll ausgebildeten Legende (von der jedoch keine mittelalterliche Fassung bekannt ist) in Heiligenblut nennt der wiener Volkskundler Leopold Schmidt (7) die Figur am Sakramentshäuschen (Gittertüre dat. 1493). Schmidt weist auf ähnliche Legenden über namenlose Heilige an den europäischen Pilgerstraßen hin und nennt als weite-

res Kärntner Beispiel eines namenlosen Heiligen den „Heiligen Mann in der Niklai“ (Niggelai bei Sachsenburg). Die Legende machte ihn zu einem Bruder des hl. Briccius. Inzwischen wurde allerdings die hinter den Legenden stehende historische Persönlichkeit, der fromme Bauer Zacharias Wallner, Ahnherr der Nigglaier Bauern, „enttarnt“ (8).

Weitere Darstellungen des „Heiligen mit den drei Ähren“ aus dem beginnenden 16. Jahrhundert (9) mit der Bildunterschrift „Sanctus Fridricus“ findet man auf dem rechten Flügel des Veronika-Altars in der Nordempore der Pfarrkirche (als Gegenstück zum Propheten Daniel auf dem linken Flügel), als grobgemalte Heiligenfigur (St. Briccius zusammen mit St. Petrus und St. Vinzenz auf der Rückseite des Hochaltarschreins über der Inschrift „andere jar andre mâr/Schpricht Wolfgang Maller der hat das werch volendt/Anno domini/MCCCCXX jar“ (10)) und schließlich Darstellungen aus seiner Legende in den Bogenzwickeln der Mittelschiffswände mit der Inschrift „Joseph Egger in Lienz 1707“ (11).

Im Mittelpunkt der Bricciusverehrung steht selbstverständlich sein Grab in der (allerdings dem Haupt Johannes d. T. geweihten) Krypta, zu dem im 18. Jahrhundert Verehrer aus ganz Kärnten, Steiermark, Salzburg, Tirol, Bayern und Oberitalien strömten. Als Opfergaben brachte man Getreide, Vieh und Wolle, auch Getreidetausch war üblich. Bei Dürre begab sich die ganze Gemeinde zum Grab in der Krypta, aber auch zur Bricciuskapelle „auf der Alm“ (= am alten Glocknerweg), um Regen zu erbitten. Wegen des Wallfahrerbrauches, von der fast lebensgroßen Grabfigur Späne abzuschneiden und Splitter davon auf die Felder zu stecken (für eine gute Ernte), musste das Grab mit einem Gitter geschützt werden (12).

Die einzige bekannte Darstellung außerhalb der Bergbauregion von Kirchheim ist etwa zeitgleich mit der ältesten in der Kirche von Heiligenblut: Als vornehm und modisch gekleideten Mann (mit **einem** Ährenhalm als Attribut) stellt ihn der Meister Thomas von Villach (Thomas Artula) zwischen 1470 und 1480 in Gesellschaft der Heiligen Lucia, Leonhard, Kunigunde (Hauptfigur), Nikolaus und Bartholomäus auf einem früher in der Kunigundenkapelle der Burg in Villach, danach in der Kirche St. Thomas in der Oberen Fellach (Villach) und jetzt im Stadtmuseum Villach befindlichen Altarbild dar (**Abb. 3**). Seine Legende war also bereits im 15. Jahrhundert auch außerhalb der Region bekannt.

Als Beschützer der in den hochgelegenen Goldbergbauarbeitenden Knappen wird er (zusammen mit der Gottesmutter) auf einem Motivbild in der Kapelle Rannach bei Döllach (Großkirchheim) angerufen: Eine Lawine reißt im Jahr 1746 eine Gruppe zur Arbeit aufsteigender Knappen und Sackzieher in den Tod (**Abb. 4**). Noch ein zweitesmal ist er als nicht ganz lebensgroße Statue auf einer Konsole links neben dem Altar in dieser Kapelle vertreten. 1872 wurde schließlich an der alten



Abb. 3: Bartholomäus und Briccius (rechts mit Ähre). Ausschnitt aus einem Tafelbild von Thomas Artula (Thomas von Villach) im Museum der Stadt Villach. Aufnahme: G. Biermann, 2006.

Glocknerstraße eine schmucklose Kapelle errichtet und dem „seligen Briccius“ geweiht.

Die romanhafte Legende, verbunden mit der Unsicherheit des Namens, hat zwar eine Kanonisierung durch die Kirche verhindert (13), die Verehrung war davon nicht betroffen, und so wurde der Heilige mit dem unsicheren Namen auch Objekt mehrerer volkskundlicher Untersuchungen.

Der „Altmeister der Kärntner Volkskunde“, Georg Graber, ist den älteren Quellen der Legende nachgegangen (14) und weist darauf hin, dass der Heilige, der mit der schon früher nachweisbaren Verehrung des Heiligen Blutes (15) in Verbindung gebracht wurde, den Namen Briccius im Spätmittelalter zugewanderten Tiroler Knappen verdankt, denen der Name aus ihrer Heimat vertraut war. Die Kirchen von Radfeld bei Schwaz (seit 788) und Uderns im Zillertal (1334) haben den fränkischen Bischof Briccius zum Kirchenpatron. In dessen Lebensgeschichte finden sich freilich keine Anklänge an den Heiligenbluter Legendenroman, sodass eine bloße Namensübertragung stattgefunden haben mag!

Für die zweite Benennung führt Leopold Schmidt ähnliche Beweggründe an: „Der Drang nach Kenntnis des Namens des geheimnisvollen Pilgers hat dazu geführt, dass ihn der Maler des Veronika-Altars in Heiligenblut als „Sanctus Fridericus“ bezeichnete. Aber einen Heili-

Abb. 4: Votivbild (Ex voto) in der Kapelle von Rannach bei Döllach im Mölltal (Kärnten), 1774. Von einer Lawine verschüttete Sackzieher (Erztransport in Säcken) und (hl.?) Briccius mit drei emporgehaltenen Ähren (rechts) als Helfer der Gnadenmutter. Aufnahme: G. Biermann, 2006.



gen dieses Namens gibt es nicht, es war offenbar ein Versuch, den Namenspatron des an sich so viel verwendeten deutschen Königsnamens einmal auch bildlich vorzustellen“ (16).

Als lokaler und „volkskanonisierter“ Heiliger wurde und wird Briccius auch nach dem endgültigen Erlöschen des Bergbaues im oberen Mölltal weiterverehrt: Ein Beschützer vor Lawinen wird in dieser stets gefährdeten Hochgebirgslandschaft ja immer noch benötigt.

Chrysanth als Bergbauheiliger in Kärnten

Die bereits genannte Kapelle in Rannach hoch über dem Mölltal, ein kleiner gemauerter Sakralbau mit hölzernem Dachreiter, ist der hl. Mutter Anna geweiht (Altarbild Hl. Anna mit jugendlicher Maria). Auf Konsolen stehen außer der schon erwähnten Bricciusstatue (mit Fürstenhut, Hermelinkragen, Kreuz und Ähren in den Händen) die Figuren der hl. Veronika und des hl. Chrysanth (mit Helm, Beinschienen und Lanze gerüstet und den als Gerippe dargestellten Tod bekämpfend). Leopold Schmidt nennt nur zwei Orte in Kärnten, wo Chrysanth mitverehrt wurde: Irschen (Altarflügel aus der Zeit um 1500) und Rappersdorf (Seitenaltar, aus gotischen Stücken zusammengesetzt). Beide Orte liegen im Oberen Drautal und somit – wie auch Rannach – recht nahe dem Osttiroler Kultzentrum Chrysanthen bei Nörsach. Trotz dieser Nähe ist die Verehrung des frühchristlichen Heiligenpaares Chrysanth und Daria in Kärnten nach Meinung Leopold Schmidts nicht recht volkstümlich geworden bzw. wieder



Abb. 5: Hl. Chrysanth als Sieger über den Tod; Urban Görtschacher um 1519, Altarflügel in der Kirche von Pichlern bei Himmelberg (Kärnten). Aufnahme: G. Biermann, 2006.

abgekommen. Als „Ritter mit dem Skelett“ gilt er als Kämpfer gegen den Tod, zum Bergmannsheiligen wurde er entweder durch seinen Namen (Chrysanth = Gold) oder aufgrund seines Martyriums. Die frühchristlichen Heiligen Chrysanth und Daria sollen in Sand eingegraben worden sein; Bergleute riefen sie daher gegen die Gefahr des Verschüttetwerdens an.

Die Angaben Leopold Schmidts bedürfen freilich einer Ergänzung bzw. Berichtigung. In der von ihm genannten Kapelle von Rapperdorf (Gemeinde Reißbeck) findet sich keine Darstellung des Heiligen, jedoch sind spätgotische Darstellungen in Liesing im Lesachtal (Statuette am Kreuzaltar) und – als einziger Beleg aus Mittelkärnten – am Flügelaltar (Außenseite) in Pichlern bei Himmelberg (Abb. 5) vorhanden. Zahlreicher sind die Darstellungen aus der Barockzeit: in der Kapelle von Fritzendorf bei Hermagor (Hauptpatrozinium!), am Danielsberg (Mölltal, Medaillon bez. 1750), in Mühldorf (Oberbild am linken Seitenaltar), in Radlach bei Steinfeld (Bild am rechten Seitenaltar), in Obergail (Lesachtal, obere Kapelle) und in der oben genannten Kapelle von Rannach.

Zwei Darstellungen des Heiligen entstanden im Lesachtal noch im 19. Jahrhundert: in der Filialkirche zum hl. Chrysanth in Wodmaier (Deckenmalerei, bez. Christoph Brandstätter 1810) und in Xaveriberg (Wandmalerei im Schiff, bez. Christoph Brandstätter 1855) (17). Die Darstellung gemeinsam mit dem hl. Sebastian weist aber darauf hin, dass er längst nicht mehr als Bergmannsheiliger, sondern allgemein als Schützer vor Krankheit und Tod verehrt wurde.

Der Heilige auf dem Schaidasattel

Auf dem Schaidasattel, dem Übergang zwischen dem Ebriacher Tal und dem Freibach-Tal, liegt direkt am alten Weg (südlich der heutigen Passhöhe) die Kapelle mit der Statue des heiligen Paphnutius (Abb. 6). „Ein sonderbarer Heiliger am Wegesrand“ ist der Heilige für seinen „Neuentdecker“ Reinhard Popp 1968 (18). Auf dem Lichtbild von Popp erscheint die Paphnutiuskapelle schon recht baufällig, die Fassadenmalerei (im Giebeldreieck die hl. Dreifaltigkeit mit Maria im Sternenkranz, links und rechts vom Eingang die Bergbauheiligen Andreas und Helena) teilweise zerstört. Der Aufsatz hat Aufmerksamkeit erregt: In den Jahren 1985/86 wurde die Kapelle durch die Kärntner Landsmannschaft und die Trachtengruppe Eisenkappel renoviert und mit einem neuen Gitter und einer Hinweistafel versehen: „Kapelle, gewidmet dem Hl. Paphnutius, einem in Kärnten sonst ungewöhnlichen Bergwerkspatron. Paphnutius erlitt um 308 das Martyrium unter Kaiser Maximinus Daia und wurde nachfolgend zu Zwangsarbeit in Bergwerken Kleinasiens verurteilt. Später war er Mönch und Bischof in Oberägypten; er starb um 360.“ Die im Kapellenraum stehende knapp lebensgroße Holzstatue zeigt einen Mönch in brauner Kutte mit auffallend hoher übergezogener Kapuze, Kreuzstab und Buch in den Händen haltend.

Das Gebiet am und um den Obir war noch bis in die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg Bergbaugebiet: Alte Blei- und Zinkbergbau und Eisenerzgruben zeigt die Karte „Historischer Bergbau I“ im Österreichischen Volkskundeatlas (19); auf Bleierze schürften auch die Knappen der Bleiberger Bergwerksunion bis zur Einstellung des Abbaues. Ein Bericht aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts über den durch die Steilheit der Bergflanken am Kleinen Obir und Hochobir besonders gefährvollen Sackzug macht deutlich, wie sehr Knappen und Sackzieher einen besonderen Schutzheiligen benötigten (20).

Der oder die Stifter dieser Kapelle sind bislang unbekannt, der Kärntner Kunsthistoriker Wilhelm Deuer nimmt einen individuellen „Heiligenimport“ aus dem Südosten Europas an, der in Kärnten ein Einzelfall geblieben ist (21). Die Tatsache, dass die Figur auf einem Brett steht, hat zu der Annahme geführt, sie wäre früher andernorts aufgestellt gewesen (22).

Über eine früher bestandene lokale Verehrung durch die Bergleute am Obir ist nichts bekannt, und in der Volksfrömmigkeit dieser Gegend spielte der Heilige bis zu seiner „Wiederentdeckung“ in den 1960er Jahren wohl kaum eine Rolle. Dies hat sich allerdings inzwischen geändert: Seit der Renovierung wird alljährlich am Christi-Himmelfahrts-Tag von der Trachtengruppe



Abb. 6: Hl. Paphnutius (Pamenutius) in der Kapelle am Scheidasattel bei Zell Pfarre (Kärnten), ehemaliger Bleibergbau am Obir. Aufnahme: G. Biermann, 2006.

Eisenkappel (die den Heiligen „adoptiert“ hat) ein „kleiner Kirchturm“ bei der Kapelle veranstaltet, der zahlreiche Besucher anzieht. Auch die Besucher der Maianachten und der einmal im Monat gehaltenen Gottesdienste in einer benachbarten Marienkapelle nehmen ihren Weg an der Paphnutiuskapelle vorbei und zünden hier Kerzen an (23).

Ob der Heilige in dieser Gegend ein weiteres Mal dargestellt ist, wäre noch zu klären: Im Giebelfeld eines 1887 errichteten und 1965 renovierten Laubenbildstocks in der Nähe des Bauernhofs vlg. Kazmun (westlich vom Schaidasattel) zeigt ein verblasstes Bild zwei Heilige, angeblich Cyrill und Method (24). Beide sind jedoch nicht wie gewohnt als Bischöfe dargestellt, denn der linke Heilige (in heller Kleidung mit hoher Kapuze) hält vor sich ein weißes Gewand, der rechte ist als bärtiger Mann in faltenreicher brauner Kutte mit Kreuzstab und Buch abgebildet, sodass auch die oft gemeinsam abgebildeten Heiligen Onofrius und Paphnutius damit gemeint sein könnten (25).

Anmerkungen:

- (1) Beispiele aus dem Raum des heutigen Kärnten bringt Gernot Piccottini: Antike Zeugnisse für das „ferrum Noricum“. In: F. H. Ucik (Hrsg.): 2500 Jahre Eisen aus Hüttenberg. Kärntner Museumsschriften, Bd. 68. Klagenfurt 1981, S. 70 – 75.
- (2) Ihrer weit über Kärnten hinaus bekanntesten Darstellung auf der Mitteltafel des Flitschler Altars wird von Montan- wie von Kunsthistorikern europäischer Rang zuerkannt und mit dem Annaberger Altar verglichen. Eine Kurzbeschreibung mit Angabe weiterführender Literatur bietet der Beitrag von Robert Wlattnig: Bergmannsalter aus Flitschl mit Danielslegende. In: Grubenhunt und Ofensau. Landesausstellung Hüttenberg 1995. I. Katalog. Klagenfurt 1995, S. 80 und 82.
- (3) Zu Aufkommen und Verbreitung des Vierzehn-Nothelferkultes in Kärnten siehe Franz Koschier: Zur Verehrung der 14 Nothelfer. Klagenfurt 1991.
- (4) Gesuch der Knappen und Feuerarbeiter an den Bergrichter. Allgem. Bruderladenarchiv Hüttenberg im Kärntner Landesarchiv. Zitiert in: Friedrich Münichsdorfer: Geschichte des Hüttenberger Erzberges. Klagenfurt 1870, Anhang XV, Nr. 9.
- (5) F. Münichsdorfer, wie Anm. 4, S. 186 – 188.
- (6) Siehe dazu den Kommentar zur Darstellung J. F. Fromillers (Altarbild „Hemma und die Legende vom gerechten Lohn“ in St. Hemma bei Edelschrott) im Ausstellungskatalog der Hemma-Ausstellung 1988, Klagenfurt 1988, S. 379.
- (7) Leopold Schmidt: Kunstwerke aus Kärnten als Zeugnisse mittelalterlicher Volksfrömmigkeit. In: Kärntner Kunst des Mittelalters aus dem Diözesanmuseum Klagenfurt. Wien, o. J. S. 29 – 92.
- (8) Dazu siehe Sabine Weiß: Zacharias Wallner, der „heilige Mann“ der Niggelai. In: Carinthia I, 168 (1978), S. 169 – 194.
- (9) Karl Ginhart (Hrsg.): Die Kunstdenkmäler Kärntens. Bd. I, 1 Die Kunstdenkmäler des politischen Bezirkes Spittal an der Drau (Westhälfte). Klagenfurt o. J., S. 18.
- (10) ebd. S. 16; im Dehio wird dieselbe Inschrift wiedergegeben mit „Andere jar andere war“ (!). Es dürfte dabei ein Lesefehler unterlaufen sein (Dehio Kärnten, S. 221).
- (11) ebd. S. 15.
- (12) Der selbe Brauch führte auch bei den Grabfiguren anderer „volkskanonisierter“ Heiliger in Kärnten, z. B. an der Tumba des „heiligen“ Wilhelm“ (= Gemahl der hl. Hemma) in Gräbern (Lavanttal) zur gleichen Schutzmaßnahme.
- (13) Über die vergeblichen Bemühungen des Sagritzer Pfarrers Aicher von Aichenegg siehe die Ausführungen von August Jaksch: Briccius und Heiligenblut im 18. Jahrhundert. In: Carinthia I 88 (1898).
- (14) Georg Graber: Briccius in Heiligenblut. In: Carinthia I, Jg. 140, Klagenfurt 1950. Die Interpretationen Grabers sind freilich kaum noch haltbar!
- (15) Als Erstbezeugung wird bereits das Jahr 1271 angegeben. Siehe dazu Wilhelm Deuer: Die Bergbauheiligen Kärntens und ihre künstlerische Darstellung. In: Grubenhunt und Ofensau, wie Anm. 2, S. 564. Bei Georg Graber (wie Anm. 14.) wird als Ersterwähnung ein verschollener Ablassbrief für Beiträge zum Bau der „vom Alter verfallenen Kirche“ aus dem Jahr 1273 mit Erwähnung der Heiligenblut-Reliquie angegeben.
- (16) Leopold Schmidt, wie Anm. 7, S. 64.
- (17) Dehio – Handbuch: Die Kunstdenkmäler Österreichs, Bd. Kärnten. Wien 2001
- (18) Reinhard Popp: Bilder aus der Vergangenheit und Gegenwart der Marktgemeinde Eisenkappel – Vellach. In: Carinthia I 158 (1968), S. 318 – 343.
- (19) Österreichischer Volkskundeatlas (ÖVA), 3. Lieferung, Karte Nr. 33, Wien 1968.
- (20) Anton Pantz: Der Sackzug in Steiermark und Kärnten (ein seltsames Fuhrwerk). In: Carinthia 1819, 30.
- (21) Wilhelm Deuer, wie Anm. 15, S. 564.
- (22) Dazu siehe Reinhard Popp, wie Anmerkung 18. Der Kärntner Heimatforscher und Schriftsteller Mattias Maierbrugger erweitert diese Annahme zur Aussage, Knappen aus Südosteuropa hätten Kult und Statue mitgebracht, als sie für in der Gegenreformation vertriebene einheimische Bergleute angeworben wurden (Matthias Maierbrugger: Der Bergmannspatron am Schaidasattel wurde gerettet. In: Die Kärntner Landsmannschaft, 1986/7, S. 3 und 4, sowie in: Ders.: Kostbarkeiten in Kärnten. Klagenfurt 1987).
- (23) Freundl. Mitteilung der Obfrau der TG Eisenkappel vom 18. 1. 2000.
- (24) Fahrthofer: Die Bildstöcke Kärntens. Klagenfurt 1984.
- (25) Freundliche Mitteilungen von Dr. Wendl, Bundesdenkmalamt, Landeskonservatoriat Kärnten, und Dr. Mahlkecht, Konservator im bischöfl. Ordinariat Klagenfurt, vom 18.1. 2000.

Das Bergbauprojekt Maria Waitschach – ein Rückblick*

Kurt Dieber, Knappenberg (Kärnten)

1. Einleitung

1.1. Geologische Situation

Die Eisensteinvorkommen um Maria Waitschach gehören wie die Hüttenberger Lagerstätte dem so genannten zentralalpinen Eisenspatlagerzug an, der sich in etwa westöstlicher Richtung von Innerkrems bis Waldenstein erstreckt. Das Vererzungsgebiet Maria Waitschach befindet sich ungefähr 2 km westlich bis südwestlich von Hüttenberg zwischen Görtschitztal und Urtlgraben nahe der Kirche Maria Waitschach.

Die Erze sind, wie in dieser Zone vorherrschend, an Marmorkörper gebunden, nur sind die Erzkörper weniger schieferungsparallel-lagerförmig ausgebildet, wie meist im Hüttenberger Erzberg, sondern eher gangförmig an NNW-SSO streichende und steil nach ONO fallende Störungszonen gebunden. Derartige Formen konnten auch im nach oben Ausgehenden des Gossener Lagers in Knappenberg beobachtet werden. Die meist verfalteten Marmorkörper liegen ähnlich wie in Hüttenberg zwischen Glimmerschiefern bis Granatglimmerschiefern eingebettet, doch gehören die Waitschacher Gesteine einem viel höheren stratigraphischen Horizont an (1) und können keinesfalls als die westliche Fortsetzung des Knappenger Bereiches angesehen werden. Unmittelbar hangend der Waitschacher Gesteinsserie liegen bereits Phyllite mit epizonalem Metamorphosegrad. In allen Ausbissen und Stollen des Waitschacher Bereiches waren Braunerze, also Erze der Oxydationszone, unterschiedlicher Qualität aufgeschlossen. Durch nur eine Bohrung (W_{15}) konnte ca. 250 m unter Niveau Spateisenstein nachgewiesen werden.

Die Eisengehalte der Braunerze lagen höchstens – im Handstückbereich – zwischen 40 und selten 50 % bei Mangangehalten von 4-5 %, im Regelfall aber knapp über 30 % Fe und ca. 3 % Mn. Diese für Erze der Oxydationszone sehr niederen Eisengehalte lagen nur wenig über den Gehalten der Hüttenberger Siderite. Während der Siderit aber durch Röstung vor dem Einsatz im Hochofen noch deutlich angereichert wird, ist dies bei den „natürlich gerösteten“ limonitischen Braunerzen nicht möglich. Proportional zum sinkenden Fe-Gehalt erhöhten sich die Kieselsäure-Werte aus Quarz und Glimmeranteilen, wobei besonders die Alkalienghalte aus den Glimmern den Schmelzprozess im Hochofen erschweren.

1.2. Geschichtlicher Überblick

Über den Beginn des Bergbaues im Gebiet Maria Waitschach liegen keine verlässlichen Angaben vor. Im Jahre 1842 stieß man im Maria-Stollen unterhalb des verfallenen Gehöftes Pichlbauer „... auf eine uralte Arbeit, nur mit Schlägel und Eisen vorgenommen“. (2) 1847 besaß die Gewerkschaft Olsa, die damals den Hochofen betrieb, die Bergrechte an verschiedenen Gruben, u. a. am Maria-Stollen und dem darunter liegenden Wilhelm-Stollen westlich der Pfarrkirche Maria Waitschach (**Abb. 1**) mit einem Lehen aus dem Jahre 1802. (3)



Abb. 1: Pfarrkirche Maria Waitschach. Foto K. Dieber.

Die Erze aus dem Bergbaurevier Maria Waitschach wurden vorerst zu den Flossöfen in Urtl und in Treibach, schließlich aber zum Hochofen in Olsa bei Friesach geliefert. (4)

Die Stadt St. Veit errichtete 1578 einen Flossofen „... von imponierenden Ausmaßen“ (5) in Urtl bei Guttaring (**Abb. 2**). 1800 ersteigerte die Löllinger Union den Ofen – der Kaufvertrag trat 1801 in Kraft –, der schließlich 1803 in den Alleinbesitz von Johann Ritter von Dickmann gelangte. (6) Nach mehreren Umbauten – die umfangreichste vermutlich sofort nach der Übernahme durch die Löllinger Union (7) – und dem Einbau eines Kastengebläses 1793 – des ersten in einem Kärntner Hochofen (8) – wurde der Betrieb im Jahre 1834 end-

* Mit gleichem Titel ist die Arbeit in gekürzter Fassung in den „Mitteilungen des Geozentrums Hüttenberg-Kärnten“, Heft 4, S. 32-35, 1998 erschienen



Abb. 2: Der Hochofen in Olsa bei Guttaring, stillgelegt 1834. Foto K. Dieber, April 2003.

gültig eingestellt. Mit der Flossofenkonzession wurde 1846 der dritte Hochofen in Lölling, der „Albert Ofen“, errichtet. (9) Die Erzversorgung des Ofens in Olsa erfolgte durch die Bergbaue am Hüttenberger Erzberg, da „... die in der nächsten Umgebung des Blähhauses gebrochenen Erze“ (10) zum Betrieb nicht ausreichten.

Ab 1987 wurde der Flossofen, der vorher nur noch als Ruine bezeichnet (11) werden konnte, vom Verein der „Freunde des Orlter Hochofens“ unter fachlicher Betreuung durch H. J. Köstler vorbildlich saniert.

Die Hochofenkonzession für den Ofen in Olsa (Abb. 3) wurde am 9. November 1762 erteilt, und der Ofen noch im selben Jahr errichtet. (12) 1799 wurde er wieder abgetragen und neu aufgebaut. Die jährliche Erzversorgung mit 78.500 Zentner (ca. 4.400 t) wurde zu ca. 90 % aus den nahe gelegenen Gruben am Gaisberg – davon ca. 4,5 % Weißerz bzw. Eisenspat – und zu ca. 10 % durch „Waitschacher Glasköpfe“ sichergestellt. (13)



Abb. 3: Ehemaliger Hochofen in Olsa, stillgelegt 1875. Foto K. Dieber, April 2003.

Der Hochofen in Olsa gelangte 1873 in den Besitz der „Actiengesellschaft der Judenburger Eisenwerke“ und blieb dort bis zur Stilllegung 1875. (14) In den Jahren 1898 bis 1955 war im Hochofengebäude ein Elektrizitätswerk untergebracht. Die Bergrechte der Judenburger Eisenwerke im Orltgraben kamen 1889 an die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft (ÖAMG).

Bevor die Bergrechte des Bergbaureviers Maria Waittschach an die ÖAMG gelangten, gehörten die Erzvorkommen zum Besitz der C. v. Mayr'schen Bergbaue bzw. der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft. Die limonitischen Blau- und Braunerze wurden bereits vor 1860 durch Schurfstollen untersucht und das Blauerz teils in einem kleinen Tagbau, überwiegend aber untertage gewonnen. Der Abbau wurde mit der Stilllegung des Hochofens in Olsa bei Friesach ebenfalls eingestellt. (15)

Die Anordnung der auf die Ausbisse angesetzten Einbaue ließ vermuten, dass zwei verschiedene, übereinander liegende und annähernd parallel zueinander streichende Erzlager vorhanden seien. Nach den Haupteinbauten wurde das liegende als Carolus-Medardus-Lager, das hangendere, wesentlich mächtigere, als Wilhelm-Lager bezeichnet.

Das Wilhelm-Lager wurde mehrmals, z. B. schon in den Jahren 1920/21, 1924/25 und 1934/38, auf seine Horizontal-, teilweise auch auf seine Teufenerstreckung untersucht. 1920/21 wurde ein 400 m langer Schurfstollen in Richtung auf die hypothetische Fortsetzung des Wilhelm-Lagers südlich der Kirche von Waittschach und auf vermeintliche Manganerzlager geschlagen. 1924/25 wurde der Wilhelmstollen neu gewältigt und das Wilhelm-Lager 1-3 m unterhalb des alten Horizontes auf 150 m streichende Länge neu aufgefahren. Auch die Stollen Caroli-Boromä, Cordula und Monika wurden wiedergewältigt und geologisch/markscheiderisch kartiert. 1934/38 wurde der Wilhelm-Stollen neuerlich befahrbar gemacht, geologisch kartiert und für chemische Analysen beprobt.

Die so erschlossene streichende Erstreckung von ca. 400 m (in zwei bzw. drei Horizonten bis zu einer seigeren Teufe von 45-50 m) zusammen mit einer allerdings nur durch eine Reihe von Schurfstollen angedeutenden Erstreckung der liegenden Carolus-Medardus-Lagerzone von über 800 m ergab für Hüttenberger Lagerstättenverhältnisse durchaus beachtliche Dimensionen, die weitere Untersuchungen rechtfertigten.

2. Das Bergbauprojekt

2.1. Die Voruntersuchungen

Da der Mittelteil der Hüttenberger Lagerstätte Anfang der 1960er Jahre bereits weitgehend abgebaut war, musste sich der Abbau in den kommenden Jahren auf das

Gossener Lager im Westen einerseits und auf das Ostrevier im Bereich Lölling andererseits konzentrieren. Die Abbauschwerpunkte würden sich also immer weiter auseinander und der gewählten Abbaumethode entsprechend auch immer weiter gegen die Teufe zu bewegen. Da gleichzeitig die Vererzungsdichte abzunehmen schien, mussten rechtzeitig Alternativen gesucht werden.

Ab 1962 wurde daher im Hoffungsgebiet Maria Wait-schach mit neuerlichen Untersuchungen – vorerst geologi-sche Detailkartierungen obertags und in den alten Schurf-stollen – begonnen. Die Kartierungen ließen zwei Marmor-körper von beachtlicher Mächtigkeit erkennen, in denen eine weitere Teufenerstreckung der bekannten Erzlager zu erwarten war und die Hoffnung auf zusätzliche Lager realistisch erscheinen ließ. Damit waren die geologischen Voraussetzungen gegeben, um vorerst Kurzbohrungen mit einiger Aussicht auf Erfolg ansetzen zu können.

2.1.1. Bohrungen

Um die zum Wilhelm-Lager gehörenden Teillager zu erkunden, wurden von der Wilhelmsohle aus fünf steilge-neigte bis seigere Kernbohrungen mit einer Gesamtlänge von 260,7 m und einem Bohrkerngewinn von durch-schnittlich lediglich 20 % abgeteuft. Zur weiteren Teufenerkundung wurden 100 m tiefer zwei flach geneig-te bis horizontale Bohrungen mit Längen von 384,2 m und 420,0 m und zur Verifizierung der doch nicht ganz eindeutigen Ergebnisse zwei weitere steilgeneigte Boh-rungen mit einer Gesamtteufe von 200,5 m von der Wil-helmsohle aus abgeteuft. Alle vier Bohrungen erbrachten ebenfalls einen Kerngewinn von nur ca. 20 %.

Aufgrund der Erkenntnis aus diesen neun Bohrungen (W_1 bis W_9), dass die räumliche Anordnung der Erz-lager zum Wilhelm-Störungssystem in einem definierten Verhältnis steht, konnte der Ansatz der folgenden Boh-rungen zur Erkundung der weiteren horizontalen und vertikalen Erstreckung der Lager – zum Nachweis einer Mindestvorratsmenge – nunmehr zielgerichteter ange-setzt werden.

Die Kernbohrungen W_{10} bis W_{15} , von denen sich ebenfalls jede als fündig erwies, konnten die Streichenderstreckung nach Osten und Westen, die Teufenerstreckung von insge-samt vier Teillagern des Wilhelm-Lagers sowie die Teu-fenfortsetzung des Medardus-Johanna-Lagers der Medar-dus-Carolus-Vererzungszone erkunden.

Durch diese insgesamt 15 Kernbohrungen mit einer Gesamtteufe von 3.157,7 m und durchschnittlich 20 % Kernausholen konnte die horizontale Erstreckung der meist lang gestreckt linsenförmigen Erzkörper auf 600 m, eine Teufenerstreckung von ca. 300 m und damit eine Erzmenge von 2,3 Mio. t nachgewiesen werden.

2.1.2. Mineralogische und chemische Bohrkerneauswertung

Die mineralogischen Untersuchungen der Bohrkerne bestätigten die Vergleichbarkeit der Waitschacher Erze mit Hüttenberger Erztypen. Die limonitischen Blau- und Braunerze der tiefreichenden Oxydationszone entspra-

chen weitgehend den Hüttenberger Oxydationserzen. Auch die chemischen Analysen der Eisenspat-Erze aus der Teufe (Bohrung W_{15}) ließen sich mit Gehalten von Fe 30-33 %, Mn 3 bis etwas über 4 %, SiO_2 10-12 % und CaO 5-10 % – ausgenommen die deutlich höheren Kieselsäuregehalte – durchaus mit Hüttenberger Spat-erzen vergleichen.

2.1.3. Abbauplanung

Datiert mit September 1970, legte die Bergdirektion Hüttenberg ein Konzept über die bergmännische Pla-nung vor. Das Projekt ging von einer Vorratsbasis von 2,3 Mio. t aus, wobei nur Erzkörper mit einem Fe-Gehalt von >30 % und einer Mindestmächtigkeit von 1,5 m in die Berechnung einbezogen wurden. Da die Bohrungen ergeben hatten, dass die Oxydationszone 150 bis 250 m unter die Erdoberfläche reicht, wurden 75-80 % dieser Lagerstättensubstanz als Braunerz mit durchschnittlich 38 % Fe, 4 % Mn und 12 % SiO_2 ange-nommen. Die restlichen Vorratsmengen wurden als Spateisenstein mit 30-33 % Fe, 3-4 % Mn und 10-12 % SiO_2 gerechnet. Dies sollte ein Versanderz mit ca. 34 % Fe, 4 % Mn und 12 % SiO_2 ergeben.

Die Lagerstätte sollte über einen Unterfahrungsstollen, der als Hauptförderstrecke, Wetter- und Befahrungsweg sowie zur Ableitung der Grubenwässer hätte dienen sol-len, erschlossen werden. Dieser Stollen sollte in unmit-telbarer Nähe des Bahnhofes Hüttenberg auf SH. 771 m angeschlagen werden, um die Brech-, Sieb- und Verla-deanlage auf kürzest möglichem Wege über die Bundes-straße und den Görtschitzbach zu erreichen.

Der Hauptstollen sollte nach 1.560 m in nordwestlicher Richtung mit einem Profil von mindestens 12 m² lichter Weite und einer Steigung von 4-5 ‰ den Hauptsturz-schacht bzw. den Hauptwetteraufbruch erreichen. Der Hauptwetteraufbruch sollte zur natürlichen Bewetterung des Grubengebäudes als Schrägaufbruch mit 60 % Nei-gung und mindestens 5 m² Lichtweite zwischen Haupt-stollen und dem 350 m höher gelegenen Wilhelm-Hori-zont angelegt werden. Er sollte gleichzeitig dem Mate-rialtransport und der Mannsfahrt dienen. Der Haupt-sturzschacht mit einem Kreisprofil von 2,5 m Durch-messer und einer seigeren Höhe von 150 m sollte den Abtransport der Erze von den Abbauorten bei möglichst kurzen Zwischenförderwegen gewährleisten.

Die vertikale Erstreckung der Lagerstätte von 350 m sollte im Abstand von 50 m durch Hauptförderhorizonte unterteilt und durch Sturzrollen miteinander verbunden werden. Die in einem Seigerabstand von 10 m dazwi-schen liegenden Abbauhorizonte sollten die Erzkörper streichend auf eine Länge von angenommen 400 m auf-fahren. Die Abbaufelder selbst waren zweiflügelig mit einer streichenden Länge von 80 bis 100 m geplant und in der Mitte jeweils durch einen Aufbruch mit dem nächsthöheren Haupthorizont verbunden. Die Sonderbe-wetterung der Abbauorte sollte durch elektrische Lutten-lüfter saugend erfolgen.

Als Abbaumethode war ein Heimwärtsbau von der jeweiligen Feldgrenze zur Sturzrolle – je nach Gebirgs-

verhältnissen als Örterbau oder als Teilsohlenbruchbau – von oben nach unten geplant. Das hereingeschossene Hauwerk sollte mit pressluftgetriebenen Fahrladern zur Sturzrolle gebracht werden; für die Zwischenförderung von den Abbausturzrollen zum Hauptsturzschacht sollten elektrisch betriebene, gleislose Pendelwagen mit Schleppkabel zum Einsatz kommen. Für die Hauptförderung über eine Distanz von rd. 2 km vom Hauptsturzschacht zur obertägigen Brechanlage waren zwei dieselbetriebene, gleislose Schiebekasten-Transporter mit je 20 t Nutzlast vorgesehen.

Ein untertägiger Vorratsbunker sollte bei etwaigen Versandstörungen ca. eine Wochenproduktion aufnehmen können. In unmittelbarer Nähe zum Mundloch war in der sog. „Kompaniehütte“ eine Umkleide- und Badeeinrichtung geplant. Lampenraum, Handmagazin und Steigerkanzlei sollten direkt daneben im bestehenden „Verweserhaus“ eingerichtet werden. Der Personalbedarf wurde mit 180 Lohnempfängern (113 Mann Grubenpersonal und 67 Sonstige) sowie 25 Angestellten angenommen. Als Gesamtinvestitionsbedarf wurden öS 24,654.000 (Stand September 1970) ermittelt.

Die Produktion sollte stufenweise nach Waitschach verlegt werden und ab dem 2. Quartal des vierten Projektjahres zur Gänze aus der neuen Lagerstätte kommen. Die Erzeugung im Knappenberger Bereich wäre ab dem 4. Quartal des zweiten Jahres stufenweise zurückgenommen und bei Erreichen der Waitschacher Vollpro-



Abb. 5: Bergdirektor Dipl.-Ing. R. Getzeller und Chefgeologe DDr. H. Hajek vor dem Untersuchungsstollen in Maria Waitschach. Foto K. Dieber, 1972.



Abb. 4: Untersuchungsstollen Maria Waitschach. Foto H. Schenn, 1972.

duktion gänzlich eingestellt worden. Das Grubengebäude Knappenberg sollte jedoch für eine eventuelle spätere Wiederaufnahme des Betriebes in seinen wesentlichen Teilen offen und befahrbar gehalten werden.

2.1.4. Untersuchungsstollen

Zur genaueren qualitativen und quantitativen Untersuchung des erbohrten Lagers Wilhelm I wurde über Vorstandsbeschluss auf SH 1.034,27 m ein Untersuchungsstollen (**Abb. 4**) angeschlagen. Dieser Stollen wurde vorerst verquerend zur vorherrschenden Streichrichtung gegen Nordost bis zu einer Länge von 210 m vorgetrieben. Dabei wurde bei Streckenmeter 200 ein ca. 1,5 m mächtiger Erzkörper angefahren. Anschließend wurde der Untersuchungsstollen gegen Nordwest bis zu einer Gesamtlänge von 326 m geschlagen. Diese nunmehr streichend verlaufende Strecke erreichte bei 28 m (Gesamtlänge ab Mundloch 238 m) das Lager Wilhelm I. Um das erbohrte Lager exakt zu erreichen, wurde bei Streckenmeter 318 ein Untersuchungsaufbruch bis zu einer Seigerhöhe von 23,5 m aufgefahren und dieses Lager durch eine 25,5 m langen Strecke bis zum Liegenden abgequert.

Insgesamt wurden 134,5 Streckenmeter im Erz aufgefahren und daraus für chemische Untersuchungen 2 Handstück-, 2 Hauwerks- und 19 Schlitzproben entnommen.

2.2. Die Entscheidung

Aus den zur Verfügung stehenden Unterlagen ergibt sich folgender Entscheidungsablauf:

- 20. 01. 1969:** Antrag der Technischen Direktion Bergbau um Entscheidung des Vorstandes bezüglich Aufschlusses der Lagerstätte Maria Waitschach
- 21. 05. 1969:** Beschluss des Vorstandes, die Entscheidung über diesen Antrag bis zur Klärung des künftigen Erzlieferungsvertrages mit der VÖEST zurückzustellen.

scheidung, die nachgewiesenen Substanzmengen im Bereich Maria Waitschach aus Qualitätsgründen nicht zum Abbau freizugeben, war höchste Eile geboten, das in der Lagerstätte Knappenberg Versäumte nachzuholen. Eine interne Substanzermittlung im Herbst 1972 ergab „sichere“ Vorräte für nur noch 2-3 Jahre.

Mit Vorstandsbeschluss vom 26.07.1973 wurde daher ein kurzfristiges Bohr- und Hoffnungsbauprogramm genehmigt und mit öS 1,840.000,- präliminiert (dieses Präliminare wurde später allerdings wegen überaus schwieriger Gebirgsverhältnisse im Bereich der Löllinger Sprünge um öS 87.000,- überzogen). Dieses Programm sollte nicht nur einer Verbreiterung der Vorratsbasis, sondern auch einer frühzeitigen Qualitätserkundung prognostisch bereits bekannter Erzkörper dienen und umfasste

1. die Einrichtung eines chemischen Labors bei der Bergdirektion Hüttenberg, das Fe-Schnellanalysen von Fördererzen, Bohrkernen und sonstigen Proben ermöglichte;
2. den Ankauf einer modernen Seilkernanlage zur Umrüstung der bestehenden Kernbohrmaschinen, um den Bohrbetrieb mit dem zur Verfügung stehenden Mannschaftsstand möglichst effizient, rationell und auf dem letzten Stand der damaligen Bohrtechnik durchführen zu können. Eine solche Anlage ermöglicht das Gewinnen der Bohrkernkerne **ohne** Gestängeaus- und -einbau und erhöht so die Bohrleistungen bedeutend. Dieser Vorteil wird mit zunehmender Bohrtiefe immer größer. Außerdem erhöhen sich die Standzeiten der teuren Diamantwerkzeuge um erfahrungsgemäß 40 – 60 %. Durch die schonende Behandlung des Bohrkernes (der Kern wird beim drehenden Bohren nicht mitgedreht) erhöht sich der Bohrkerngewinn – also das eigentliche Ziel jeder Kernbohrung – vor allem bei schwierigen Gebirgsverhältnissen von früher durchschnittlich 20 % auf meist an die 100 %;
3. die Anschaffung einer Kleinstkernbohrmaschine zur raschen Qualitätserkundung der zum Abbau vorgesehenen Erzkörper, um unnötige Abbauverluste möglichst zu vermeiden und
4. die Auffahrung von Bohrnischen und Taubstrecken zur Erreichung der Bohransatzpunkte.

Im Rahmen dieses Hoffnungsbauprogrammes wurden insgesamt 1.608 m Kernbohrungen abgeteuft und 350 m Taubstrecken aufgefahren. Die Auffahrungen wurden später als Förderstrecken und Wetterverbindungen weiterverwendet.

Das Ziel jedes Hoffnungsbaues in Knappenberg war es seit jeher, zumindest die jährliche Fördermenge durch Neufunde zu ersetzen und so den Bestand dieser geologisch und tektonisch so schwierigen Lagerstätte zu sichern. Dass dies auch in dieser letzten Bergbauphase weitestgehend gelungen ist, zeigen die nachfolgenden Substanzvergleiche:

Stichtag 31.12.1960.....	2,219.000 t
Stichtag 31.12.1976 (angeordnete Einstellung des Hoffnungsbaues).....	2,190.000 t
Erzförderung im selben Zeitraum.....	3,367.300 t

Abschließend kann gesagt werden, dass das Scheitern des Bergbauprojektes Maria Waitschach den Anfang vom Ende des Bergbaues im Raum Knappenberg/Hüttenberg darstellte. Auch wenn die Entscheidungsfindung nicht immer in allen Punkten leicht nachvollziehbar erscheint, so bleibt der überaus saure Charakter des Waitschacher Erzes – über die absolute Höhe kann vielleicht diskutiert werden – und damit die nach heutigen Kriterien kaum noch wirtschaftlich verhüttbare Erzqualität letztlich unbestreitbar.

Anmerkungen

- (1) **Meixner, H.:** Neue Mineralfunde aus Österreich XXX. 478 Die Minerale von Waitschach bei Hüttenberg, Kärnten. – Car. II, 170/90, S. 41, Klagenfurt 1980.
- (2) **Hohenauer, F. L.:** Die Stadt Friesach. Die Olsa. – Verlag Johann Leon, Klagenfurt 1847.
- (3) wie (2).
- (4) **Haberfelner, H.:** Bericht über die Erzlagerstätten am Knappenberg, Waitschach, Friesach und Zossen. Die Erzlagerstätten von Waitschach. – Handschriftlicher Bericht, Hüttenberg-Heft 14.1.1924.
- (5) **Wießner, H.:** Geschichte des Kärntner Bergbaues. III. Teil: Kärntner Eisen. – Archiv f. vaterländ. Geschichte und Topographie, Bd. 41/42, S. 51, Klagenfurt 1953.
- (6) **Münichsdorfer, F.:** Geschichte des Hüttenberger Erzberges. – Fotomechanischer Nachdruck der Originalausgabe 1870 Carinthia II, 48. Sonderheft. Klagenfurt 1989, S. 267-268.
- (7) **Wehdorn, M.:** Die Baudenkmäler des Eisenhüttenwesens in Österreich. – Technikgeschichte in Einzeldarstellungen. Verein deutscher Ingenieure. Nr. 27, Düsseldorf 1977, S. 111.
- (8) wie (6) S. 268.
- (9) wie (5) S. 106.
- (10) wie (5) S. 56.
- (11) wie (7) S. 111.
- (12) wie (2).
- (13) wie (2).
- (14) **Köstler, H. J.:** Die Roheisenerzeugung in Kärnten von 1870 bis zu ihrer Auflassung im Jahre 1908. – In: Radex Rundschau 1979, S. 961-993, hier S. 971.
- (15) **Haberfelner, H.:** Die Eisenerzlagerstätten im Zuge Lölling-Hüttenberg-Friesach in Kärnten. – In: Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. 76 (1928), S. 87-114 und S. 117-126.

Weitere Unterlagen:

- Hammer, W.:** Geologisches Gutachten vom 6.8.1921.
- Hajek, H.:** Die geologische Untersuchung des Revieres Maria Waitschach. Entwicklung und Ergebnisse. 12.3.1971.
- Starlinger, W.:** Geologische Meldearbeit Maria Waitschach, 1:2880, 1966.
- Schlussbericht über die Wiedergewältigung des Wilhelmhorizontes vom 14.1.1924.
- Bericht über Eisensteinvorkommen um Maria Waitschach vom 20.1.1963.
- Zahlreiche interne Berichte, Gutachten, Geologische Kartierungen und Aktenvermerke.

Wanderungen über den Hüttenberger Erzberg in Kärnten

Kurt Dieber, Knappenberg (Kärnten)

Einleitung

Nach Beendigung der Schließungsarbeiten beim Eisensteinbergbau Hüttenberg im Jahre 1980 – die Erzproduktion war 1978 eingestellt worden – wurde vom Montangeschichtlichen Verein (ehemals „Freunde des Bergbaumuseums Schaubergwerk Hüttenberg“) über Anregung von Dr.-Ing. Hans Jörg Köstler und unter dessen fachlichen Betreuung vorerst im Eisenwerk Heft ein montanhistorischer Lehrpfad errichtet.

Die ehemalige, mittlerweile völlig verwachsene Bahntrasse vom Kopf des Globitsch-Bremsberges zu den Hefter Hochöfen wurde vom Verein mit Unterstützung durch die Marktgemeinde Hüttenberg und die Freiwillige Feuerwehr Knappenberg von Bäumen und Buschwerk gesäubert und durch Errichtung von sechs Brücken begehbar gemacht.

In den Folgejahren wurde durch das immer ausgedehntere System der montanhistorischen Wanderwege schließlich das gesamte Gebiet des Hüttenberger Erzberges erfasst und so die zahlreichen, noch vorhandenen Zeugen einer langen und wechsellvollen Montangeschichte dem interessierten Wanderer erschlossen. Die Lehrpfadführer wurden von Dr.-Ing. Hans Jörg Köstler – für die Anlagen in der Heft – und Univ.-Prof. Dr. Eberhard Clar verfasst.

Die Erzlager des Hüttenberger Erzberges wurden vor allem seit dem Zusammenschluss der zahlreichen kleineren Gewerken zu größeren Gesellschaften ab dem ausgehenden 18. Jh. von drei Seiten abgebaut: vom Norden war es die Compagnie Rauscher (CR) mit den Schmelzanlagen in Mosinz, Schottenau und Heft, vom Süden die Löllinger Union mit den Hochöfen in Lölling und später in Prävali. Den vorderen Erzberg an dessen Westabdachung teilten sich die Graf Egger'sche Gewerkschaft mit einer Hochofenanlage in Treibach und die Graf Christalnigg'sche Gewerkschaft mit dem Floßofen in Eberstein, später auch in Brückl. Da aus dieser Zeit die weitaus überwiegende Zahl an Montandenkmälern erhalten blieb – der Begriff wird im Sinne von F. H. Učík (1) sehr weit gefasst und „... geht über die rein technischen Denkmäler ... hinaus und umfasst auch Wohnhäuser von Gewerken wie Bergleuten, die kunsthistorisch mehr oder weniger bedeutungslosen Verwaltungsgebäude, Bergämter und Berghäuser, einfache Knappenka-

pellen u. a. m. ...“ – werden auch die Themenschwerpunkte der vorgeschlagenen Wanderungen, jeweils getrennt nach Bergbauen und Förderwegen bzw. den Schmelzwerken, darauf ausgerichtet.

Route 1: Die Compagnie Rauscher: Bergbaue und Förderwege

Die Wanderung führt vom Geozentrum in Knappenberg (**Abb. 1**) vorbei an der 1938 bis 1940 errichteten sog. „Neusiedlung“ zum Kopf der **Barbarabremse**, die mit einer Länge von 787 m die längste am Hüttenberger Erzberg war und mit einer Luftflügelbremse ausgestattet wurde. Sie war durch eine 1.276,3 m lange Horizontalbahn (2) mit dem **Barbarastollen** – und ab 1861 über einen zweiten Bremsberg auch mit dem **Andreaskreuzstollen** – verbunden und förderte die Erze des Rauscher'schen Bergbaurevieres zum Eisenwerk Heft. Damit konnte die personal- und kostenintensive Erzförderung mittels Pferdefuhrwerken über die **Mosinzer Erzstraße** eingestellt werden.

Nach einem Spaziergang auf der ehemaligen Bahntrasse erreicht man den **Barbara-Erzkasten**, der sich leider stark verwachsen und nur noch als Ruine dem Wanderer darbietet (**Abb. 2** und **3**). Trotz seines schlechten Zustandes stellt er eine Besonderheit dar: die meisten Erzkästen waren aus Holz errichtet und sind daher bis auf das Planum und eventuell Mauern zur Hangstützung nicht mehr erhalten (z. B. beim Fleischerstollen und Löllinger Erbstollen). Der Barbara-Erzkasten war gemauert, und das Erz wurde über Füllschnauzen im Inneren des Gewölbes und zwei Stollen abgezogen. Ein



Abb. 1: Geozentrum in Knappenberg. Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 1999.

Gegenstück dazu, allerdings mit nur einem Abzugsstollen, stellt der Erzkasten in Heft dar.

In unmittelbarer Nähe befand sich die winzige Bergbausiedlung **Staining** (Abb. 4) mit dem Grubenhaus des Barbarastollens und einigen weiteren, meist hölzernen Gebäuden. Das ehemalige Grubenhaus ist nur noch als traurige, verwachsene Ruine erhalten, obwohl es noch bis Mitte des 20. Jhs. mehrere Familien bewohnt haben.

Vorbei am Fuß der **Andreaskreuz-Bremse** führt der Wanderweg zum ehemaligen Gewerksitz **Großkoll**, den Friedrich Großkoller und seine Frau Mitte des 18. Jhs. an Wolfgang Valentin Rauscher verkauften. Heute ein bäuerliches Anwesen, das durch seinen wenig ansprechenden Zustand den ursprünglichen Gewerksitz mit Badstube und Spitalhaus kaum noch erahnen lässt.

Am Güterweg von Großkoll zum Andreaskreuz befindet sich die Ruine eines achteckigen **Pulverturmes**. Mit der Einführung des Pulversprengens im Bergbau errichtete man möglichst abseits von anderen Betriebsgebäuden oder bewohnten Objekten zahlreiche Pulvertürme zur sicheren Aufbewahrung des Schwarzpulvers (3). Ein genaues Errichtungsjahr für diesen Turm ist nicht mehr eruierbar. Im Jahre 1989 wurde der Pulverturm in Großkoll durch Mitglieder des Montangeschichtlichen Vereines von Müllablagerungen befreit, das Mauerwerk saniert und gesichert.

Der **Andreaskreuzstollen** wurde um 1722 vorgetrieben und ist bereits in der Karte „Geometrischer Plan vom Eisen-Bergbau zu Hietzenberg, Mosinz und Lölling mit den Bergstollen und dazu gehörigen Scherm“ von Gregor Lederwasch aus dem Jahre 1751 eingetragen. Er war lange Zeit der wichtigste Abbau- und Förderhorizont im Rauscher'schen Bergbaurevier. 1860 wurde der Abbau auf den Andreaskreuz- und den Barbarastollen konzentriert. Der Stollen war mit der unteren Hasel auf der Hüttenberger Seite durchschlägig und wurde 1885, also schon durch die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft (ÖAMG), wegen zu großer Steigung durch den 30 m höher angeschlagenen Seelandstollen ersetzt.

Auf 1.280 m Sh. befindet sich der 1724 angeschlagene **Antonistollen**, der im Gebiet Ackerbau-Großattich-Lager auf die Löllinger Seite durchschlägig war. Zur Verbesserung der Wetterführung wurde er über Aufbrüche mit dem Barbarastollen verbunden.



Abb. 2: Barbara-Erzkasten in Staining an der Erzbahn zwischen Andreaskreuz-Bremse bzw. Barbara-Stollen und Barbara-Bremse. Zwei Abzugsstollen (Sohlstollen) mit Füllschnauzen, vgl. Abb. 3. Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 1999.



Abb. 3: Abzugsstollen (Sohlstollen) mit Füllschnauze (rechts) im Barbara-Erzkasten. Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 1999.

Vorbei am liebevoll und aufwändig als Ferienwohnsitz restaurierten und revitalisierten ehemaligen Knappenhaus des Antonistollens führt uns der Wanderweg durch das ausgedehnte Pingenfeld der Rauscher'schen Bergbaue in den Bereich der **Watschgruben**. Hier werden die Anfänge der Bergbautätigkeit am Hüttenberger Erzberg vermutet (4).

Über das anlässlich eines Besuches von Kronprinz Rudolf errichtete Denkmal, das vom Montanverein wieder aufgerichtet und saniert wurde, erreichen wir den **Pulverturm auf der Stoffener Höhe** (Abb. 5). Er wurde im Jahre 1873 im Tudor-Stil für die Verwahrung von Schwarzpulver erbaut. Mitte der 1920er Jahre begann sich der Turm durch großflächige Hangbewegungen und Rutschungen im Bereich des Knappenberger Bergschadensgebietes zu neigen, und ein immer größer werdender Riss durchzog das gesamte Mauerwerk. Der Turm



Abb. 4: Staining um 1890. Rechts Barbara-Erzkasten (vgl. Abb. 2) an der Erzbahn zur Barbara-Bremse; links der Bildmitte Grubenhaus des Barbara-Stollens. Undatierte Aufnahme im Besitz von H. Schenn.



Abb. 5: Pulverturm auf der Stoffener Höhe. Aufnahme: K. Dieber, 1997.

wurde im Jahre 1997 von Mitgliedern des Montanvereines saniert und mit einer schmiedeeisernen Türe verschlossen.

Vorbei am **Fuchstagebau**, in dem das einzige noch anstehende Erz im Verlauf der Wanderwege zu finden ist, durch das Obergossener Bruchgebiet (siehe Route 6) und durch die Barbarasiedlung erreicht man wieder den Ausgangspunkt.

Route 2: Die Compagnie Rauscher: Eisen- und Schmelzwerke

Der **Fuchsfloßofen** in der Schottenau (Abb. 6 und 7) ist das erste Ziel der Wanderung. Jahre 1768 erhielt die CR die Konzession zur Errichtung des Fuchsfloßofens, ihres zweiten Hochofens im Mosinzgraben. Auf einem quadratischen Gestell ruht der runde Ofenschacht, der im Kohlensack eine lichte Weite von 1,17 m erreicht. Darauf folgt die Gicht mit ebenfalls quadratischem Querschnitt. Die Gesamthöhe des Ofens vom Boden bis zur Gicht beträgt 4,74 m (ohne Rauchhaube) (5), (6). Der Floßofen wurde schon 1792 ohne größere Umbauten aufgelassen; er „...stellt heute ein einzigartiges technisches Denkmal dar und vermittelt in anschaulicher Weise die Bauart eines Schmelzofens zur Zeit Kaiserin Maria Theresias“ (7). Im Jahre 1985 wurde das Mauerwerk des Fuchsfloßofens durch Mitglieder des Montan-Vereines ausgebessert, von Bewuchs gesäubert und die Mauerkronen durch armierten Beton geschützt.

Das nächste Ziel der Wanderung ist die **Pfannerhütte** (Abb. 8) in Mosinz. Im Jahre 1746 wurde die sog. „Gassnerhütte“, eine Stuckhütte in der Mosinz, von den Brüdern Bartlmä, Josef und Wolfgang Rauscher erworben. Gegen den erbitterten Widerstand mehrerer Gewerker erhielten sie eine Floßofenkonzession und errichteten 1754/55 den „Pfanner-Ofen“ direkt neben der Gass-



Abb. 6: Fuchsfloßofen in der Schottenau im Mosinzgraben um 1935. Undatierte Aufnahme im Besitz von H. Schenn.



Abb. 7: Fuchsfloßofen. Ofenstock mit Blasformgewölbe (vorne) und Abstichgewölbe (links); Rauchhaube (mit nicht sichtbarem Begichtungsgewölbe). Aufnahme: H. J. Köstler, Juni 1984.

nerhütte. Nach Umbauten und Vergrößerungen in den Jahren 1790/91 konnte die Produktion so gesteigert werden, dass der bachabwärts gelegene Fuchsfloßofen nach nur 25 Betriebsjahren stillgelegt werden konnte.

Die Pfannerfloßofen wurde mehrmals umgebaut und weiter erhöht, im Jahre 1839 sogar gänzlich abgerissen und neu erbaut, erreichte aber wohl wegen der zu geringen Wasserführung des Mosinzer Baches nie wirklich ansprechende Leistungen. Nach Inbetriebnahme der beiden neu errichteten Hochöfen in Heft legte die CR ihre Pfannerhütte 1861 still und produzierte nur noch von Oktober 1873 bis Mai 1875 wegen des damals besonders großen Eisenbedarfes (8).

Nach Übernahme aller Betriebe der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft (HEWG) durch die ÖAMG wurde auch die Pfannerhütte an Private verkauft. Danach musste die Hütte „...Baumaßnahmen über sich ergehen lassen, deren verschandelnde Wirkungen voll eingeschlagen haben“ (9). 1995 wurde die 1839/41 erbaute Anlage (9) vom Görttschitztaler „Urgestein“ Otto Leitgeb in einem Zustand erworben, der eher an eine Mülldeponie als an ein Hüttenwerk erinnerte. Durch

das völlig desolate Dach im Nordteil des Hüttengebäudes drangen Niederschlagswässer ein, wodurch dieser Teil der Anlage nur noch als Ruine zu bezeichnen war (10). Unter Einsatz erheblicher Aufwendungen – teilweise aus Mitteln des Bundesdenkmalamtes, großteils aber aus eigenem Vermögen – wurde das Dach samt Dachstuhl am Nordteil völlig erneuert und die Anlage insgesamt so saniert, dass sie vorerst in ihrem Bestand gesichert erscheint (Abb. 8).

Die ehemaligen **Mosinzer Erzstraße**, auf der bis 1861 die Erze aus dem Mosinzer Bergbaurevier zu den Öfen in Mosinz geliefert wurden, führt uns bergwärts. Auf der stellenweise noch sichtbaren Pflasterung hinterließen die mit Erz schwer beladenen Pferdefuhrwerke tiefe Spuren.

Der **Stronachhof**, unser nächstes Ziel, wird im Jahr 1505 in einer Urkunde der Stadt Althofen mit Nennung eines Georg Großkoller zu Stranach erstmals erwähnt. Es ist nicht bekannt, welcher Teil des Hauses im Jahr 1505 schon Bestand hatte, ob es der gesamte Bau war oder nur ein Teil davon. 1710 verkaufte ein Gewerke Großkoller den Stronachhof an den St. Veiter Stadtsyndikus Glaunach Ritter zu Katzenstein, der seinerseits den Hof 1773 an die Gewerkenfamilie Rauscher verkaufte; seit dem Kauf bewohnte Pulcheria Rauscher den Stronachhof. Als Kaufpreis werden 200 Gulden und 2 Paar Ochsen angeführt. 1982 verkaufte die Voest-Alpine AG den Stronachhof, der seither von den Besitzern mit hohem Aufwand und viel Einfühlungsvermögen renoviert wird.

Der Rückweg führt über Staining, die Barbara-Horizontaltalbahn (siehe Route 1) und den Schmidgraben zum (ehemaligen) Freilichtmuseum Heft. Die imponierende **Hochofenanlage in Heft** (Abb. 9) wurde im Frühjahr 1857 von der Gewerkenfamilie Rauscher errichtet, da die logistischen Probleme, vor allem der Transport der



Abb. 8: Hochofenanlage „Pfannerhütte“ in Mosinz. In der Mitte des Hüttengebäudes steht der Hochofen (jetzt mit Pyramidendach), links Aufzugshaus, rechts Gebäulichhaus; zwischen Hüttengebäude und Mosinzer Bach (bzw. Straße) Radstube (für Wasserräder). Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 2006.



Abb. 9: Hochofen- und Stahlwerk in Heft im Mosinzgraben zwischen 1864 und 1869. Rechts oben Erzkasten, darunter rechts einer der beiden Schwedischen Erzröstöfen; rechts der Bildmitte (unter dem Erzkasten) Kohlbarren; in der Bildmitte Hochofen „Johann-Ernst“ und „Pulcheria“ (vgl. Abb. 10) sowie Bessemerstahlwerk; links Personal- und Verwaltungshaus (vgl. Abb. 11); vorne Gebläsehaus (vgl. Abb. 10). Undatierte Aufnahme im Landesmuseum für Kärnten, Klagenfurt.



Abb. 10: Hochofen „Johann-Ernst“ (links) und „Pulcheria“ sowie Gebläsehaus in Heft nach Adaptierung für die Kärntner Landesausstellung 1995. Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 2006.

Holzkohle, durch den parallelen Betrieb zweier Hütten (des alten Heft Floßofens und der Pfannerhütte in Mosinz) zu groß wurden (11).

Mit dem Bau der beiden Hochofen „Pulcheria“ und „Johann-Ernst“ in Heft – benannt nach den drei Werksbesitzern Pulcheria v. Millesi, geb. Rauscher, Ernst und Johann Rauscher – wurde im Frühjahr 1857 begonnen. Der Johann-Ernst-Ofen wurde sofort nach der Einweihung am 3. Oktober in Betrieb gesetzt, die Roheisenerzeugung im Pulcheria-Ofen begann erst 1861(12).

Über Anregung von Peter Ritter v. Tunner, Professor für Eisenhüttenkunde in Leoben, beschloss die CR, das erschmolzene Roheisen nach dem Bessemerverfahren noch in der Heft zu Stahl zu frischen. Am 4. Juni 1864 konnte im Beisein von Peter Tunner der erste Bessemerstahl erblasen werden (13). Nach dem Stahlwerk in Turrach war dies das zweite Bessemerstahlwerk der Österreichisch-ungarischen Monarchie. Die CR setzte sich mit ihrem nach dem neuesten Stand der Technik eingerichteten Eisen- und Stahlwerk in Heft an die Spitze der Kärntner Eisenindustrie und fand auch international größtes Ansehen.

Aus den Flussstahlblöcken wurden in Buchscheiden und in Prävali u. a. Schienen für die Kaiser-Ferdinand-Nordbahn hergestellt. Die ersten österreichischen Flussstahlschienen bestanden somit aus Hüttenberger bzw. Heft Bessemerstahl (14).

1869 brachte die CR ihre Anlagen in Heft in die HEWG ein. 1881 übernahm die neu gegründete ÖAMG die Werke der HEWG und begann 1882 mit der Modernisierung der Anlage sowie mit dem Bau eines dritten Holzkohlehochofens („Eduard“), der Ende 1883 in Produktion ging. Bald jedoch konzentrierte sich die Roheisen- und Stahlherstellung der ÖAMG auf die Werke Donawitz und Eisenerz, was 1901 vorerst zur Stilllegung des Bessemerstahlwerkes und im selben Jahr auch des Pulcheria-Ofens führte. Mit dem Ausblasen des Johann-Ernst-Hochofens 1903 und des Eduard-Ofens 1908 endete die Roheisenerzeugung in Kärnten.

Das ehemalige Eisenwerk Heft wurde 1981 in ruinösem Zustand vom Montanverein erworben, mit erheblichen öffentlichen Mitteln saniert und in einen Zustand versetzt, der die Abhaltung der Kärntner Landesausstellung 1995 „Grubenhunt und Ofensau“ überhaupt erst ermöglichte (Abb. 10 und 11).

Über Anregung von und mit wissenschaftlicher Betreuung durch Hans Jörg Köstler wurde ein montanhistorischer Lehrpfad durch das Eisenwerk Heft eingerichtet. Schautafeln und Wegweiser führten den Besucher durch die ausgedehnten und technikgeschichtlich so interessanten Anlagen. Im Zuge der Um- und Anbauten für die Landesausstellung durch den Architekten Günther Domenig wurde dieser Rundwanderweg allerdings unterbrochen und kann derzeit leider nicht mehr dem ursprünglichen Förderfluss folgend begangen werden.

Route 3: Die Löllinger Union: Bergbaue und Förderwege

Die Wanderung beginnt bei der **Barbarakapelle auf der Lölling-Sonnseite**, die der Gewerke Eugen v. Dick-

mann-Secherau im Jahre 1862 in 1.142 m Sh. erbauen ließ (15). Die Anregung zum Bau der Kapelle auf diesem schönen Platz gab der damalige Betriebsleiter des Löllinger Bergwerkes Ferdinand Seeland. Ursprünglich sollte an dieser Stelle das Löllinger Bergamt erbaut werden. Weil Ferdinand Seeland der direkte Blick auf den Löllinger Erbstollen und die Betriebsstätten aber wichtiger erschien, ließ er das Löllinger Bergamt nur wenige hundert Meter talwärts errichten.

Die erste, provisorische Renovierung der Kapelle erfolgte im Jahre 1975 durch Mitglieder des Montanvereines unter dem damaligen Obmann Willi Kleer. 1995/96 und 2005 führten Vereinsmitglieder die letzten, sehr umfangreichen Instandsetzungsarbeiten durch (16).

In der Nähe des Gehöftes Garler verlassen wir den Bereich des Marmors und überqueren eine der mächtigsten Bruchzonen des Hüttenberger Erzberges, den auch im Gelände gut erkennbaren „Löllinger Sprung“.

Nach kurzer Wanderung erreichen wir die kleine Siedlung um die Gehöfte Wastl und Eggermoar. Hier hat W. Schuster 1929 einen Schachtofen ausgegraben, für den W. Schmid römerzeitliches Alter annahm (17). Nach Ausgrabung und Bergung der wenigen Fundstücke wurde der Ofen wieder zugeschüttet. Vergleiche mit anderen Öfen ähnlicher Bauart, vor allem auch den Öfen auf der Feistawiese bei Eisenerz, ließen allerdings eher auf das Frühmittelalter als Erbauungszeit schließen (18). Eine Nachgrabung durch Univ.-Prof. Eibner, Heidelberg, und den damaligen Obmann des Montanvereines, Hermann Seiser, blieb erfolglos. Entweder war die Schlackenhalde, auf der der Ofen laut Beschreibung von W. Schmid aufgebaut war, samt Ofenresten als Straßenschotter abgebaut worden oder, wie ein Originalfoto nahe legt, die Grabung wurde nicht exakt am richtigen Ort durchgeführt. Detaillierte geomagnetische Messungen durch Univ.-Prof. Georg Walach, Montanuniversität Leoben, im Jahre 2000 haben jedenfalls eine ausgedehnte Schlackenhalde und mindestens zwei weitere Öfen lokalisiert. Die Ergebnisse der letzten Grabungen, die die Montanarchäologin Univ.-Doz. Dr. Brigitte Cech 2003 leitete, lassen jedoch vermuten, dass es sich bei dem von Schuster ausgegrabenen Ofen lediglich um einen mittelalterlichen Kalkbrennofen handelte (19).

Der Weg führt nun vorerst durch bergmännisch nicht bearbeitetes, erzfreies Glimmerschiefer-Areal mit geringmächtigen Einschaltungen von Pegmatiten, und wir erreichen ein offenes, steil abwärts führendes Gesenk. Dieser als „Jaunggen“-Grube bezeichnete Einbau wird urkundlich im Jahre 1631, damals bereits ein „alt Gebäu“, genannt. Und allein schon die deutlich sichtbaren Schrämmspuren weisen auf ein hohes Alter hin. Nach einem Bericht aus dem Jahre 1760 wurde mit diesem Gesenk bereits eine Teufe von 60 m erreicht.



Abb. 11: Personal- und Verwaltungshaus in Heft. Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 2000.

Von der Jaunggen-Grube gegen Osten führt der Weg durch ein ausgedehntes und in langanhaltender Bergbautätigkeit durchwühltes Gebiet. Eingebrochene Schächte und Stollen, Bergbauhalden und kleine Tagebaue prägen das Gebiet um den Scharfenstein. Über teils stark eingetiefte Hohlwege erreichen wir die ehemals wegen ihres Erzreichtums und ihrer untertägigen Ausdehnung wichtige **Knichte-Grube**. Diese Grube war – wie Funde belegen – Schauplatz eines lange zurückliegenden Grubenunglücks, das durch den Fund römischer Münzen auf die Zeit um 250 n. Chr. (20) datiert werden kann.

An der Straße nach Lölling queren wir beim Gehöft Speckander zweimal die Trasse der im Jahre 1874 errichteten **Knichte-Bremse**. In der ersten Hälfte des 19. Jhs. wurde in den Löllinger Revieren das Erz mittels Spurnagelhunten aus den Stollen gefördert, in Erzkästen gestürzt und weiter von Pferdefuhrwerken zu den Röststadeln ins Tal gebracht. Diese sehr umständliche und personalaufwändige Förderung veranlasste Eugen v. Dickmann-Secherau zum Bau eines effizienten und billigeren Erzfördersystems von Bremsbergen und Horizontalbahnen. Er erbaute im Jahre 1847 den ersten Bremsberg am Hüttenberger Erzberg, die nach seinem Sohn benannte **Albert-Bremse**, auf der am 9. Jänner 1847 erstmals Erz gefördert wurde. Der Brückler Mechanikermeister Baumgärtl hatte dafür die erste funktionsfähige Windflügelbremse konstruiert. Dieses System einer Bremse wurde hier erstmals angewendet und setzte sich am Hüttenberger Erzberg allgemein durch. Es ist überaus bedauerlich, dass keine Maschine dieser Bauweise erhalten blieb.

Das Fördersystem setzte beim **Löllinger Erbstollen** bzw. den davor liegenden Erzkästen mit einer kurzen Horizontalbahn zu einem Sturzschacht an. Leider wurde das 1847 über diesem Schacht erbaute Schachthaus 1984 abgerissen. Das Erz wurde auf das Niveau des Blasius-Unterbaustollen (21) gestürzt, der im heute noch erhaltenen „Spitalhaus“ mündete. Von hier gelangte es



Abb. 12: Hochhofenwerk in Lölling um 1880. Von links nach rechts Hochöfen „Johanna“, „Eugen“ und „Albert“ in Hüttengebäuden. Undatierte Aufnahme im Landesmuseum für Kärnten, Klagenfurt.

über die Trasse der Albert-Bahn zur Albert-Bremse und mittels eiserner Gestellhunte zu einem kurzen Sturzschacht, der in einen Sohlstollen mündete. Eine 144 m lange Horizontalbahn stellte schließlich die Verbindung zur 1846/47 errichteten Röstanlage her.

1860 und 1861 wurden die **Oskar-Bremse** (ebenfalls nach einem Sohn Eugen v. Dickmanns benannt) und die



Abb. 13: Ofenstock des Johanna-Hochofens in Lölling; ohne Rauchhaube und nach Abtragung des Hüttengebäudes freistehend. Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 1999.

Eugen-Bremse errichtet, die durch eine Verlängerung der Rolltrasse an die Erbstoppenförderung angeschlossen wurde. Schließlich wurde 1874 auch das Knichte-Revier durch eine 203 m lange Horizontalbahn und die 154 m lange **Knichtebremse** in das Fördersystem einbezogen (22).

Nach einem kurzen Abstecher zum **Löllinger Erbstoppen** – dessen Mundloch 2004 im Gedenken an die letzte Mannsfahrt vor 50 Jahren (23) durch den Montanverein gründlich saniert wurde – und dem **Löllinger Bergamt**, heute als Wohnhaus benützt, erreichen wir wieder unseren Ausgangspunkt, die Barbara-Kapelle.

Route 4: Die Löllinger Union: Eisen- und Schmelzwerke

Der Spaziergang beginnt beim Gasthaus Neugebauer, dem ehemaligen „**Schlosserwirt**“, heute ein Haubenlokal, in dessen Kellergeschoß ein sehenswertes **Schmiedemuseum** eingerichtet wurde; bis 1957 stand hier eine Huf-, Wagen- und Zeugschmiede in Betrieb. Wertvollstes Ausstellungsstück ist ein so genanntes „Wacklergebläse“, das vermutlich um 1850 im Gusswerk Brückl hergestellt wurde und eine in Österreich einmalige technikgeschichtliche Kostbarkeit darstellt (24).

Schräg gegenüber steht die schön renovierte **Wagenhütte**, die heute von den Löllinger Vereinen gerne als Festhalle verwendet wird. Bemerkenswert sind vor allem die Rosetten an beiden Giebelseiten, besonders das kunstvolle halbrunde Ziegelgitter an der Westseite (25).

Weiter gegen Osten gelangen wir zum sog. „**Verweserhaus**“. Es wurde eigentlich als Wohnhaus der Familie Dickmann erbaut, wegen Staub- und Lärmelästigung wurde aber das „Schloss“, der ehemalige Zechnerhof, als Wohnsitz bevorzugt. Das schöne und repräsentative Verweserhaus wurde daher dem jeweiligen Hüttenverwalter als Dienstwohnung zugewiesen.

Am ehemaligen **Dampfmaschinenhaus** ist links neben dem Haupteingang eine Gedenktafel befestigt, die an die Errichtung des Johanna-Ofens, wo sie ursprünglich auch angebracht war, erinnert. Im Haus stand seit Anfang der 1870er Jahre – also bereits in der Zeit der HEWG – ein durch eine Dampfmaschine angetriebenes Gebläse in Betrieb, dessen Kessel mit Gichtgas beheizt wurde (26).

Auf der gegenüberliegenden Straßenseite sind die kläglichen Überreste des einst so prächtigen, in der gesamten Fachwelt wegen seiner Architektur und fortschrittlichen Technik hoch gerühmten Hochhofenwerkes zu sehen (Abb. 12). Heute ist kaum noch zu erahnen, dass hier einmal ein technisch und wirtschaftlich im europäischen Spitzenfeld liegendes Schmelzwerk stand (27). Lediglich der Ofenstock des ältesten der einstigen drei Holzkohlehochöfen, des **Johanna-Ofens** (Abb. 13 und

14), ist noch erhalten. Die Anlage wurde nicht nur im Zweiten Weltkrieg trotz Denkmalschutzes von der damals noch selbständigen Gemeinde Lölling als Steinbruch bei der Verbauung des Löllinger Baches benützt (28), auch Private erhielten die Erlaubnis, sich am billigen Baumaterial nach Belieben zu bedienen (29).

Der **Johanna-Ofen** wurde im Jahre 1822 von Johanna v. Dickmann-Secherau, der äußerst tüchtigen und klugen Witwe des 1809 verstorbenen Johann Nepomuk, in Zusammenarbeit mit ihrem Verweser Paul Hauser erbaut. Der neue Hochofen war mit 12 m Höhe (ohne Rauchhaube) und einer Tagesleistung von 10 t Roheisen das bei weitem größte und modernste Schmelzaggregat Kärntens. Der leistungsfähige Ofen leitete eine, allerdings mehrmals durch wirtschaftliche Krisen unterbrochene Hochblüte des Löllinger Eisenwesens ein (30).

Nach dem Tode seiner Mutter Johanna übernahm 1835 Eugen v. Dickmann-Secherau die Führung des Eisenwerkes. Er erbaute 1838/39 einen zweiten, fast gleichen und nach ihm benannten Ofen und errichtete so ein technisch und architektonisch bemerkenswertes Ensemble. Durch den Erwerb eines fünfzigprozentigen Anteiles am Stahl- und Walzwerk Prävali (heute Prevalje, Slowenien) stieg der Roheisenbedarf so stark an, dass der Bau eines dritten – nach seinem Sohn Albert benannten – Ofens erforderlich wurde, der bereits 1846 angeblasen werden konnte; der neue Ofen wurde, etwas versetzt, dem Eisenwerk angefügt. Dadurch stieg die theoretische jährliche Roheisenkapazität auf nahezu 20.000 t.

Nach dem Tod Eugen v. Dickmanns 1863 kam das Eisenwerk in den Besitz seiner Söhne Albert und Oskar. Durch den frühen und unerwarteten Tod Oskars 1868 wurde schließlich Albert Alleineigentümer. Er brachte bei der von ihm initiierten Gründung der HEWG auch das Eisenwerk Lölling und das Werk Prävali in die Gesellschaft ein. Noch vor der Gründung der HEWG begann Albert v. Dickmann mit dem Bau des ersten Kokshochofens in den österreichischen Alpenländern in Prävali, der noch im Jahre 1969 in Betrieb ging (31). Schließlich musste die HEWG 1881 auf Grund großer wirtschaftlicher Schwierigkeiten der neu gegründeten ÖAMG beitreten, und das war der Anfang vom Ende der Löllinger Eisenindustrie. Gegen Ende des 19. Jhs. kam es zur Schließung aller Schmelz- und Eisenwerke in Lölling: des Bessemerstahlwerkes in Prävali 1896, des Albert-Ofens 1897, der Erzförderung, der Röstanlagen, des Johanna- und wenig später auch des Eugen-Ofens 1899. Damit war „...das Eisenwerk Lölling aus dem Kreis alpenländischer Roheisenproduzenten für immer ausgeschieden“ (32).



Abb. 14: Unterer Bereich („Gestell“) des Johanna-Ofens im Ofenstock. Aufnahme: H. J. Köstler, September 1997.

Auf der orographisch linken Bachseite führt deutlich erkennbar die ehemalige Bahntrasse, auf der einst das Röstzerz von der **Erzquetsche** (Abb. 15) zu den Hochöfen gefördert wurde. Die Erzquetsche diente zur Zerkleinerung der in der gegenüber liegenden Röstanlage vorbehandelten und über eine Brücke, die allerdings nicht mehr erhalten ist, zugelieferten Erze. Zwei wasser-radbetriebene Rippenwalzen zerkleinerten das Röstzerz auf eine Korngröße von 4-5 cm. Der Bau der Erzquet-



Abb. 15: Erzquetsche in Lölling. Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 2000.

sche durch Eugen v. Dickmann-Secherau erfolgte im Zuge größerer Umbauten des Eisenwerkes in Lölling im Jahre 1846/47. Mit dem Bau des dritten, des Albert-Hochofens, wurde auch die Erzförderung (Bremsberge und Eisenbahnen) sowie die Erzvorbereitung (Schacht-röstöfen und Erzquetsche) neu gestaltet.

Im Jahre 1986 wurde von Mitgliedern des Montangeschichtlichen Vereines das Mauerwerk der Erzquetsche vom Bewuchs gesäubert und saniert, die Giebelkronen mit Dachziegel gesichert, für den Montanhistorischen Lehrpfad eine Fußgängerbrücke über den Löllinger Bach gebaut und im Bereich der Quetsche sowie beim Gasthof Neugebauer unter fachlicher Betreuung durch Hans Jörg Köstler Schautafeln aufgestellt.

Auf der gegenüber liegenden Straßenseite sehen wir die eindrucksvolle und schön gefügte Stützmauer der **Röstanlage (Abb. 16)** mit der Jahreszahl 1857, die „im wesentlichen erhalten ist und ein montangeschichtliches Denkmal ersten Ranges“ (33) darstellt.



Abb. 16: Erzröstanlage (rechts) und Erzquetsche (vgl. Abb. 15) in Lölling 2004, dazwischen Löllinger Bach und Straße vom Klippitztörl nach Vierlingen im Görtschützal. Aufnahme im Besitz von H. Schenn.



Abb. 17: Grubenhaus beim Knappenberger Erbstollen. Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 1999.

Der älteste Teil der Röstanlage wurde von Eugen v. Dickmann in den Jahren 1845/47 erbaut. In ihrer letzten Bauphase bestand sie aus 23 Schacht-röstöfen, die in gerader Linie aneinandergelagert wurden. Die Öfen waren jeweils 2,53 m hoch, im Querschnitt am Boden 1,26, an der Gicht 2,53 m im Quadrat. Der jetzige Besitzer sanierte in jahrelanger Arbeit und auf eigene Kosten die Röstanlage; ihm ist es zu verdanken, dass dieses einzigartige Montandenkmal erhalten geblieben ist.

Beim „Schloss“, dem ehemaligen Zechnerhof, endet das eigentliche Ortsgebiet von Lölling. Ursprünglich im Eigentum der Gewerkenfamilie Lattacher, kam der Zechnerhof zu Beginn des 19. Jhs. in den Besitz der Gewerken Secherau und schließlich der Familie Dickmann-Secherau. In der Oberlichte der Eingangstüre sind die Jahreszahl 1834 und die Initialen von Eugen v. Dickmann Secherau angebracht (EEvD – Eugen Edler v. Dickmann). Von der ÖAMG erwarb Thronfolger Franz Ferdinand, ein begeisterter Jäger und großer Freund Löllings, das Schloss; nach seinem gewaltsamen Tode fiel es an die Familie Hohenberg, die es 1973 veräußerte. Die derzeitige Eigentümerin hat das Löllinger „Schloss“ liebevoll und aufwändig restauriert.

Lohnend ist auch ein Abstecher zur Pfarrkirche St. Georg, die vermutlich auf das 15. Jh. zurückgeht. Vor allem die schönen Gewerken-gräber für Oskar und für Eugen v. Dickmann im Friedhof sollte jeder montanhistorisch Interessierte besuchen.

Route 5: Der Vordere Erzberg: Förderwege

Das **Grubenhaus zum Hüttenberger Erbstollen (Abb. 17)** wurde im Jahre 1873 von der HEWG an Stelle des alten, wesentlich kleineren neu gebaut. 1934 übersiedelte die Bergdirektion von Heft nach Knappenberg und nach der Schließung des Eisensteinbergbaues Hüttenberg wurde hier vorerst das Bergbaumuseum und wenig später das Heinrich-Harrer-Museum untergebracht. Während der Schließungsphase wurde das Schaubergwerk ausgebaut und 1980 feierlich eröffnet. Nach dem Umbau der alten Schule in Hüttenberg wurden die Exponate des Heinrich-Harrer-Museums dorthin überstellt. Dafür fand die Mineralienschau in Knappenberg repräsentative Räumlichkeiten (34).

Die Wanderroute führt vorbei an den ehemaligen Werkstätten – heute Töpferei Art Carinthia und Zinngießerei Leikam, die einzige Zinngießerei Kärntens – über den Grabenweg zum **Albert-Maschinhaus**.

Zu Beginn der 1870er Jahre war der Erzabbau bereits unter das Niveau des Hüttenberger Erbstollens in Knappenberg vorgedrungen. Daher wurden 90 Höhenmeter unterhalb des

Erbstollens im Jahre 1872 der Albert-Dickmann-Stollen als neuer Unterfahrungsstollen angefahren. Und bei diesem Stollen wurde auch gleich eine für Hüttenberg neue Vortriebsmethode angewendet, den erstmals kamen Pressluft-Stoßbohrmaschinen zwecks Herstellung der Sprengbohrlöcher zum Einsatz, und erstmals wurde in Hüttenberg mit Dynamit und elektrischen Zündern gesprengt.

1917 bis 1919 wurde das Albert-Maschinenhaus erweitert, um einen neuen 50 m³ **Kompressor** der Andritzer Maschinenfabrik, Baujahr 1917, in Betrieb nehmen zu können (**Abb. 18**). Die Stromversorgung des mit elektrischer Energie angetriebenen Kompressors wurde durch den Bau einer Wasserkraftanlage am Steirerbach gewährleistet, die 1917 begonnen und 1919 fertig gestellt wurde (35).

Der Weg führt uns vom Maschinenhaus – vor dem noch der Betonsockel der Materialeilbahn steht, die 1939 die Förderung auf der Globitschbremse ersetzte – über die Albert-Halde zur **Globitschbremse** (**Abb. 19**). Nach dem Zusammenschluss der vier wichtigsten Gewerkschaften zur HEWG im Jahre 1869 entfaltete sich in der ersten Euphorie über eine leider nur kurzfristige Hochkonjunktur eine rege Investitionstätigkeit. Und der Modernisierungsbedarf war vor allem am vorderen Erzberg, also in der Bergbauregion der Gewerken Egger und Christalnigg, bedeutend. Sofort wurde die bestehende Bahnlinie bis Mösel nach Hüttenberg verlängert und noch im Oktober 1870 in Betrieb genommen. Als weitere Maßnahmen wurde in den Jahren 1870/71 endlich auch am vorderen Erzberg von der personal- und kostenaufwändigen Erzförderung mittels Pferdefuhrwerken auf ein System von Horizontalbahnen und Bremsbergen umgestellt; eine Maßnahme, die in Lölling



Abb. 18: Kompressor (Baujahr 1917) im Albert-Maschinenhaus (Knappenberg). Aufnahme: K. Dieber, 2001.

von Albert v. Dickmann und in Heft/Mosinz von der CR längst getroffen war. In einem Zug wurden die Horizontalbahn von den Erzkästen beim Friedenbau zur Friedenbaubremse, die Wilhelmbremse, die Erbstollenbremse hinunter auf Niveau Albert und die Globitschbremse zu den Röstöfen beim Bahnhof Hüttenberg erbaut. Am Fuß dieser Bremse wurde noch 1871/72 eine aus zunächst zehn Schachtöfen bestehende, später mehrmals erweiterte und umgebaute Röstanlage (**Abb. 20**) errichtet.

Von der Globitschbremse führt der montanhistorische Wanderweg über die „**Alte Bahn**“ zum Eisenwerk in Heft. Gegen Ende des 19. Jh. wurde die Erzförderung des oberen Reviers, teilweise auch der Bergbaue auf der Löllinger Seite, ganz auf die Förderwege nach Heft umgestellt. Im Jahre 1901 wurde von der ÖAMG als Ergänzung zu den bestehenden Förderbahnen mit der Errichtung einer Horizontalbahn vom Kopf des Globitsch-Bremsberges zu den Hefter Hochöfen begonnen, um auch die Erze des unteren Reviers nach Heft bringen zu können (36).



Abb. 19: Kopfstation (Bremshaus) der Globitschbremse. Aufnahme: H. J. Köstler, November 1997.

Die Schmalspurbahn, betrieben durch eine 10 PS-Lokomotive, führte durch ein überaus steiles und schwieriges Gehänge, musste an zahlreichen Stellen in den Fels gesprengt werden und überquerte tief eingeschnittene Gräben auf hölzernen Brücken. Nach Einstellung des letzten Hochofens 1908 diente die Bahn in umgekehrter Richtung zur Abförderung der Erze aus dem Andreaskreuzrevier, wurde aber bereits 1912 endgültig eingestellt (37).

Route 6: Der Vordere Erzberg: Bruchgebiete und Bergschadensgebiete

Als Bruchgebiet wurde im Berggesetz jener Bereich bezeichnet, dessen Oberfläche voraussichtlich durch Bergbautätigkeiten beeinflusst werden wird. Absicht des Gesetzgebers war es, jene Bereiche abzugrenzen, deren



Abb. 20: Globitschbremse und Erzröstanlage in Hüttenberg um 1935. Im Mittelgrund Globitschbremse (links) sowie Materialeilbahn und Erzbunker; darunter das Mundloch des Erzabzugsstollens, das 1954 beim Vortrieb des Unterfahrungsstollens benützt wurde. Im Vordergrund die zwischen 1908 und 1915 erbaute, zuletzt zwei Batterien mit je sechs Öfen umfassende Röstanlage (Schachtöfen mit Mischbegichtung) sowie rechts die Apold-Fleißner-Röstanlage (Betriebsbeginn 1927). Undatierte Aufnahme im Besitz von H. Schenn.

Tagoberfläche durch Bodenbewegungen verschiedenster Art – also auch Rutschungen, Senkungen usw. – als Folge des Bergbaues in Mitleidenschaft gezogen werden. Bruchgebietserklärungen wurden von den Bergbautreibenden im Wesentlichen für Bereiche um Kohlenbergbaue abgegeben. Lediglich zwei ausgewiesene Bruchgebiete – beim Talkumbergbau in Rabenwald und im **Gossener Revier** des Eisensteinbergbaues Hüttenberg – liegen über Lagerstätten anderer Mineralien.

Am Beginn der Bergbautätigkeiten wurden, wohl ausgehend von gefundenen Ausbissen der Lagerstätte, die Erze in den Berg bzw. in die Tiefe verfolgt. Das erhaufene Erz wurde in Körben oder Säcken zu Tage gebracht, das anfallende taube Gestein zur Auffüllung und Stützung der Hohlräume in den Gruben belassen oder vor den Stollenausgängen in Halden geschüttet. Diese primitiven Formen der „Erzgräberei“ scheinen bis ins Mittelalter üblich gewesen zu sein (38). Es blieben meist kleinere Bergbauhalden, Einbrüche von Stollen und oberflächennahen Abbauräumen – Pingen – sowie Spuren von Tagebauen, wie

wir sie vor allem aus dem Gebiet um den Scharfenstein kennen.

In der Hüttenberger Lagerstätte setzte sich etwa seit den 1920er Jahren des 20. Jhs. der sog. „versatzlose Bruchbau“ durch. Man baute die Erze von oben nach unten und in Richtung auf eine Abförderungsmöglichkeit – „heimwärts“ – und ließ die ausgeerzten Hohlräume in kontrollierter und systematischer Weise verbrechen. Beim Abbau mächtiger und ausgedehnter Erzkörper zerbrach die ganze Masse des Berges bis zur Tagoberfläche und bildete ausgedehnte Großsetzungen. Ein gutes Beispiel hierfür ist das 1961 als Bruchgebiet angemeldete Gossener Lager, das immerhin für ca. 20 Jahre die Vorratsbasis des Hüttenberger Bergbaues sicherte.

Vorbei am Geburtshaus des einzigen Hüttenberger Ehrenbürgers, des Forschungsreisenden und Schriftstellers Professor Heinrich Harrer, führt der Weg zum alten **Obergossener Bergschadensgebiet**. Ähnlich wie im Bereich des Scharfensteines kommen wir vorerst in ein durch Pingen, Halden und tief eingeschnittene Förderwege völlig durchwühltes Bergschadensgebiet.

Eine Sonderstellung nimmt die große Einbruchspinge, die erst in den letzten Jahren der Bergbautätigkeit entstanden ist, ein. Im Bereich nördlich des Fuchstagebaues wurde etwa um 1975 eine Vererzungszone erbohrt, die durch den sog. „Schmiedbau-Stollen“ angefahren und abgebaut wurde. In einem plötzlichen Ereignis brach der Abbauhohlraum zusammen, und es entstand ein großer, einige Zehnermeter tiefer Tagbruch. Die Größe des Einbruchs, die in keinem Verhältnis zur Größe des Abbaues



Abb. 21: Graf Egger'sches Grubenhaus mit Glockenturm beim Fleischerstollen um 1925; im Hintergrund die Haselbremse mit Bremshaus (Kopfstation). Undatierte Aufnahme im Besitz von H. Schenn.

stand, ließ darauf schließen, dass unbekannte, alte Kammern oberhalb des Abbaues in Folge der jungen Bergbautätigkeit plötzlich aktiviert wurden. Allerdings gaben weder die alten Karten noch die abgeteufte Kernbohrungen Hinweise auf alte Baue in diesem Bereich.

Das ehemalige Graf Egger'sche **Fleischerstollen-Grubenhaus** (Abb. 21) ist heute nur noch eine dem endgültigen Verfall preisgegebene Ruine. Im Keller dieses Grubenhauses mündet der **Fleischerstollen**, der heute nur auf einige wenige Meter offen und dahinter verbrochen ist. Von ihm zweigt ein schöner, mit Schlägel und Eisen vorgetriebener und abwärts geneigter Stollen ab, aus dem ein alter Steigbaum (Abb. 22) geborgen werden konnte. Dieser kann, gut konserviert, im Schaubergwerk bewundert werden.

In der Nähe des Friedenbaustollens befindet sich die Ruine einer interessanten technischen Anlage. Um in der Grube einen möglichst dichten Versatz der ausgebauten Hohlräume zu erzielen und Restpfeiler noch gewinnen zu können, wurde kurzfristig das so genannte „Spülversatzverfahren“ eingeführt. Das Verfahren wurde in Hüttenberg zwischen 1924 und 1939 angewendet, dann aber wegen technischer und wirtschaftlicher Probleme wieder eingestellt. Das zum Einspülen in die Grube benötigte Wasser musste, meist untertage, von der Löllinger Seite durch eine 2.400 m lange Leitung zugeführt werden. Es wurde in einem Reservoir nahe dem Fleischerstollen gespeichert. Die **Spülversatzanlage** wurde im Juli 1939 stillgelegt.

Über das ehemalige Bremshaus der **Friedenbaubremse** – heute Prof. Harry-Jeschofnig-Museum – führt unser Weg über die Trasse der Bremse zum **Grubenhaus beim Wilhelm-Stollen**, das heute noch als Wohnhaus genützt wird. Im Keller des Hauses mündet der Wilhelm-Stollen, einer der wichtigen „Erbstollen“ am Hüttenberger Erzberg. Im Jahre 1875, also in der Zeit der HEWG war der Barbarastollen im Mosinzer Revier mit dem Löllinger Erbstollen verbunden und stellte damit eine etwa 1.700 m lange Hauptverbindung durch den Hüttenberger Erzberg dar. Seitlich war auch der stark ansteigende Wilhelmstollen eingebunden.

Eine Reihe von heute stark verwachsenen Einbruchspingen zieht vom Niveau Wilhelm über den nördlichen Talhang und markiert den Verlauf des größten Erzkörpers der Hüttenberger Lagerstätte, den Zug des Knappenberger Hauptlagers, das walzenförmig auf eine streichende Länge von etwa 700 m im Marmorkörper eingebettet war. Der Abbau dieses Lagers im versatzlosen Bruchbau hat „in breiter Front Sackungen bis Rutschungen im ganzen Nordhang des Grabens ausgelöst“ (39). Diese Hangbewegungen, die keine echten Rutschungen, sondern Setzungen infolge von Bergschäden sind, haben die gesamte Siedlung „Altknappenberg“ betroffen und bis in das Wiesengelände um den Pulverturm auf



Abb. 22: Steigbaum im Schrämstollen beim Fleischerstollen, jetzt im Schaubergwerk Hüttenberg in Knappenberg. Aufnahme: H. Prieger.

der Stoffener Höhe gereicht. Bogenförmige Abriss-Stufen, die Schräglage des Pulverturmes und der klaffende Riss im Turm selbst waren Folgen dieser Bewegungen.

Wir folgen der Trasse der Horizontalbahn vom Wilhelmrevier zur **Wilhelmbremse** – das Bremshaus wurde



Abb. 23: Ehemaliges Bremshaus der Wilhelmbremse in Knappenberg, zur Barbarakirche umgestaltet und 1928 eingeweiht. Aufnahme: H. J. Köstler, November 1997.



Abb. 24: Schichtturm bei der Barbarakirche in Knappenberg. Aufnahme: K. Dieber, Juli 2004.

zur Barbarakirche umgebaut und am 4. Dezember 1928 eingeweiht (**Abb. 23**) – und erreichen den hölzernen **Schichtturm** (**Abb. 24**). Die genaue Entstehungszeit des Turmes ist nicht bekannt. Auf einer Fotografie aus dem Jahre 1871 oder 1872 – also zur Bauzeit der Wilhelmbremse – ist der Turm noch nicht zu sehen; auf einer Zeichnung Hugo Charlemont's (40) ist er allerdings bereits deutlich erkennbar. Ein Kopie dieser Zeichnung befindet sich im Bergbaumuseum Knappenberg.

Da die Holzkonstruktion des Turmes leider stark vermorscht war und auch das Schindeldach starke Schäden aufwies, wurde er mit kräftiger finanzieller Hilfe der Bevölkerung in den Jahren 2001/02 von Mitgliedern des Montangeschichtlichen Vereines von Grund auf renoviert.

Ausblick

Geführte montanhistorischen Wanderungen sollen in den nächsten Jahren – wie bereits 2002 und 2003 – wieder veranstaltet werden. Termine stehen noch nicht fest, werden aber in der Gemeindezeitung der Marktgemeinde Hüttenberg und in der Mitgliederzeitung des Montangeschichtlichen Vereines Hüttenberg bekannt gegeben. Die Mitglieder des Vereines werden auch schriftlich verständigt. Andere Interessenten können die Termine der Homepage des Montanvereines www.montanverein-huettenberg.com entnehmen oder ihr Interesse schriftlich, telefonisch (0043-4263-219) oder per Email (office@montanverein-huettenberg.com) bekannt

geben. Sie werden dann verlässlich zu jeder Wanderung schriftlich eingeladen.

Anmerkungen:

- (1) **Ucik, F. H.:** Die Situation der Montandenkmäler um den Hüttenberger Erzberg. – Montangeschichte des Erzberggebietes. Tagungsband Montanhistorischer Verein für Österreich, Leoben 1978, S. 189
- (2) **Hohn, M.:** Eisenbahnen am Kärntner Erzberg. – Verlag des Geschichtsvereines für Kärnten. Klagenfurt 1995
- (3) **Ucik, F. H.:** Die Montandenkmäler im Gebiet von Hüttenberg (mit Ausnahme der Hochofenanlagen). – 2500 Jahre Eisen aus Hüttenberg. Eine montanhistorische Monographie; Kärntner Museumsschriften Bd. 68, Klagenfurt 1981, S. 135
- (4) **Clar, E.:** Baugeologische Erläuterungen zu den Montanhistorischen Wanderwegen am alten Eisensteinbergbau Hüttenberg. – Hüttenberg 1988, S. 15
- (5) **Münichsdorfer, F.:** Geschichte des Hüttenberger Erzberges. Fotomechanischer Nachdruck der Originalausgabe 1870. Klagenfurt 1989, S. 206 bzw. **Wehdorn, M.:** Die Baudenkmäler des Eisenhüttenwesens in Österreich. – Technikgeschichte in Einzeldarstellungen. Verein deutscher Ingenieure. Nr. 27, 1977, S. 100
- (6) **Münichsdorfer, F.:** Geschichte des Hüttenberger Erzberges. Fotomechanischer Nachdruck der Originalausgabe 1870. Klagenfurt 1989, S. 206
- (7) **Köstler, H. J.:** Das Eisenschmelzwerk in Heft bei Hüttenberg (Kärnten) um die Mitte des 19. Jahrhunderts. – Festschrift Albert-Maschinhaus. Notizen zur Montangeschichte. Montangeschichtlicher Verein Norisches Eisen, Knappenberg 2001, S. 33-51 und **Köstler, H. J.:** Der Fuchsfloßofen bei Hüttenberg (Kärnten). Ein eisengeschichtliches Denkmal aus der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts. – BHM 129 (1984), S. 98-100
- (8) **Köstler, H. J.:** Das ehemalige Eisenwerk „Pfannerhütte“ in Mosinz bei Hüttenberg (Kärnten) als montangeschichtliches Ensemble. – Die Kärntner Landsmannschaft, H. 9/10, 1990, S. 59-65
- (9) **Köstler, H. J.:** Die Hochofenwerke beim Hüttenberger Erzberg (Kärnten) in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. – Carinthia I 178 (1988), S. 223-277
- (10) **Wehdorn, M.:** Die Baudenkmäler des Eisenhüttenwesens in Österreich. – Technikgeschichte in Einzeldarstellungen. Verein deutscher Ingenieure. Nr. 27, 1977, S. 106
- (11) **Köstler, H. J.:** Die Anlagen der Eisenerzeugung im Hüttenberger Raum und ihre technischen Denkmäler. – 2500 Jahre Eisen aus Hüttenberg. Eine montanhistorische Monographie; Kärntner Museumsschriften Bd. 68, Klagenfurt 1981, S. 76-115, bes. S. 99
- (12) wie (11), S. 101
- (13) wie (6), S. 216

- (14) **Wießner, H.:** Geschichte des Kärntner Bergbaues, III. Teil: Kärntner Eisen. Archiv f. vaterländ. Geschichte u. Topographie 41/42. Bd., Klagenfurt 1953
- (15) Die Barbarakapelle auf der Lölling-Sonnseite. Festschrift zur Weihe am 25. Juni 2006. – Montangeschichtlicher Verein Norisches Eisen, Knappenberg 2006, S. 7
- (16) wie (17), S. 22-29
- (17) **Schmid, W.:** Norisches Eisen.-Beitr. Gesch. d. Österr. Eisenwesens, Abt. 1, H. 2, Wien-Berlin-Düsseldorf 1932, S. 15-16 bzw. S. 181-182
- (18) **Sperl, G.:** Montangeschichte des Erzberggebietes nach archäologischen und schriftlichen Dokumenten. – Habilitationsschrift an der Geisteswissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien, 1988, S. 209
- (19) **Cech, B., H. Preßlinger, G. K. Walach:** Interdisziplinäre Untersuchung eines mittelalterlichen Eisenschmelzplatzes auf der Kreuztratte auf dem Hüttenberger Erzberg, Kärnten. – Archaeologia Austriaca, Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas, Bd. 88/2004, S. 183-203
- (20) **Seeland, F.:** Beitrag zur Geschichte des Hüttenberger Erzberges. – Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen, Wien 33, S. 292-294 und 312-314
- (21) **Ucik, F. H.:** Die Montandenkmäler im Gebiet von Hüttenberg (mit Ausnahme der Hochofenanlagen). – 2500 Jahre Eisen aus Hüttenberg. Eine montanhistorische Monographie; Kärntner Museumsschriften Bd. 68, Klagenfurt 1981, S. 125
- (22) **Müller, J. et al.:** Die Geschichte von Lölling. – Eigenverlag Lölling 1994
- (23) **Dieber, K.:** Der Löllinger Erbstollen. – „Norisches Eisen“, Mitteilungen des Montangeschichtlichen Vereines „Norisches Eisen“, 2004, S. 11-12
- (24) **Köstler, H. J., und H. Schenn:** Montangeschichtlicher Führer durch Lölling bei Hüttenberg (Kärnten). – Hüttenberg 1986, S. 53
- (25) **Hohmann, H.:** Ziegelgitter im Alpen-Adria-Raum. – Internationales Städteforum Graz, Bd. 2, Graz 1987
- (26) wie (24), S. 51
- (27) **Köstler, H. J.:** Zur Stilllegung des Eisenwerkes in Lölling beim Hüttenberger Erzberg (Kärnten) im Jahre 1899. – Die Kärntner Landsmannschaft, H. 9 /10, 1999, S. 54-62, bes. S. 55
- (28) wie (3), S. 121
- (29) **Hartl, F.:** Kindheit und Jugend im Löllingergraben. – Eigenverlag, 2. Auflage Völkermarkt 2002, S. 160-161
- (30) wie (27)
- (31) **Köstler, H. J.:** Die Roheisenerzeugung in Kärnten von 1870 bis zu ihrer Auflassung im Jahre 1908. – Radex-Rdschau, 1979, H. 2, S. 961-993, bes. S. 978
- (32) **Köstler, H. J. und H. Schenn:** Montanhistorischer Führer durch Lölling bei Hüttenberg (Kärnten). – Hüttenberg 1986, S. 11
- (33) **Köstler, H. J.:** Das Eisenschmelzwerk in Heft bei Hüttenberg (Kärnten) um die Mitte des 19. Jahrhunderts. – Festschrift Albert-Maschinhaus. Notizen zur Montangeschichte. Montangeschichtlicher Verein Norisches Eisen, Knappenberg 2001, S. 33
- (34) **Mörtl, J., H. Seiser, F. H. Ucik:** Museumsführer Knappenberg.- Verein der Freunde des Bergbaumuseums-Schaubergwerk Hüttenberg, Klagenfurt 1993
- (35) **Ucik, F. H.:** Der Albert Dickmann-Stollen. – Festschrift Albert-Maschinhaus-Notizen zur Montangeschichte. Montangeschichtlicher Verein Norisches Eisen, Knappenberg 2001, S. 24-28
- (36) **Schuster, W.:** Die Geschichte der Betriebe der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft. 5.Abtlg.: Der Hüttenberger Erzberg und die Betriebe in Kärnten. – ÖAMG 1881-1931. Wien 1931, S. 492
- (37) **Hohn, M.:** Eisenbahnen am Kärntner Erzberg. – Verlag des Geschichtsvereines für Kärnten. Klagenfurt 1995, S. 39-44
- (38) wie (4), S. 6
- (39) wie (4), S. 11
- (40) In: „Die Österreichisch-Ungarische Monarchie in Wort und Bild“, Bd. II: Kärnten und Krain, Wien 1891



Archäometrische Prospektion im Raum Hüttenberg – ein Überblick

Georg Karl Walach, Leoben

Die Eisengewinnung im Raum Hüttenberg, die bis in vorrömische Zeit zurückreicht, steht bereits seit langem im Blickpunkt der wissenschaftlichen Forschung. Aufbauend auf dem Stand des Wissens, der z. B. in dem Band „2500 Jahre Eisen aus Hüttenberg – Eine montan-historische Monografie“ (1) oder in der Arbeit von F. Glaser (2) dokumentiert ist, wurde ab dem Jahre 1990 im Rahmen eines Pilotprojektes versucht, Lage und Verteilung der historischen Eisengewinnungsstätten im Bereich des Görtschitztales und an den Flanken des Hüttenberger Erzberges durch eine geowissenschaftlich/geophysikalische Prospektion systematisch zu erfassen. Nach einer Pause von einigen Jahren begann im Jahre 2000 eine neuerliche Erkundungsphase, die in den Jahren 2003 bis 2006 durch ein Forschungsprojekt mit dem Titel „FERRUM NORICUM – Feldarchäometrische Suche und Erkundung von Fundstätten der vorrömischen und römischen Eisenproduktion im Raum Hüttenberg, Kärnten“ ihren vorläufigen Abschluss fand (3).

In den 16 Jahren Prospektion auf den Spuren der Eisenerzeugung in diesem Raum erstreckten sich die Untersuchungen über ein etwa 20 km² großes Gebiet entlang des Görtschitztales, das etwa von St. Martin am Silberberg im Norden bis Klein St. Paul im Süden reicht. Das Wissen über die vorrömische und die römische Eisengewinnung dieser Region stützte sich bisher vor allem auf einige spätantike Quellen sowie auf vereinzelte Zufallsfunde, Dokumentationen über Notgrabungen und verstreute Beobachtungsnotizen. Diesen Wissensstand zu erweitern und zu vertiefen, war das primäre Ziel der Prospektionsprojekte.

Der hier vorliegende Artikel soll einen Überblick über den Prospektionsraum geben, den Umfang der durchgeführten Untersuchungen darstellen sowie an Hand zweier Beispiele den Nutzen der Archäoprospektion für die Planung von archäologischen Freilegungen erläutern.

1 Übersicht über die Messgebiete

Die seit dem Jahre 1990 prospektierten Flächen im Raum Hüttenberg reichen von der Flanke des Hüttenberger Erzberges bis in die Niederungen des Görtschitztales, wobei sich die Untersuchungen im Laufe der verschiedenen Projektphasen immer mehr auf den

Bereich Erzberg konzentrierten. Die wichtigsten Untersuchungsgebiete im Bereich Knappenberg/Hüttenberg sind in **Abb. 1** dargestellt.

Unmittelbar unterhalb des Erzberges (Nr. 6 in Abb. 1) liegt das Untersuchungsgebiet Kreuztratte (Nr. 1) in dem sowohl geophysikalische Prospektion (Geomagnetik und Geoelektrik) als auch eine archäologische Grabung durchgeführt wurden. Die Grabung legte eine Schlackenhalde frei, ein Beispiel für die Ergebnisse der Geophysik ist in Kapitel 3 dargestellt.

Das zentrale Gebiet für die Untersuchungen im Projekt „Ferrum Noricum“ bildeten die Messgebiete Semlach-Eisner (Nr. 2), Semlach-Freidhöfl (Nr. 3) und Semlach-Kirchbichl (Nr. 4), wobei ein Großteil der archäometrischen Prospektion (Beispiel in Kapitel 3) und der archäologischen Grabungen auf der so genannten Eisnerwiese stattfand. Im Bereich um diese Fläche wurden

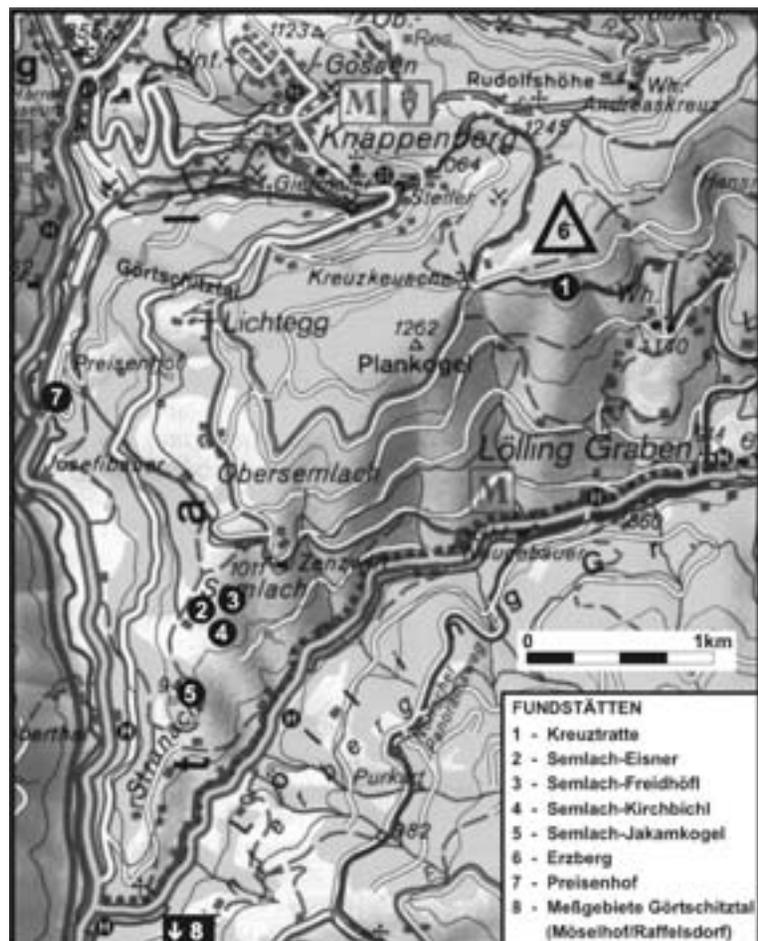


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete

auch die Hohlwege, in denen das Schlackenkonglomerat aus der Verhüttung aufgeschlossen ist, magnetisch kartiert. Ein weiteres Messfeld in der Katastralgemeinde Sendlach ist der Jakamkogel (Nr. 5), hier konnten die Untersuchungen jedoch wegen Differenzen mit dem Grundstücksbesitzer nicht abgeschlossen werden.

In der Talsohle des Görttschitztales wurden die Untersuchungen auf den Bereich Möselhof-Raffelsdorf (Nr. 8) konzentriert, wobei eine Fläche von einigen tausend Quadratmetern magnetisch kartiert wurde. Andere Fundstellen im Tal wie, z. B. der Preisenhof (Nr. 7) konnten zwar begangen werden, es wurde aber noch keine geophysikalische Prospektion durchgeführt.

2 Zeitlicher und methodischer Überblick über die Prospektion

Um einen Eindruck über die auf den einzelnen Messflächen angewandten geophysikalischen Methoden zu bekommen, wurden die wichtigsten Messkampagnen in **Tabelle 1** zusammengefasst. Neben den in der Tabelle angeführten Hauptfeldeinsätzen, die zwischen 5 und 15 Geländetage in Anspruch nahmen, wurden noch zahlreiche weitere ein- und mehrtägige Begehungen und Beprobungen durchgeführt. Verschiedene kleinere Ergänzungsmessungen, wie z. B. die In-situ-Bestimmung der magnetischen Suszeptibilität, wurden auch während der Grabungsphase im Sommer vorgenommen.

Die in Tabelle 1 angeführten Messmethoden sind die geomagnetische Flächen- und Profilkartierung (Magnetik), elektromagnetische Kartierungen zur Bestimmung der Bodenleitfähigkeit (EM) und geoelektrische Multi-

elektroden-Profilmessungen (MELE) zur Bestimmung des geologischen Schichtaufbaues (Widerstandsmessung). Die Messungen erfolgten entsprechen dem Prospektionskonzept vom Großen ins Kleine, wobei der Messpunktsabstand zwischen 10 m und 0,5 m variierte.

Bei den petrophysikalischen Untersuchungen (Petrophysik) wurden vor allem die Kennwerte Dichte (Rein- und Raumdichte), Porosität und magnetische Suszeptibilität bestimmt. Neben diesen Laboruntersuchungen wurden im Gelände Bohrstockuntersuchungen zur Erkundung der Bodenstruktur durchgeführt.

Einen weiteren Teil des geowissenschaftlichen Projektes bildeten die geologisch/geochemischen Untersuchungen von Univ.-Prof. Dr. phil. Walter Prochaska (Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenlehre). Über diese Arbeiten wird im Rahmen einer Gesamtpublikation für das Projekt berichtet.

3 Ergebnisse der Geophysik

Um einen Einblick zu geben, was die archäometrische Prospektion für die Planung von archäologischen Grabungen leisten kann, sollen im Folgenden zwei Beispiele für geophysikalische Ergebnisse kurz dargestellt werden. Das erste Beispiel zeigt das Ergebnis einer geoelektrischen Kartierung im Messgebiet Kreuztratte (4). Dieses Gebiet liegt auf einer abfallenden Wiesenfläche in etwa 1.220 m Seehöhe am Südhang des Hüttenberger Erzberges. An dieser Stelle erfolgte bereits 1929 eine archäologische Grabung durch Wilhelm SCHUSTER, bei der eine Steinsetzung freigelegt wurde. Die zeitliche Einordnung erfolgte als Schmelzofen der römischen

Tabelle 1: Übersicht über die Messflächen und die angewandten Messmethoden

MESSGEBIET	MESSZEIT	METHODE			
		MAGNETIK	EM	MELE	PETROPHYSIK
KREUZTRATTE	04/2000	x			
KREUZTRATTE	04/2001	x			x
KREUZTRATTE	06/2003			x	
SEMLACH-EISNER	04/2000	x			
SEMLACH-EISNER	04/2003	x			
SEMLACH-EISNER	07/2003	x			
SEMLACH-EISNER	04/2004	x	x	x	
SEMLACH-EISNER	07/2004				x
SEMLACH-EISNER	05/2005	x	x		
SEMLACH-FREIDHÖFL	07/1990	x		x	x
SEMLACH-KIRCHBICHL	07/1990				x
SEMLACH-KIRCHBICHL	07/2004				x
SEMLACH-JAKAMKOGEL	04/2001	x			x

Kaiserzeit, diese Zuordnung ist jedoch heute widerlegt. Bei einer im Jahre 1983 von Clemens EIBNER durchgeführten Nachgrabung konnten nur noch Reste von Trockenmauerwerk gefunden werden, was eine Zerstörung der Anlage im Zuge des Wegebbaus vermuten lässt.

Auf Basis dieser Grabungsexpertisen erfolgten Planung und Durchführung einer geophysikalischen Prospektion, die sich auf eine Kombination einer geomagnetischen Flächenkartierung zur Abgrenzung der Schlackenhalde und auf geoelektrische Profilmessungen (Multielektrode-technik) zur detaillierteren Beschreibung des Aufbaus des Schlackenkörpers stützt.

In **Abb. 2** ist das Ergebnis der geoelektrischen Kartierung dargestellt. Das wiedergegebene geoelektrische Schichtmodell (Profil E1) zeigt eine klare Abgrenzung zwischen dem Schlackenkörper (schwarz) und den Nebengesteinen (grau). Die Schlackenhalde liegt dem natürlichen Untergrund auf und wird in ihrem nördlichen Teil von Hangmaterial überlagert. Dieses Ergebnis wurde durch ein Parallelprofil (Profil E2) sowie durch die Grabungsergebnisse voll bestätigt. Eine Zusammenschau der geoelektrischen und der (hier nicht dargestellten) geomagnetischen Messungen eröffnet die Möglichkeit einen Schätzwert für das noch vorhandene Schlackenvolumen zu ermitteln. Bestimmt man aus der Geo-

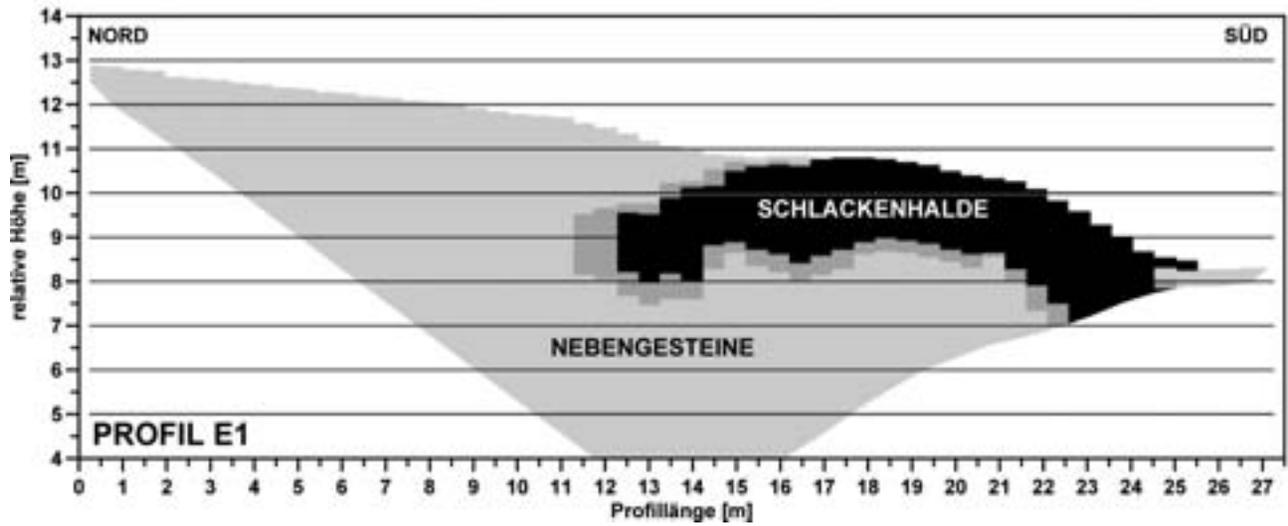


Abb. 2: Ergebnisse der geophysikalischen Prospektion auf der Kreuztratte

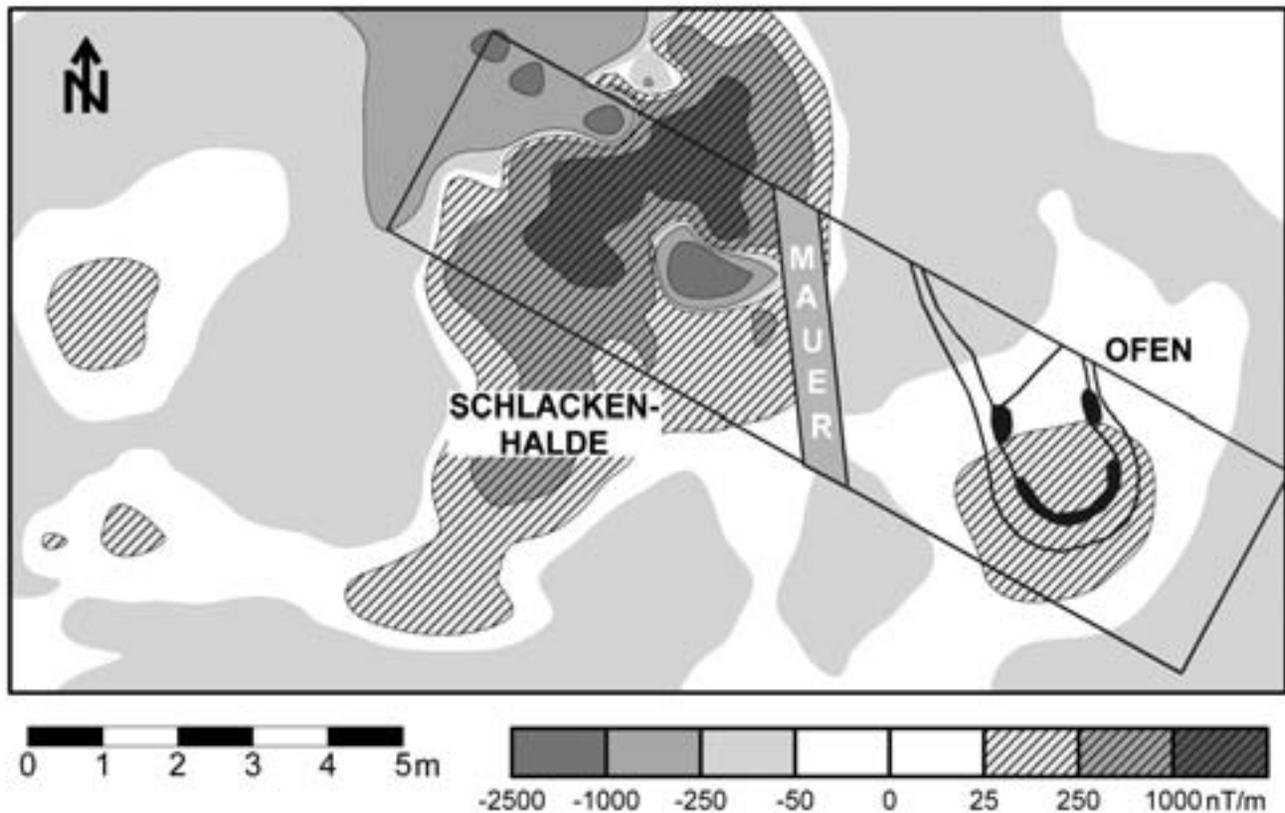


Abb. 3: Geomagnetische Kartierung über einem Schmelzofen und einer Schlackenhalde (Vertikalgradient)

magnetik die Kontur der Schlackenhalde mit etwa 150 m² und aus der Geoelektrik eine mittlere Mächtigkeit von etwa 2 m, so ergibt dies ein geschätztes Volumen von 300 m³ bzw. 600 Tonnen Schlacke. Eine Abschätzung der Betriebsdauer und generelle volumetrische Betrachtungen sind aus der geophysikalischen Prospektion nicht möglich, da diese nur den Rest einer einstmals bedeutend größeren Betriebs- und Ablagerungsstätte erfasst hat.

Als zweites Beispiel ist in **Abb. 3** eine geophysikalische Kartierung (Geomagnetik, Parameter Vertikalgradient) im Raster 0,5 x 0,5 m über einer Schlackenhalde und einem Schmelzofen auf der so genannten Eisnerwiese (Messgebiet Sendlach-Eisner) dargestellt. Als Overlay wurden die wichtigsten Ergebnisse der archäologischen Grabung eingefügt. Die mächtige Schlackenhalde zeichnet sich durch eine hohe positive Anomalie (über 1.000 nT/m, Schraffur dunkel) ab, die durch die für die Methode typischen Begleit-anomalien (dunkel, ohne Schraffur) flankiert wird. Östlich der Mauer folgt eine Zone mit geringen Störungen, in der sich der Schmelzofen als deutliche Anomalie von bis zu 250 nT/m (Schraffur hell) abzeichnet.

Diese beiden Beispiele, die exemplarisch für den großen Umfang der Einzelmessungen stehen, zeigen die Möglichkeiten, die sich aus einer systematischen geophysikalischen Prospektion ergeben. So kann durch eine

Arbeitsweise vom Großen ins Kleine, also durch eine sukzessive Verringerung des Messpunktabstandes, eine starke Einschränkung des potentiellen Grabungsgebietes erreicht werden. Durch diese Reduzierung auf relativ kleine Flächen kann eine punktgenaue Planung der archäologischen Grabung erfolgen.

Diese Arbeit ist meinem Vater, *Univ.-Prof. Univ.-Doz. Dr. Georg Walach*, gewidmet, auf dessen Initiative diese Untersuchungen durchgeführt wurden. Leider kann er aufgrund seiner Krankheit unsere Forschungsbemühungen nicht mehr durch seine Kreativität und sein Wissen unterstützen.

4 Literatur

- (1) Ucik, F. H. (Hrsg.): 2500 Jahre Eisen aus Hüttenberg – Eine montanhistorische Monografie, Verlag des Landesmuseums für Kärnten, Klagenfurt 1981.
- (2) Glaser, F.: Antike Eisengewinnung in Noricum. Metallgewinnung und -verarbeitung in der Antike, Nitra 2000.
- (3) Cech, B., Preßlinger, H. und Walach, G. K.: Interdisziplinäre Untersuchungen zum Ferrum Noricum am Hüttenberger Erzberg – ein Vorbericht. In: *res montanarum* 33/2004, S. 72-78.
- (4) Cech, B., Preßlinger, H., Walach, G. und Walach, G. K.: Interdisziplinäre Untersuchung eines mittelalterlichen Eisenschmelzplatzes auf der Kreuztratte am Hüttenberger Erzberg (Kärnten). In: *archaeologia austriaca* 88/2004, S. 183-204.



▲ *Geomagnetische Kartierung auf der Kreuztratte, Lölling-Sonnseite bei Hüttenberg.*

Aufnahmen: G. Walach, April 2001

◀ *Geomagnetische Feldmessungen am Jakamkogel, Sendlach bei Hüttenberg*

Archäologische Untersuchungen zum Ferrum Noricum auf der Fundstelle Sendlach/Eisner am Hüttenberger Erzberg

Brigitte Cech, Wien

Im Jahr 2003 begann ein interdisziplinäres Projektpaket des Österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung zum Thema „Ferrum Noricum“. Neben der Archäologie sind folgende wissenschaftliche Disziplinen daran beteiligt: Geophysik und Lagerstättenkunde, Metallurgie, Paläomagnetik, Dendrochronologie und Holzartenbestimmung sowie Paläozoologie. (1)

Schon erste Geländebegehungen und orientierende geophysikalische Messungen haben gezeigt, dass die Fundstelle Sendlach/Eisner ein bedeutendes Zentrum antiker Eisengewinnung ist.

Die hier verhütteten Eisenerze sind im Wesentlichen leicht verhüttbare manganreiche Blau- und Braunerze aus der Oxidationszone des Hüttenberger Erzberges, die ab der Spätlaténezeit wirtschaftlich genutzt wurden.

Die Fundstelle liegt in der Katastralgemeinde Lölling, im Ortsteil Sendlach. Der rund 10.000 m² große Kernbereich der Fundstelle liegt auf einer freien Wiesenfläche am Südwestabhang des Hüttenberger Erzberges (Abb. 1). Bisher wurden 542 m² archäologisch untersucht. (2)

Geophysikalische Prospektion

Vor Beginn der archäologischen Untersuchungen wurde die Fundstelle geomagnetisch prospektiert. (3) Diese Prospektionsergebnisse bildeten die Grundlage für die archäologischen Untersuchungen. Ein sehr gutes Beispiel für die Bedeutung der Prospektion in der Montanarchäologie ist der in Schnitt 3 gefundene Ofen 1 (Abb. 2). Die Prospektion zeigte in diesem Bereich der Fundstelle zwei deutlich voneinander abgegrenzte Bereiche. Die Schlackenhalde im nordwestlichen Teil des Schnittes als mächtige Anomalie von ± 5000 nT/m und der Schmelzofen im Südostteil, der zwar eine geringere Anomalie aufweist, jedoch durch seine runde Form als Einzelobjekt klar abgezeichnet ist. Zwischen den beiden Objekten befindet sich ein Bereich, in dem nahezu keine Magnetfeldstörungen (Anomalien) erkennbar sind. Die-



Abb. 1: Die Fundstelle Sendlach/Eisner – Blick nach Süden. Foto: B. Cech.

ses Ergebnis wurde durch die Ausgrabung voll bestätigt. Westlich der Mauer, die zwischen den beiden Anomalien liegt, wurde eine mächtige Schlackenhalde und östlich davon ein gut erhaltener Schmelzofen freigelegt.

Die archäologischen Untersuchungen

Die archäologischen Untersuchungen konzentrierten sich auf einen Kernbereich (Schnitte 1, 2, 5 bis 8), sowie auf einen Ofenstandort im Norden (Schnitt 3) und eine kleine Fläche im Süden (Schnitt 4) (Abb. 3).

Insgesamt konnten bisher fünf Schmelzöfen freigelegt werden. Ofen 1 liegt in Schnitt 3 und die Öfen 2 bis 5 in der ergrabenen Kernfläche (Abb. 4 und 5).

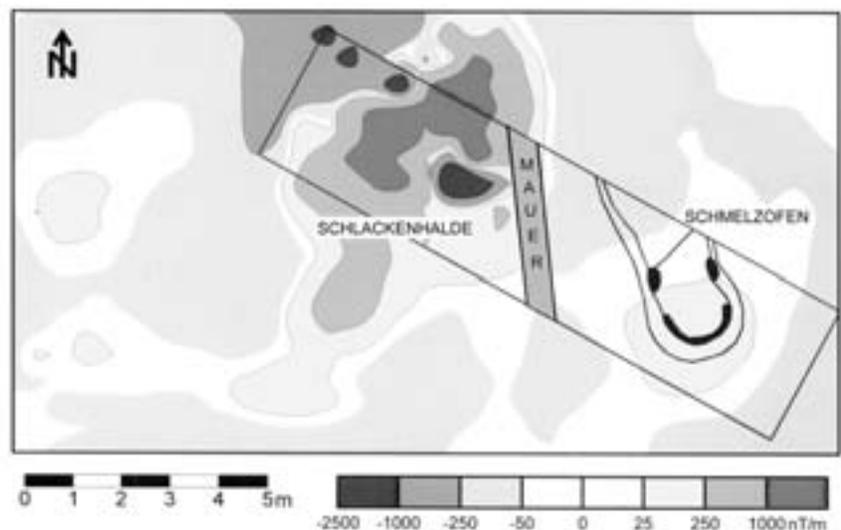


Abb. 2: Sendlach/Eisner - Schnitt 3: Geomagnetik-Vertikalgradient: Isanomalienplan mit Grabungsergebnis, Messpunktabstand 1 x 1 m.

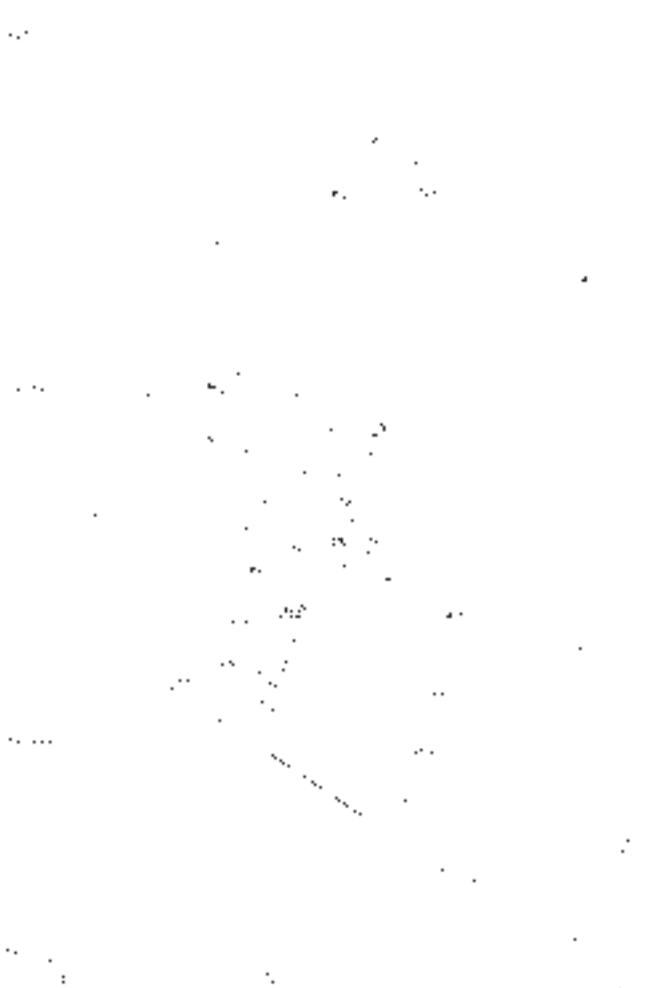


Abb. 3: Semlach/Eisner, die Lage der Grabungsschnitte.

Die Kernfläche wird im Westen von einer über nahezu die gesamte Nord-Süd Ausdehnung verlaufenden kaiserzeitlichen Mauer begrenzt, die die die Schlackenhalde vom eigentlichen Arbeitsbereich trennt. An ihrem nördlichen Ende schließt eine nach Südosten ziehende, wahrscheinlich spätantike Mauer an (Abb. 6).

Auch diese Mauer diente der Begrenzung der Arbeitsfläche. Innerhalb der von diesen beiden Mauern umgrenzten Fläche wurden vier kaiserzeitliche Schmelzöfen und fünf zu diesen Öfen gehörende Schmiedeessen freigelegt. An weiteren Befunden gibt es mehrere, zeitlich nicht näher einzuordnende Pfostenlöcher und Gruben. Im Nordosten – außerhalb der Mauern – wurden zwei kaiserzeitliche Kalkgruben und weitere nicht näher einzuordnende Pfostenlöcher und seichte Sohlgräben freigelegt.

Keramische Funde sowie Dendrodaten und Paläomagnetikdaten erlauben eine Datierung der Fundstelle. Die ältesten Funde stammen aus der mittleren Bronzezeit. Von der Mitte/2. Hälfte des 1. Jahrhunderts v. Chr. an ist eine durchgehende Nutzung des Industriestandortes bis in die Mitte des 4. Jahrhunderts n. Chr. nachgewiesen, mit einem Schwerpunkt ab dem Beginn des 1. Jahrhunderts n. Chr. Die Funde der römischen Kaiserzeit umfassen heimische Gebrauchskeramik und Importware (Terra Sigillata aus Oberitalien, Gallien und dem Rheinland und Feinware aus Italien), Bruchstücke

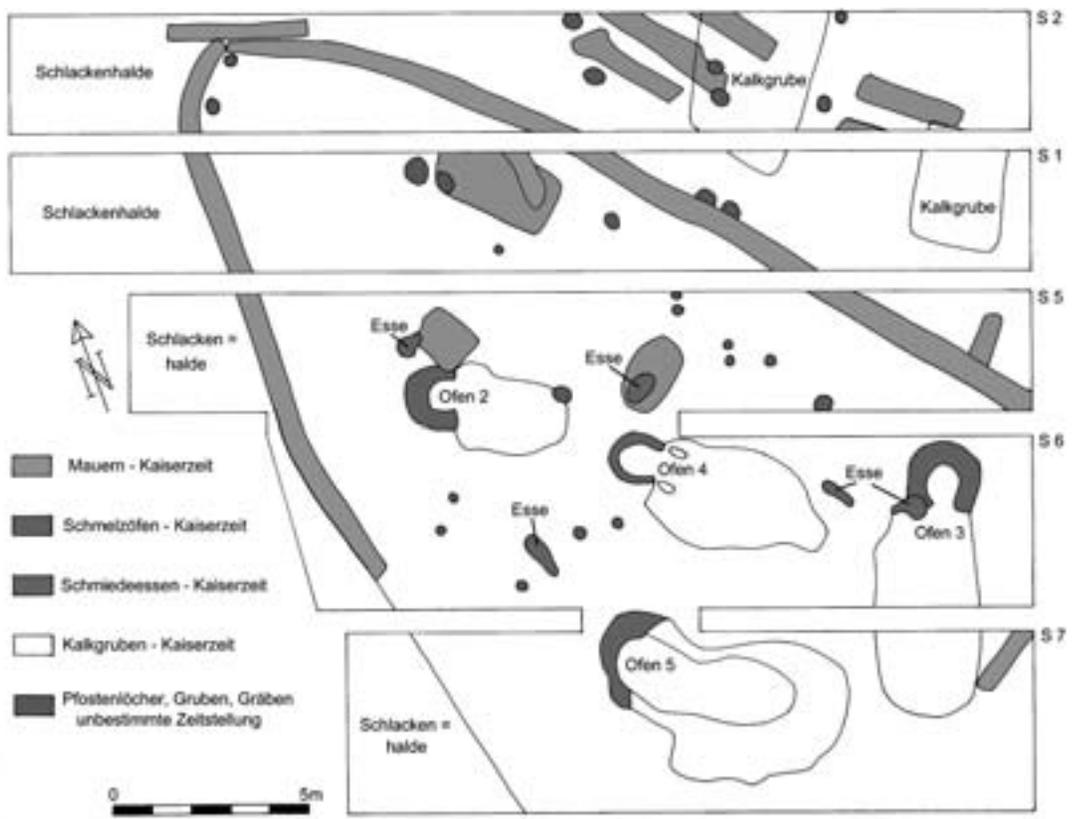


Abb. 4: Semlach/Eisner, Plan der archäologischen Befunde der Kernfläche.



Abb. 5: Sendlach/Eisner, Übersichtsaufnahme der Grabungsfläche des Jahres 2005 mit den kaiserzeitlichen Mauern und den Öfen 2 bis 5 – Blick nach Westen. Foto: B. Cech.



Abb. 6: Sendlach/Eisner, die kaiserzeitlichen Mauern – Blick nach Westen. Foto: B. Cech.

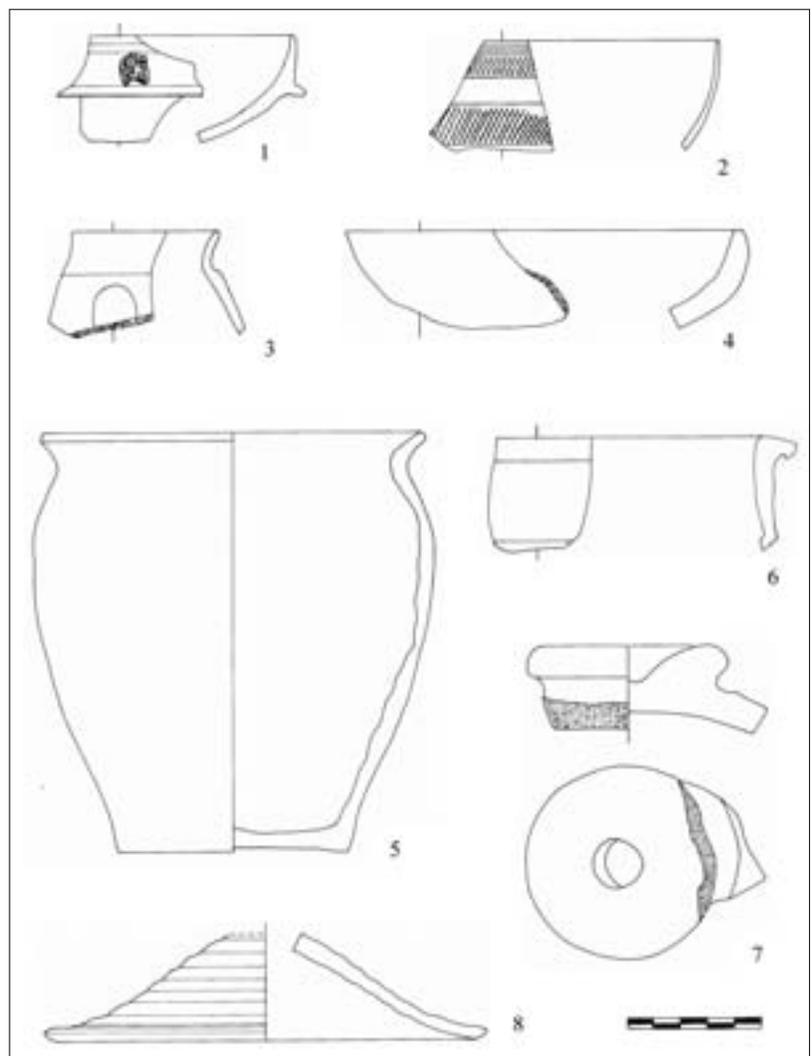
von Glasgefäßen, Bruchstücke von Hohlziegeln einer Wandheizung, Mahlsteine von Handmühlen für Getreide sowie zahlreiche Tierknochen. Buntmetall- und Stahlfunde sind sehr spärlich vertreten.

Die Tierknochen (Schwein, Rind, vereinzelt Ziege und Schaf) zeigen Hack- und Schnittspuren wie aus dem urbanen römischen Bereich bekannt sind. Diese „rationalisierte“ Zerlegungstechnik zeigt, dass viele Menschen zentral mit Fleisch versorgt werden mussten. (4) Dieser Befund weist ebenso wie das Spektrum der Funde auf eine Siedlung und einen Verwaltungssitz in unmittelbarer Nähe der Hüttenanlagen hin.

Die Schmelzöfen

Der wichtigste archäologische Befund sind die Schmelzöfen. Aufgrund dendrochronologischer (5) und paläomagnetischer Daten (6) sind alle Öfen in die späte 1. Hälfte des 4. Jahrhunderts

Abb. 7: Sendlach/Eisner, Beispiele für kaiserzeitliche Keramik: 1 = Terra Sigillata aus Oberitalien, 2 = italische Feinware mit schwarzem Überzug, 3 = Randstück eines Faltenbechers, 4 = Randstück eines Tellers, 5 = Topf, 6 = Randstück einer Knickwandschüssel, 7 und 8 = Bruchstücke von Deckeln.



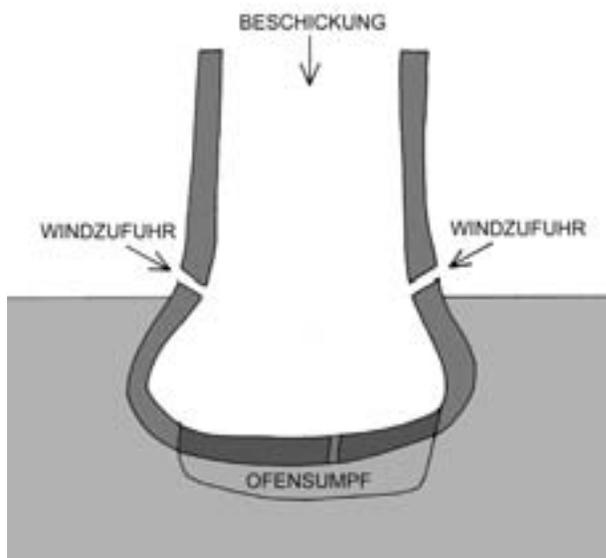


Abb. 8: Rekonstruktionszeichnung eines Schmelzofens.

n. Chr., also in die Spätphase des Hüttenbetriebes zu datieren.

Die Bauart der Öfen ist im Wesentlichen einheitlich. Es sind 80 bis 90 cm in den anstehenden Boden eingetiefte Schachtofen (Abb. 8). Die eingetieften Teile der Öfen sind ausgezeichnet erhalten, vom Aufbau sind lediglich in den Ofenschacht gestürzte Teile verglaster Ofenwand erhalten. Große Arbeitsgruben vor der Ofenbrust dienten dem Schlackenabstich und der Entnahme der Luppe. Der Sohlendurchmesser der Öfen beträgt 1 bis 1,2 m und deren Schachtdurchmesser 70 bis 75 cm.

Die Windführung erfolgte über wahrscheinlich vier Winddüsen. Bei Ofen 2 sind drei Winddüsen erhalten. Die Düsenöffnungen liegen im Ofeninneren 40 bis 60 cm über der Ofensohle. Ihre äußere Öffnung befindet sich auf der Höhe des anstehenden Bodens (Abb. 9 und 10).

In den Düsenöffnungen der Öfen 2 bis 5 wurden Reste von verkohltem Holz gefunden. Es handelt sich dabei um Holzstäbe, die in die Düsenöffnungen gesteckt wurden. Für ihre Funktion gibt es zwei mögliche Erklärungen. Einerseits könnten sie nach Beendigung des Schmelzvorganges in die Düsenöffnungen geschoben worden sein, um das „Verkleben“ der Öffnungen durch herabrinnende Ofenwand zu verhindern, andererseits könnten sie der Regelung der Windzufuhr gedient haben. Ob die Windzufuhr unter Aus-

nutzung des Kamineffektes erfolgte oder über Blasebälge ist eine noch ungeklärte Frage. Die für den Betrieb von Öfen dieser Größe erforderlichen Blasebälge müssten im anstehenden Boden fixiert gewesen sein. Bis dato konnten keine Spuren einer derartigen Verankerung gefunden werden.

Ofen 1 weist als einziger eine Steinlage auf der Ofensohle auf (Abb. 11). Der Grund dafür dürfte die Tatsache sein, dass die Ofensohle in diesem Fall nicht von anstehendem Fels – wie bei den Öfen 2 bis 5 –, sondern von anstehendem sandig/lehmigem Material gebildet wird.

Bei den Öfen 1 und 4 ist die Ofenbrust von je zwei stehenden Steinen flankiert. Sie dienen der Markierung und Stabilisierung der Ofenbrust, die nach jedem Schmelzvorgang zur Entnahme der Luppe aufgerissen wurde.



Abb. 9: Sendlach/Eisner. Ofen 2 – Winddüsen außen – Blick nach Nordwesten. Foto: B. Cech.



Abb. 10: Sendlach/Eisner, Ofen 2 – Ofeninneres mit Düsenöffnungen – Blick nach Westen. Foto: B. Cech.



Abb. 11: Semlach/Eisner, Ofen 1 – Blick nach Süden. Foto: B. Cech.



Abb. 12: Semlach/Eisner, Ofen 3 – Blick nach Norden. Foto: B. Cech.



Abb. 13: Semlach/Eisner, Schmiedeesse bei Ofen 4 – Blick nach Osten. Foto: B. Cech.

Die Öfen 3 und 5 sind von besonderem Interesse. Sie wurden mehrmals umgebaut. Ofen 3 weist insgesamt vier aneinander anschließende verglaste Ofenwände auf, Ofen 5 deren zwei.

Nach mehreren Schmelzvorgängen, als die Ofenwand bereits so stark beschädigt war, dass sie nicht mehr ausgebessert werden konnte, wurde direkt auf die verglaste Ofenwand die nächste Ofenwand aufgebracht, wobei die Position der Düsenöffnungen beibehalten wurde. Der Innendurchmesser der Öfen wurde dabei natürlich immer kleiner (**Abb. 12**).

Von besonderem Interesse sind fünf kleine Schmiedeessen in unmittelbarer Nähe der Öfen 2 bis 5. Es handelt sich dabei um seichte, in den anstehenden Boden eingetiefte, mit Lehm ausgekleidete Mulden (**Abb. 13**). Sie dienten zur Weiterverarbeitung der Luppen. Ob hier auch Roheisen gefrischt wurde, ist eine Frage, die zur Zeit noch nicht beantwortet werden kann. Die Nähe der Essen zu den einzelnen Schmelzöfen zeigt, dass jeder Ofen eine Produktionseinheit darstellte, zu deren Aufgaben auch das Ausschmelzen der Luppen gehörte.

Zusammenfassung

Wie es bei einer derart großen und komplexen Fundstelle zu erwarten ist, können vorerst nur vorläufige Aussagen getroffen werden, die durch die Untersuchungsergebnisse der kommenden Jahre vertieft werden müssen. Die Ergebnisse der ersten interdisziplinären Untersuchungen zur vorrömischen und römischen Eisengewinnung am Hüttenberger Erzberg zeigen jedoch eindeutig, dass hier ein wichtiges und großes Zentrum der Ferrum Noricum-Erzeugung war. Die archäologischen Befunde und das Fundmaterial der Fundstelle Semlach/Eisner haben ergeben, dass hier ein großes antikes Industrieareal mit Hüttenanlagen und dazugehöriger Infrastruktur – Wohnbauten und Verwaltungssitz – war. Metallurgische Untersuchungen an Schlacken und Eisen von dieser Fundstelle belegen den hohen technischen Stand römischer Hüttentechnik.

Bergung und Konservierung eines Schmelzofens

Der im Jahr 2004 gefundene Ofen 1 wurde im Anschluss an die Grabungen en bloc bergoben. (7) Im darauffolgenden Frühjahr wurde der Ofen konserviert und als Museumsobjekt gestaltet. Er steht, geschützt durch ein Haus aus Holz und Glas, auf dem Platz vor dem Schaubergwerk in Knappenberg (Abb. 14). Auf zwei Schautafeln werden der Eisenverhüttungsprozess im Rennofen und die Bergung und Konservierung des Ofens in einer für Laien verständlichen Form erklärt.



Abb. 14: Der konservierte Schmelzofen in Knappenberg. Foto: B. Cech.

Seit Beginn des Jahres 2005 ist die Marktgemeinde Hüttenberg Partner im EU-Projekt „Vie dei metalli“ Alpine Space Interreg IIIB. Teil dieses Projektes sind die Neugestaltung des Bergbaumuseums in Knappenberg mit einem Schwerpunkt Ferrum Noricum sowie die Einrichtung bergbaukundlicher Wanderwege. (8)

Anmerkungen

- (1) Die Gesamtpublikation der Ergebnisse der Untersuchungen auf der Fundstelle Sendlach/Eisner ist in Arbeit. Sie wird als Monographie im Rahmen der Zeitschrift „Römisches Österreich“ erscheinen.
- (2) B. CECH, Interdisziplinäre Untersuchungen zum Ferrum Noricum in Hüttenberg. *Rudolfinum* 2003, 2004, 99-100. B. CECH, H. PRESSLINGER und G. K. WALACH, Interdisziplinäre Untersuchungen zum Ferrum Noricum am Hüttenberger Erzberg – ein Vorbericht. *res montanarum* 45/2005, 72-78. B. CECH, Interdisziplinäre Untersuchungen zum Ferrum Noricum in Hüttenberg – Die Ergebnisse der archäologischen Untersuchungen des Jahres 2004. *Rudolfinum* 2004, 2005, 149-151. B. CECH, Interdisziplinäre Untersuchungen zum Ferrum Noricum in Hüttenberg – Die Ergebnisse der archäologischen Untersuchungen des Jahres 2004. *Rudolfinum* 2004, 2005, 149-151. B. CECH, Interdisziplinäre Forschungen zum Ferrum

Noricum in Hüttenberg, Kärnten. *Archäologie Österreichs* 16/2, 2005, 18-19.

- (3) Geophysik: Georg und Georg K. Walach, beide Institut für Geophysik, Montanuniversität Leoben. (Stand: 2003)
B. CECH, H. PRESSLINGER und G. K. WALACH, Interdisziplinäre Untersuchungen zum Ferrum Noricum am Hüttenberger Erzberg – ein Vorbericht. *res montanarum* 45/2005, 72-78.
- (4) Tierknochenbestimmung: Herbert Böhm, VIAS (Vienna Institute for Archaeological Science), Wien.
- (5) Dendrochronologie: Michael Grabner, Institut für Holzforschung, Universität für Bodenkultur Wien.
- (6) Paläomagnetik: Robert Scholger und Elisabeth Schnepf, beide Department Angewandte Geowissenschaften und Geophysik, Montanuniversität Leoben. (Stand 2007)
- (7) Ich danke dem Bürgermeister der Marktgemeinde Hüttenberg, Rudolf Schratte, für seine Unterstützung dieses schwierigen Unterfangens und den Mitgliedern des Montangeschichtlichen Vereins „Norisches Eisen“, insbesondere Willi Kleer, für Hilfe bei der praktischen Durchführung.
- (8) Project manager: Bgm. Rudolf Schratte, Technical-scientific expert: Brigitte Cech.

Stoffkundliche Beurteilung des Ofenmöllers römischer Schachtöfen in Hüttenberg/Kärnten

Hubert Preßlinger, Trieben; Brigitte Cech, Wien, und Georg Walach, Leoben

Einleitung

Bei den archäologischen Grabungen im Jahre 2005 wurden im römischen Industriegelände „Eisner/Hüttenberg“ von den Montanarchäologen vier Schachtöfen freigelegt. Die vier Schachtöfen (Ofen Nr. 2–5) entsprechen in ihrer Bauausführung dem im Jahre 2004 im selben Gelände (1) freigelegten Schachtöfen Nr. 1.

Die fünf in die 1. Hälfte/Mitte des 4. Jahrhunderts n. Chr. zu datierenden Öfen haben eine einheitliche Bauausführung. Es handelt sich um in den anstehenden Boden eingetiefte Schachtöfen, wobei nur der eingetiefte Teil jeweils erhalten ist (**Abb. 1** und **2**). Vom Aufbau sind lediglich in den Ofenschacht gestürzte Teile verglaste Ofenwand erhalten. Direkt an die Ofenbrust anschließende Arbeitsgruben dienten dem Schlackenabstich und der Entnahme der Luppe. Die Öfen sind 80 bis 90 cm in den anstehenden Boden eingetieft, der Sohlendurchmesser beträgt 1 bis 1,20 m, der Schachtdurchmesser 70 bis 75 cm. Die Öfen 3 und 5 wurden mehrmals zugestellt (**Abb. 2**). Mehrere aneinander anschließende verglaste Ofenwände sind deutlich zu erkennen. Die Schachtöfen dienten der Verhüttung von Eisenerzen, die vermutlich in unmittelbarer Nähe der Industrieanlage Eisner abgebaut wurden.

Die Windführung erfolgte über vier Winddüsen. Die Winddüsen liegen im Ofeninneren 40 bis 60 cm über der Ofensohle. Ihre äußere Öffnung befindet sich auf der Höhe des anstehenden Bodens.



Abb. 2: Mehrmals zugestellter Schachtöfen auf dem römischen Industriegelände Eisner/Hüttenberg. Aufnahme: H. Preßlinger.

Probennahme

In Ofen 2 befanden sich im Bereich der Ofenbrust, direkt auf der Ofensohle aufliegend, die Reste der Möllerei (Ofeneinsatz) der letzten Schmelze (Fund Nr. 1417). Der Ofeneinsatz hat eine unregelmäßige Form und ist stark porös.



Abb. 1: Schachtöfen auf dem römischen Industriegelände Eisner/Hüttenberg. Aufnahme: H. Preßlinger.

Fund Nr. 1410 ist ein unregelmäßig geformter, rund 60 x 50 cm großer und rund 30 bis 40 cm mächtiger kompakter Kuchen – ähnlich einer Ofensau –, der in der Geomagnetik als deutliche Anomalie zu erkennen war. Diese Ofensau befand sich nicht mehr in situ in einem Ofen, sondern wurde von den römischen Schmelzern aus dem Ofen entfernt. Ein kleines Stück wurde abgetrennt und dem Metallurgen zusammen mit dem Ofeneinsatz aus Ofen 2 zur stoffkundlichen Bestimmung übergeben.

Untersuchungsergebnisse

Aus den Kuchen (Fund Nr. 1410 und 1417) wurden Proben mechanisch abgetrennt, metallisch eingebettet und für eine lichtoptische Beurteilung präpariert.

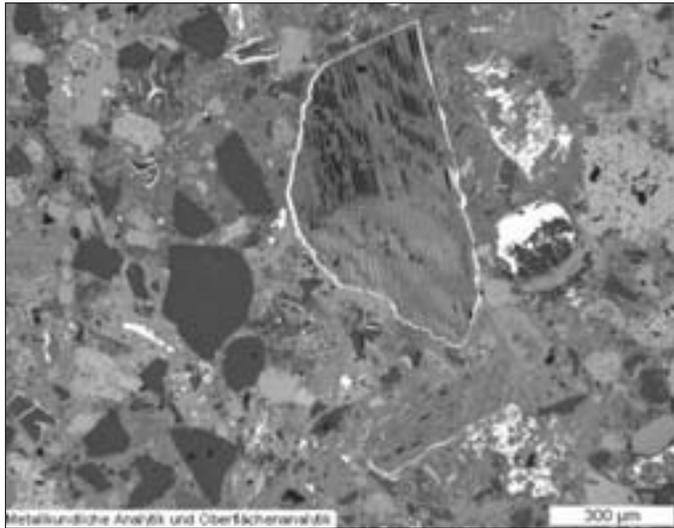


Abb. 3: Schliffbild des Ofeneinsatzes mit den Resten von Holzkohle in der Bildmitte; Matrix: grau – Erzkörner, dunkelgrau – Schlacke, schwarzgrau – Quarzkörner; ungeätzt. Fund Nr. 1417.

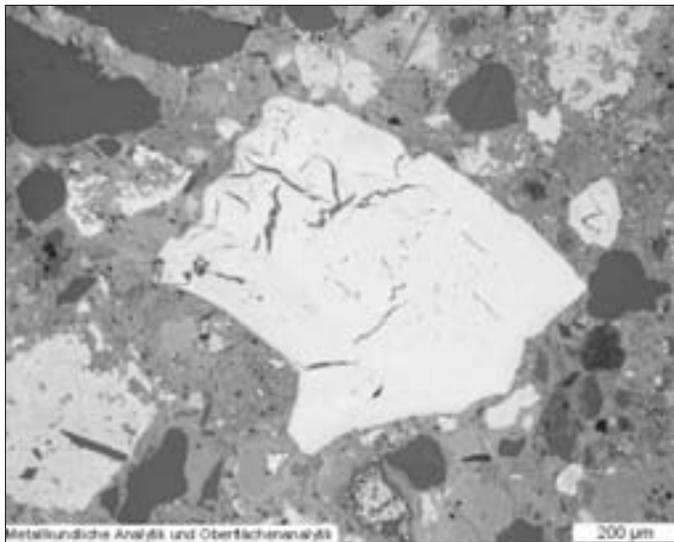


Abb. 4: Schliffbild des Ofeneinsatzes mit zu Fe reduziertem Erzkorn in der Bildmitte; Matrix: hellgrau – reduzierte Erzkörner, grau – Erzkörner, dunkelgrau – Schlacke, schwarzgrau – Quarzkörner; ungeätzt. Fund Nr. 1410.

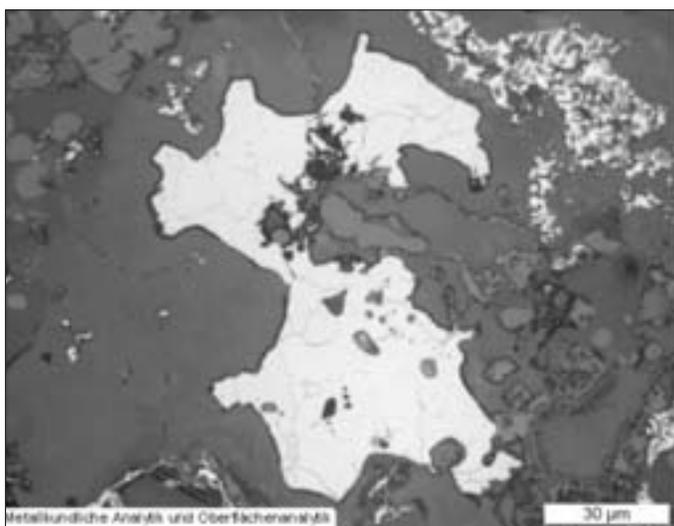


Abb. 5: Schliffbild des Ofeneinsatzes mit Ferrit; ungeätzt. Fund Nr. 1410.

Makroskopisch erkennt man an den Bruchflächen, dass die Kuchen aus vielen heterogenen, körnigen Komponenten zusammengesetzt sind (**Abb. 3 bis 5**). Man erkennt z. T. haselnussgroße, kantige Erz-, Schlacken- und Quarzkörner (Großkorn bis 20 mm), die in einer Matrix aus Erz-, Quarz-Schlackenkörner eingebettet sind. Die Probe kann man als polyminerale Breccie bezeichnen. Durch die Lagerung hat eine starke Korrosion der Breccie stattgefunden. Wüstit, Magnetit und Hämatit werden durch OH-haltige Komponenten zusammengehalten.

Im Mikroskop findet man den heterogenen Aufbau des Ofeneinsatzes wieder (**Abb. 3 und 4**). Neben den Körnern von Erz und Zuschlägen sind auch Holzkohlestücke und zum Teil zu metallischem Eisen reduzierte Erzkörner zu finden. Weiters erkennt man Granalien von Ferrit mit Schlackeneinschlüssen und Granalien von Ferrit/Perlit (**Abb. 5**). In der Probe Fund Nr. 1417 ist ein größerer Anteil an Schlackenbestandteilen festzustellen (**Abb. 6**).

Die Halbkugeltemperatur (2) liegt bei 1.490°C, die Fließtemperatur bei 1.510°C.

Diskussion der Ergebnisse

Der Schachtofen ist ein metallurgisches Aggregat, in dem die Beschickung von Fe-Trägern und den Schlackenbildnern (= Möller) sowie von Holzkohle von oben erfolgt. Der Möller wandert im Ofen nach unten und wird durch die heißen Ofengase erwärmt. Das Ofengas (CO/CO₂-Gemisch) entsteht durch Verbrennung des Windsauerstoffs mit Holzkohle vor den Winddüsen und durchströmt den Schacht nach oben zur Gicht hin. Dabei gibt das Ofengas Wärme im Oberofen an die Beschickung ab und reduziert die Erzkörner. Im unteren Bereich des Oberofens werden die flüssigen Eisenoxide der Schlacke durch das Gasgemisch reduziert.

Die Reduktion der festen Erzkörner und die Reduktion des flüssigen Wüstits durch das CO/CO₂-Gasgemisch wird indirekte Reduktion genannt. Sie ist abhängig von der CO-Konzentration des Ofengasgemisches, der Temperatur im Schacht (Oberofen), der Reduktionszeit, der Vorbehandlung des Erzes, der Korngröße, der Porosität der Körner, der mineralogischen Struktur der Erzkörner, dem Mengenverhältnis von Erz zur Holzkohle, Durchsatzzeit, Zeitpunkt und Menge der Möllierung, Windzufuhr usw. Je höher und gleichmäßiger die Ofentemperatur im Oberofen, je größer der CO-Anteil im Ofengasgemisch, je poröser die Erzkörner und je länger die Verweilzeit der Erzkörner im Oberofen sind, umso höher wird der Anteil der zu Stahl reduzierten Erzkörner sein. Das zu Stahl reduzierte Erzkorn behält dabei seine Kornform bei. Porosität der Erzkörner sowie deren Korngeometrie (je kleiner umso besser) sind die Haupteinflussfaktoren für den metallurgischen Erfolg. Im unteren Teil des Schachtes (= Oberofen) kommt es zum Auf-

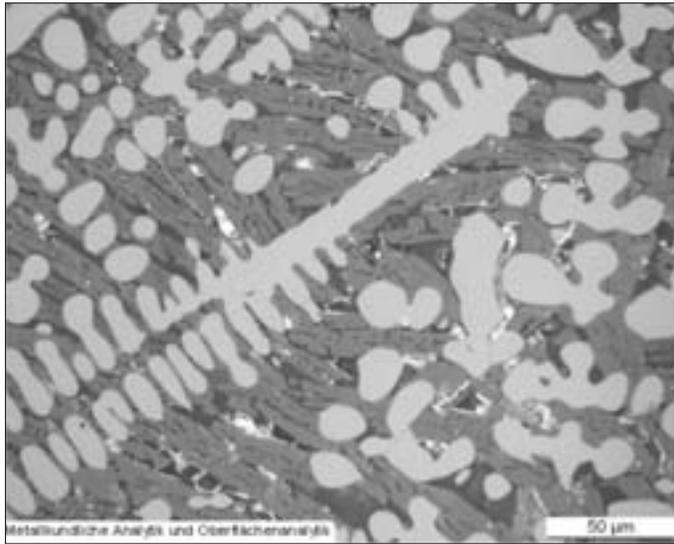


Abb. 6: Schliffbild von Schlackenbestandteilen in Fund Nr. 1417; Wüstit – hellgrau; Olivin – grau; erstarrte Restschmelze – dunkelgrau.

schmelzen der Beschickung. Dabei kann der flüssige Wüstit sowohl durch die indirekte Reduktion der Ofengase (runde Stahlgranalien) als auch durch die direkte Reduktion der Holzkohle zu Stahl reduziert werden. Bei Temperaturen über 1.000°C und Anwesenheit von Holzkohle besteht das Ofengas nach dem Baur-Glässner-Diagramm aus beinahe reinem CO. Die Produkte der Gasreduktion sind Stahlgranalien, die einen bestimmten Anteil an Eisenoxiden besitzen.

Bei der direkten Reduktion umhüllt der flüssige Wüstit die Holzkohlekörner (3), erstarrt danach und wird dann vom Kohlenstoff in einer fest/fest Reaktion reduziert. Daher findet man in den Schachtofeneinsätzen Holzkohlekörner mit einem dünnen Stahlmantel (dünne Stahlfolien).

Beim Absinken der Beschickung in den Unterofen werden die gesamten Schlackenbildner verflüssigt. Aufgrund des großen Dichteunterschiedes kommt es zur Trennung der flüssigen Schlacke von den festen Stahlbildnern. Die festen Stahlbildner – reduzierte Stahlkörner, Stahlgranalien, Stahlfolien – sintern im Unterofen zu einer stark heterogenen Stahlluppe zusammen. Abhängig von der Temperatur im Unterofen, von der Korngröße der Stahlkörner, der Viskosität der Laufschlacke usw. ist die Stahlluppe unterschiedlich stark porös und mit Schlacke und Holzkohle verunreinigt.

Die sorgfältige Abstimmung der einzelnen metallurgischen Parameter aufeinander war das einzigartige „Know-how“ der römischen Hüttenleute um Hüttenberg.

Bei gutem Fe-Ausbringen, d. h. niedrigen FeO_n -Gehalten der Laufschlacken, bei langer Verweilzeit der Stahlkörner im Oberofen (= Schacht) sowie hohen Temperaturen (über 900°C) kann es durch CO-reiche Ofengase zur Aufkohlung der Stahlkörner sowie der Stahlgranalien kommen. Dies kann ebenso im Unterofen in der Stahlluppe erfolgen. Die Aufkohlung kann bei Temperaturen über 1.450°C bis hin zur Bildung von Roheisen führen.

Eine Teilmenge des Roheisens beteiligt sich an der Bildung der Stahlluppe, die andere Teilmenge lief mit der Laufschlacke beim Schlackenabstich aus dem Schachtofen aus. Das Vorhandensein von Roheisen war ein Hinweis auf eine Fe-Ausbringen-optimierte Schmelzenführung (4).

Die stark verunreinigte Stahlluppe musste außerhalb des Schachtofens in einer eigenen Ausheizbehandlung von Schlacken und Holzkohlestücken gereinigt werden. Dieser metallurgische Arbeitsschritt erfolgte in Ausheizherden, die direkt neben den Schachtofen standen.

Die in dem Kapitel niedergeschriebenen Erkenntnisse werden durch die Untersuchungsergebnisse des Ofeneinsatzes untermauert. Sie sind wertvolle Erkenntnisse über die römische Schmelzmetallurgie zur direkten Stahlherstellung (Stahlluppe) bzw. auch zur indirekten Stahlherstellung (Roheisenstangen). Offen bleibt nach wie vor, wie das Roheisen gefrischt wurde. Vielleicht können die neben den Schachtofen freigelegten Herde unser Wissen diesbezüglich erweitern. Eine andere Möglichkeit ist das Frischen mit Eisenoxiden im Schachtofen am Ende des Schmelzvorganges (3) – (5).

Treffend hat dies bereits Harald Straube formuliert (6): „Erstmals konnte im Gegensatz zu der vordem bestehenden allgemein akzeptierten Ansicht nachgewiesen werden, dass kohlenstofffreies weiches Eisen nicht das ausschließliche Produkt dieses Verhüttungsprozesses ist, sondern dass bei entsprechender Bedingung eine sehr weitgehende Aufkohlung mit nachfolgender Abnahme des Kohlenstoffgehaltes auf sehr unterschiedliche Werte durch einen Frischvorgang möglich ist und dass bei diesem Ablauf eine zeitweilige Verflüssigung eintritt.“

Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Projektes P16070/G02 – Ferrum Noricum Hüttenberg, archäometallurgie, durchgeführt.

Anmerkungen

- (1) CECH, Brigitte; PRESSLINGER, Hubert; WALACH, Georg Karl: Interdisziplinäre Untersuchungen zum Ferrum Noricum am Hüttenberger Erzberg – ein Vorbericht. – In: res montanarum 35/2005, S. 72-78.
- (2) Bestimmungen des Schmelzverhaltens nach DIN 51730; Probenträger – Sintertonerde; Heizrate 10 K/min.
- (3) PRESSLINGER, Hubert; GAHM, Hans; EIBNER, Clemens: Die Eisenerzverhüttung im steirischen Ennstal zu Beginn des 12. Jahrhunderts. – In: BHM 128 (1983), S. 163-168.
- (4) SPERL, Gerhard: Die Entwicklung des steirischen Eisenhüttenwesens vor der Einführung des Hochofens. – In: Erz und Eisen in der Grünen Mark, Hrsg: Roth, Paul; Beitragsband zur steirischen Landesausstellung 1984; S. 83-94.
- (5) ESPELUND, Arne: Luppenstudien in Norwegen. – In: Archaeologia Austriaca 82/83 (1998/1999), S. 528-536.
- (6) STRAUBE, Harald: Ferrum Noricum und die Stadt auf dem Magdalensberg; Springer-Verlag Wien-New York; 1996.

Das Roheisen in der Römerzeit

Hubert Preßlinger, Trieben; Brigitte Cech, Wien, und Georg Walach, Leoben

Einleitung

Bei Plinius (1) ist bereits über das Roheisen nachzulesen: „Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass – sobald beim Verhütten des Rohmaterials das Eisen flüssig wie Wasser wird – es wie Schwamm aussieht und bricht.“ Den Römern bzw. den Völkern im Reichsgebiet der Römer war das „Roheisen“ bekannt.

In mehreren Literaturstellen (2) – (5) werden Roheisenanalysen römischer Produkte angegeben sowie metallographische Befunde von Roheisenproben veröffentlicht. Tylecote (3) berichtet über zwei Gusseisenproben aus Britannien mit 3,23 bzw. 3,52 Masse-% Koh-

lenstoff sowie 1,05 bzw. 1,92 Masse-% Silizium. Khevenhüller, Mitsche und Trojer (4) veröffentlichten Bilder von Roheisen mit Lamellengraphit und kamen zu der Erkenntnis: „Man muss aber mit der Möglichkeit rechnen, dass die Magdalensberg-Metallurgen ein Verfahren ausgeübt haben, bei welchem bewusst auf höhere Kohlenstoffgehalte hingearbeitet wurde.“ Weitere Angaben über Kohlenstoffgehalte in römischen Roheisenfragmenten sind in einer Veröffentlichung (5) aus dem Burgenland zu finden.

Im Zuge der metallkundlichen Beurteilung der einzelnen Funde am Schmelzplatz „Eisner“ war es daher reizvoll, nach Roheisenfragmenten gezielt zu suchen.



Abb. 1: Makroskopische Aufnahme der Roheisenprobe; Fundort Eisner/Hüttenberg.

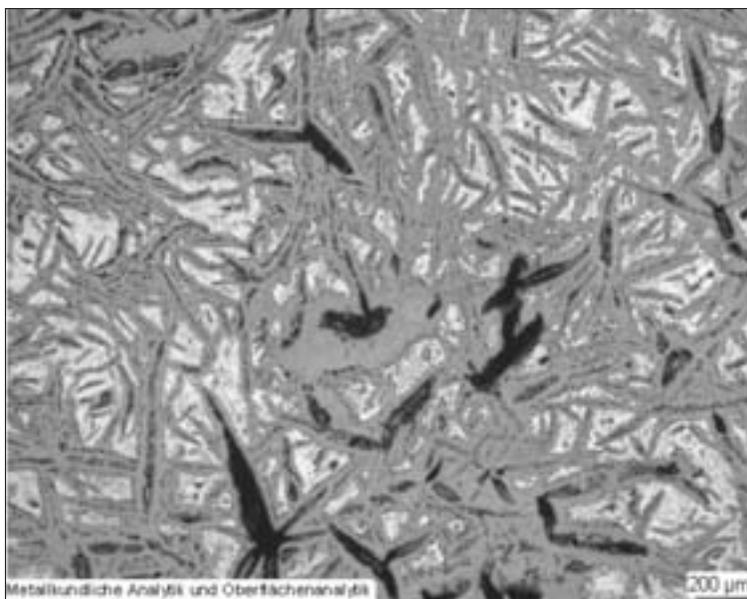


Abb. 2: Mikroskopische Aufnahme der Roheisenprobe; Fundort Eisner/Hüttenberg.

Probennahme

Aus den von der Archäologin geborgenen Funden wurde die Probe, Kraxner KR 1, Fundort Eisner/Hüttenberg, ausgewählt, die sich bereits durch ihr Gewicht und ihre Form (stangenförmig) deutlich von den Laufsclackenproben (Kuchenfragmente mit mäanderförmigen Fließfiguren) unterschied (Abb. 1). Von der Probe (237,3 g schwer) wurde mechanisch ein Stück abgetrennt und für eine metallographische Bewertung präpariert.

Ergebnisse der metallographischen Untersuchung

Die Probe hat eine stangenförmige Geometrie, die sie durch die Erstarrung in einem Gusskanal (Abstichkanal) erhalten hat. Bei der Begutachtung der Bruchfläche erkennt man einen metallischen Kern, der von Laufsclacke ummantelt ist.

Der metallische Kern ist stark korrodiert. Im angefertigten Schliff lassen sich die Strukturen eines Roheisens mit primärausgeschiedenen Graphitlamellen und dem Graphiteutektikum erkennen (Abb. 2). Die Korrosion ist vor allem um die Graphitlamellen stark fortgeschritten.

Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Die Beurteilung des Aufschmelzverhaltens der Laufsclacken ergab eine Fließtemperatur um 1.480°C. Daraus folgt, dass in den Schachtöfen Temperaturen über 1.500°C von den Metallurgen eingestellt wurden (Temperaturen, die für die Erzeugung von Roheisen ausgereicht haben).

Entscheidend für die Entstehung von Stahl oder Roheisen war der FeO_n -Gehalt der flüssi-

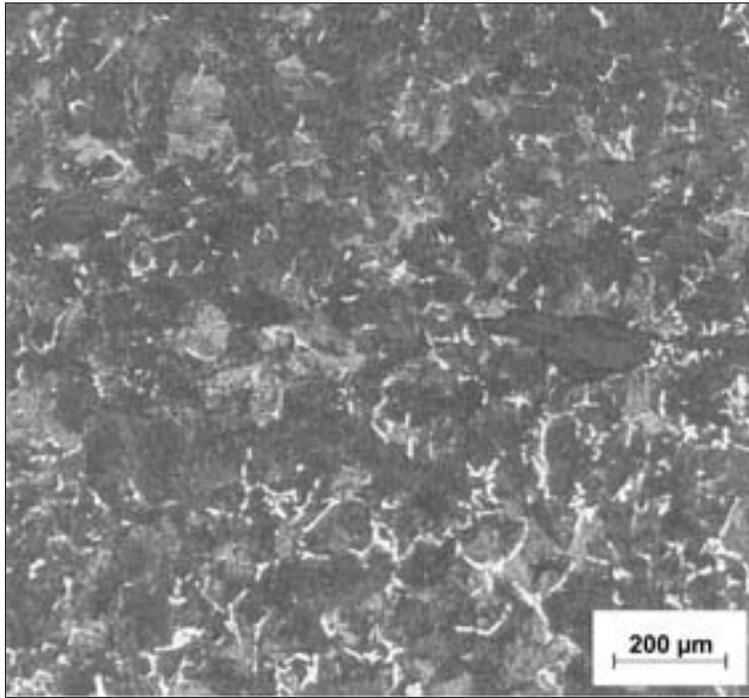


Abb. 3: Schliffbild eines Stahlbarren, Fund Nr. 78; Perlit/Ferrit; Fundort Gründberg/Gemeinde Linz.

gen Schlacke. Ist der FeO_n -Gehalt zu niedrig, wird im Schachtofen Roheisen entstehen (6) (7). D. h. für ein gutes Fe-Ausbringen musste Roheisen mit einem Kohlenstoffgehalt von 2 – 4 Masse-% anfallen, welches beim Schlackenabstich mit der Laufschlacke zusammen aus dem Schachtofen ausfloss und danach in Stangenform vorlag (6).

Roheisen ist spröde und daher nicht schmiedbar. Wenn eine Verarbeitung dieses spröden Eisenwerkstoffes erfolgte, musste dieses vorab „gefrischt“ werden. Ob ein Frischen tatsächlich durchgeführt wurde, dafür fehlen uns noch die archäologischen Belege. Es sind zwar mehrere „Schmiedefeuere“ bei den montanarchäologischen Ausgrabungen im Jahre 2005 am Verhüttungsplatz „Eisner“ freigelegt worden, ob diese zum Frischen genutzt wurden, kann derzeit nicht bestätigt werden.

Indirekte Hinweise geben die metallographischen Untersuchungen von Schaaber (8) und Mitsche (9), die die Verarbeitung von Roheisen in der Römerzeit aufzeigen. Schaaber (8) zitiert seine Untersuchungsergebnisse wie folgt: „Die von verschiedenen Seiten (Forschungsinstituten) untersuchten, als Luppen bezeichneten Stücke weisen vielmehr einen sehr hohen Kohlenstoffgehalt auf, der bis nahe an den eutektischen Punkt heran geht ... Es ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob

diese offenbar an einer Stelle sorgfältig zusammengestellten Luppen als Ausschuss anzusehen sind. Vielleicht aber bildeten sie auch den Ausgangspunkt für die Herstellung von Stahl, indem man den zu hohen Kohlenstoffgehalt durch ein- oder mehrfaches Erhitzen im Schmiedefeuer herunterfrischt.“ Dazu schreibt auch Vettters (2): „Vielmehr dürfte hier „gefrischt“ worden sein, d. h. Luppen mit hohem C-Gehalt wurden durch langzeitiges Glühen soweit abgekühlt, bis sie zu schmiedbarem Stahl wurden.“

Beide aus den Hortfunden am Gründberg/Gemeinde Linz stammende Stahlbarren, Fund Nr. 77 und 78, zeigen in den geätzten Gefügen Bereiche von Martensit, Perlit bzw. Perlit und Ferrit (**Abb. 3**). Stahlbarren mit hohem Kohlenstoffgehalt waren daher in der Kelten- und Römerzeit eine übliche Handelsware.

Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Projektes P16070/G02 – Ferrum Noricum Hüttenberg, archaeometallurgy, durchgeführt.

Anmerkungen

- (1) Caius Plinius Secundus der Ältere: n. h. 34, 146.
- (2) Vettters, Hermann: Ferrum Noricum. – In: Anz. Phil. Hist. Klasse der österr. Akademie der Wissenschaften, 1966, S. 167-185.
- (3) Tylecote, Ronald Frank: A History of Metallurgy. – The Institute of Materials (1992), S. 65-66.
- (4) Khevenhüller, Georg; Mitsche, Roland; Trojer, Felix: Aufbau dreier römischer Eisenluppen und der damit verbundenen Schlackenbestandteile vom Magdalensberg, Kärnten. – In: Carinthia II 151 (1961), S. 81-87.
- (5) Nosek, Elzbieta: The investigation of the iron-sponge fragments from Burgenland. – In: Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland (1975), Heft 59; S. 71-82.
- (6) Sperl, Gerhard: Die Entwicklung des steirischen Eisenhüttenwesens vor der Einführung des Hochofens. – In: Erz und Eisen in der Grünen Mark, Hrsg: Roth, Paul; Beitragsband zur steirischen Landesausstellung 1984; S. 83-94.
- (7) Espelund, Arne: Luppenstudien in Norwegen. – In: Archaeologia Austriaca 82/83 (1998/1999), S. 528-536.
- (8) Schaaber, Otto: Metallkundliche Untersuchungen an Fundstücken aus Schweißstahl vom Magdalensberg. – In: Archiv Eisenhüttenwesen 35 (1964), Nr. 6; S. 502-506.
- (9) Mitsche, Roland: Untersuchungen an norischen Meißeln vom Magdalensberg/Kärnten. – In: Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 106 (1961), S. 460-465.

Norischer Stahl – Beurteilungsergebnisse römischer Funde vom Magdalensberg in Kärnten

Hubert Preßlinger, Trieben; Otto Helmut Urban, Wien, und Erwin Maria Ruprechtsberger, Linz

Einleitung

Der „Norische Stahl“ wird in der römischen Literatur mehrmals als Qualitätsprodukt zitiert (1) (2). Plinius der Ältere führte die Qualität des „Ferrum Noricum“ auf die verhütteten Eisenerze zurück, indem er folgendes schrieb (2) (3): „In unserem Herrschaftsbereiche gibt es Orte mit Erzlagerstätten, die durch ihre Güte hervorragen, wie etwa bei den Norikern“.

So schien es uns gleichermaßen notwendig wie reizvoll zu sein, datierbare Stahlprodukte aus dem Kerngebiet der Noriker, dem Magdalensberg/Gemeinde Magdalensberg in Kärnten, zu untersuchen.

Probenauswahl

Zum einen wurden vom Fundort Magdalensberg vor allem Messer ausgewählt, da Noricum für die Klingenerzeugung berühmt war, zum andern norische Äxte, da diese nachweislich gehandelt wurden. Weiters entnahm man für die Untersuchung auch Proben aus Hämmern, die sich für Vergleichszwecke besonders empfehlen, nachdem derartige Werkzeuge in den Depots am Gründberg (4) in verschiedenen Varianten vorhanden waren.

Bei der Probenauswahl wurden auch denkmalpflegerische und museale Aspekte berücksichtigt und nur solche Stücke ausgewählt, bei denen eine Beprobung und die damit verbundene Beschädigung aus der Sicht des Archäologen und Restaurators vertretbar sind. Dem Metallurgen standen daher im Vergleich zu den Gründbergproben viel geringere Probenmengen, d. h. örtlich begrenzte Stahlschliffflächen, zur Verfügung.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Bezeichnungen der untersuchten Stahlfunde sowie deren Datierung.

Probe Nr.	Kat. Nr.	Bezeichnung	Datierung
33	ME 70	Messerfragment	spätaugusteisch
34	ME 75	Ringgriffmesser	augusteisch
35	M 36	Griffzungenmesser	frühtiberisch
36	ME 79	Ringgriffmesser	augusteisch
37	L 10	Bogensichel	tiberisch
38	F 6	Norische Axt	tiberisch
39	W 214	Tüllenbeil	claudisch
40	W 3	Hammerfragment	n. d.
41	W 4	Hammerfragment	tiberisch

n. d. = aus nicht datiertem Schichtkomplex

Die Probennummerierung in **Tabelle 1** erfolgte fortlaufend im Anschluss an die Gründbergproben (5). Die Kat.Nr., die Bezeichnung der Werkstücke sowie deren Datierung sind der Literatur (6) entnommen.

Aus den in **Tabelle 1** aufgelisteten Werkstücken wurden jeweils aus der Schneide der Messer, der Sichel, der Axt und des Beiles kleine Keilproben herausgeschnitten. Die den Hämmern entnommenen Proben stammen aus der Finne. Die Präparierung der Keilprobe und die Untersuchung an der Mikrosonde erfolgten in der voestalpine Stahl/Linz.

Untersuchungsergebnisse

Mit der Mikrosonde wurden zunächst je nach Probendimension großflächige Bereiche von 1x6 bis 9x6 mm analysiert, um eine Aussage über die chemische Zusammensetzung der Stahlmatrix zu bekommen. Danach wurden die metallographische Schlißbeurteilung an den geätzten Proben sowie eine Mikrohärteprüfung durchgeführt.

a) Mikroanalytisches Untersuchungsergebnis

Die mikroanalytischen Untersuchungsergebnisse sind in **Tabelle 2** aufgelistet.

Tabelle 2: Zusammenstellung der chemischen Analyseergebnisse der römischen Stahlfunde, Angaben in Masse-%.

Probe Nr.	Kat. Nr.	Element				
		C	Mn	P	Cu	C _{max}
33	ME 70	0,42	0,01	<0,01	0,02	0,75
34	ME 75	0,03	0,01	0,01	0,02	0,03
35	M 36	0,37	0,05	0,01	0,02	0,77
36	ME 79	0,52	0,01	0,01	0,02	1,50
37	L 10	0,04	0,01	0,02	0,05	0,16
38	F 6	0,08	0,01	0,01	0,02	0,81
39	W 214	0,60	0,02	0,01	0,02	0,78
40	W 3	0,98	0,02	0,01	0,02	1,21
41	W 4	0,23	0,01	0,01	0,02	0,77

Die in **Tabelle 2** eingetragenen mikroanalytischen Untersuchungsergebnisse zeigen klar auf, dass im Wesentlichen nur der Kohlenstoff als Legierungselement in den Stahlproben vom Magdalensberg eine Rolle spielt. Die in der rechten Spalte angeführten C_{max}-

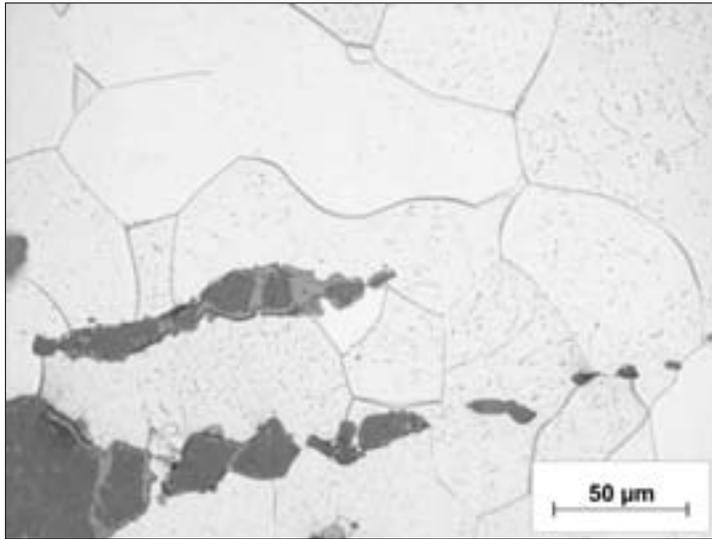


Abb. 1: Schliffbild der Probe Nr. 37; Ferrit und heterogene Schlackeneinschlüsse; Nital-Ätzung.

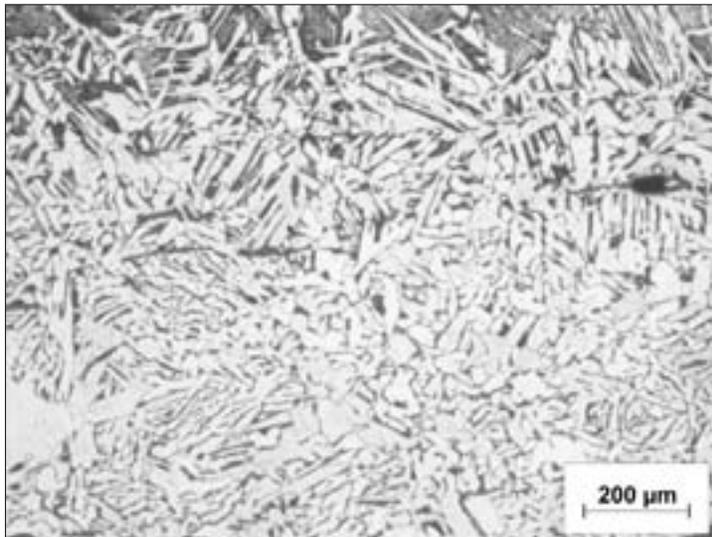


Abb. 2: Schliffbild der Probe Nr. 38; aufgekohlter Randbereich oben, Widmannstättengefüge, Ferrit/Perlit; Nital-Ätzung.

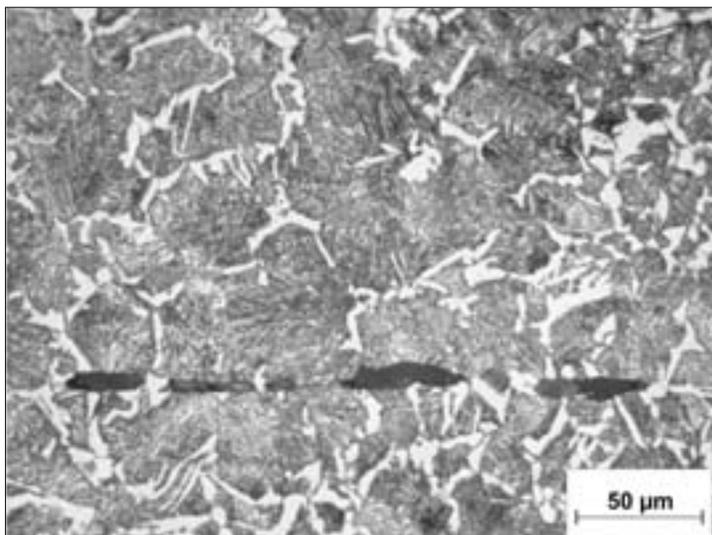


Abb. 3: Schliffbild der Probe Nr. 36; Perlit, Korngrenzenferrit, glasige Schlackeneinschlüsse; Nital-Ätzung.

Konzentrationen wurden in den aufgekohlten Bereichen gemessen. Die Elemente Mangan und Phosphor sind in einer so geringen Konzentration (um 0,01 Masse-%) vorhanden, dass sie keinen nennenswerten Einfluss auf die Werkstoffeigenschaften wie Härte oder Schneidehaltigkeit ausüben.

Die untersuchten Werkstücke sind jeweils aus mehreren Stahlstäben durch Feuerschweißen geschmiedet worden. Dieses Erkenntnis wird einerseits durch eine zonare Ausbildung der Elementeverteilung von Phosphor und Mangan, andererseits durch die Form der Schlackeneinschlüsse bestätigt. Die Anzahl an Schlackeneinschlüssen ist vor allem in den Funden Nr. 37, 38, 40, 41 und 35 sehr hoch.

Die Phosphorgehalte in den Stahlstäben bewegen sich zwischen 0,005 und 0,060 Masse-%, die Mangangehalte liegen im Mittel bei 0,02 Masse-%. Nur ein Stahlstreifen in Probe 35 zeigt mit 0,21 Masse-% Mangan einen erhöhten Wert.

b) Metallographische Beurteilung der Stahlschliffe

Die Beurteilung der angewandten Schmiedetechnik zur Herstellung der einzelnen Werkstücke ist insofern schwierig, als nur sehr kleine Keilproben zur Befunderstellung in Bezug auf die Fertigungstechnik zur Verfügung standen. Die beschriebenen Ergebnisse gelten daher nur für einen kleinen Abschnitt über die Werkstückdicke.

Einen Überblick über die Gefügebestandteile geben die **Abb. 1 bis 6**. Diese Gefügebilder wurden deshalb ausgewählt, da sie das technologische Können der keltischen Schmiede im inneralpinen Raum zur Zeit um Christi Geburt sehr gut wiedergeben.

In den Schliffen in den **Abb. 1 bis 6** sind die Gefüge von Ferrit, Ferrit/Perlit, (auch Widmannstättenstruktur), Perlit/Ferrit, Perlit, Zwischenstufengefüge sowie Martensit zu erkennen. Eine grobe anteilmäßige Auflistung der Gefügebestandteile in den einzelnen Stahlschliffen der Funde enthält **Tabelle 3**.

Klar geht aus den **Abb. 2 bis 6** hervor, dass bei den Werkstücken, von denen Härte, Schneidehaltigkeit sowie Einsatzdauer von den Benutzern gefordert wurden, diese Eigenschaften durch Glühen in einem Holzkohlebett bei etwa 1.000°C erreicht wurden (Beispiel Probe Nr. 38). Der Übergang von der aufgekohlten Phase, dem Perlit, zur Phase des Ferrits wird durch ein Widmannstättengefüge in **Abb. 2** ausgewiesen. Das Widmannstättengefüge zeigt an, dass das Werkstück langsam vermutlich im Holzkohlebett abgekühlt wurde.

Bei den beiden Hammerfragmenten Proben Nr. 40 und 41 konnte auch Martensit nachgewiesen

Tabelle 3: Zusammenstellung der metallographischen Beurteilungsergebnisse an den einzelnen Stahlschliffproben.

Probe Nr.	Kat. Nr.	Phasen	Härte HV 1N/10s
33	ME 70	Zwischenstufengefüge, Perlit	247 - 273
34	ME 75	Ferrit	98 - 116
35	M 36	Zwischenstufengefüge, Ferrit/Perlit	172 - 392
36	ME 79	Perlit/Ferrit	169 - 200
37	L 10	Ferrit	107 - 131
38	F 6	Ferrit/Perlit, Widmannstättengefüge, Perlit	92 - 146
39	W 214	Zwischenstufe, Perlit	306 - 351
40	W 3	Martensit, Zwischenstufengefüge, Perlit, Ferrit/Perlit	168 - 868
41	W 4	Martensit, Zwischenstufengefüge, Perlit, Ferrit/Perlit	177 - 831

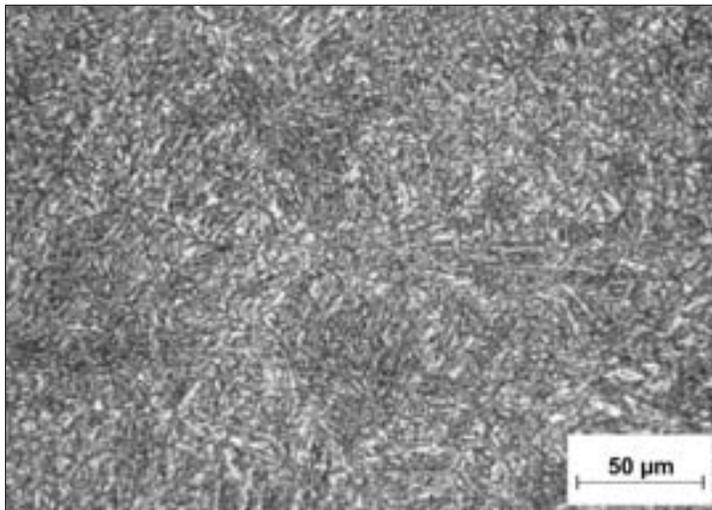


Abb. 4: Schliffbild der Probe Nr. 33; Zwischenstufengefüge; Nital-Ätzung.

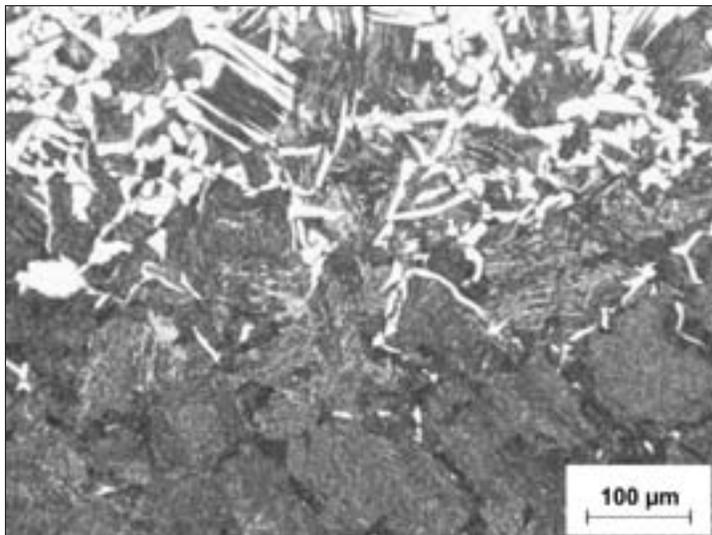


Abb. 5: Schliffbild der Probe Nr. 41; Ferrit und Zwischenstufengefüge; Nital-Ätzung.

werden. Martensit bedeutet, dass die Werkstücke nach dem Glühen rasch abgekühlt wurden. Die beschriebenen Ergebnisse der Schmiedetechnik werden durch die Mikrohärteprüfergebnisse, die in **Tabelle 3** angeführt sind, bestätigt.

Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Die Funktionstauglichkeit des jeweiligen Werkstücks war zweifelsfrei vom technologischen Können der Schmiede abhängig. Diesen – sie waren in den Siedlungen tätig – standen einerseits Sekundärrohstoffe (Altmetall) zur Verfügung, die zu Stäben ausgeschmiedet wurden. Andererseits benutzten sie die in Schachtöfen erschmolzenen Eisenluppen (Primärrohstoffe), die ebenfalls zu Stahlstäben verarbeitet wurden.

Die Qualität der Eisenluppen war von den örtlich vorkommenden Eisenerzlagerstätten abhängig. Den Kelten in den inneralpinen Gebieten, z. B. in Hüttenberg in Kärnten, standen nur phosphorarme Erze für die Stahl-luppenherstellung zur Verfügung. Die in den Schachtöfen erschmolzenen Stahlluppen waren daher unlegiert, Phosphor und Mangan waren nur in Spuren (<0,02 Masse-%) vorhanden. Um die Werkstücke mit den vom Kunden verlangten Eigenschaften zu erzeugen, mussten die inneralpinen keltischen Schmiede eine mehrstufige Schmiedetechnik anwenden.

Zunächst wurden aus Stahlluppen oder aus dem Altmetall Stahlstäbe ausgeschmiedet, mit denen durch Gärben und Rohformschmieden mit Feuerschweißen die gewünschte Rohform, z. B. Messer, Sichel, erzeugt wurde. Als nächste Prozessstufe wurde bei einem Messer die Härte der Schneide durch partielles Glühen in einem Holzkohlebett bei 1.000°C erzielt. Durch unterschiedliche Abkühlbedingungen – im Holzkohlebett, an Luft, in Öl oder Wasser – konnten je nach geforderter Qualität Perlit, Zwischenstufengefüge oder Martensit im beanspruchten Werkzeugteil eingestellt werden (3) (7)-(13). Die an Spurenelementen armen Stahlstäbe, ein chemisch konstanter Rohstoff, erleichterten dabei das Einhalten der notwendigen Behandlungstemperatur und -zeit. Diese mehrstufige Schmiedetechnologie, bedingt durch den Rohstoff „phosphorarmes Eisenerz“, beherrschten die inneralpinen Schmiede bereits perfekt.

Die keltischen Schmiede konnten sehr gut die Qualität der einzelnen Rohprodukte, vermutlich durch die Beobachtung beim Ausschmieden zu Stahlstäben oder danach durch Begutachtung der Bruchflächen, beurteilen. Daher war es ihnen auch möglich, für die Erzeugung des jeweiligen Werkstückes die am besten geeigneten Stahlstäbe einzusetzen. Der in den Regionen aufgrund der Rohstoffbasis bedingte qualitative Unterschied der Rohprodukte wurde durch die örtlich besonders perfektionierte Technik des Schmiedens ausgeglichen.

Die Untersuchungsergebnisse der Werkstücke (siehe **Abb. 1 bis 6**) zeigen beeindruckend, dass mit dieser Schmiedetechnologie der „Norische Stahl“ in der römischen Literatur (1) (2) als Qualitätsprodukt (eigener Handelsname) beschrieben wird und diese Bezeichnung auch verdient.

Danksagung

Dem langjährigen Ausgräber am Magdalensberg und em. Direktor des Kärntner Landesmuseums, Prof. Dr. Gernot Piccottini, und dessen Nachfolger am Berg, Doz. Dr. Heimo Dolenz, dem Leiter der Abteilung für Provinzialarchäologie und Feldforschung am Kärntner Landesmuseum, danken wir für die großzügige und prompte Bereitstellung der Stahlproben. Dem Restaurator in der Studiensammlung des Nordico-Museums der Stadt Linz, Franz Gillmayr, danken wir für seine kompetenten Arbeiten.

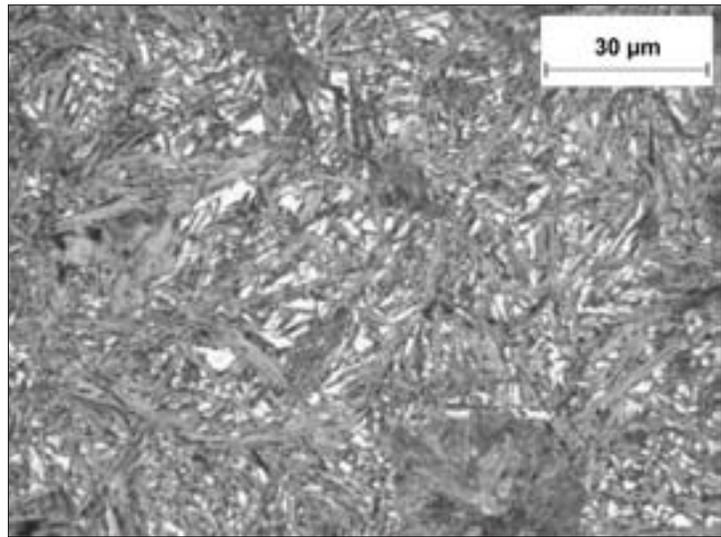


Abb. 6: Schliffbild der Probe Nr. 40; Martensit und Zwischenstufengefüge; Nitral-Ätzung.

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes Nr. P16070-G02 durch den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) in Wien finanziell unterstützt.

Anmerkungen

- (1) Horaz, epod. 17,71; carm. 1.16,9-10. Ovid, met. 14,712. Petron, sat. 70,3.
- (2) Plinius, n. h. 34, 145.
- (3) VETTERS Hermann: Ferrum Noricum: Anz. Phil.-Hist. Klasse der österr. Akademie der Wissenschaften 103 (1966) 167/185.
- (4) RUPRECHTSBERGER, Erwin Maria; URBAN, Otto Helmut: Zur Situation der Kelten im Norden des Regnum Norikum, in: Ad Fontes! Festschrift f. G. Dobesch (Wien 2004) 718/731.
- (5) PRESSLINGER, Hubert; MAYR, Michael: Celtic steel – an evaluation of depot finds, Steel research 72 (2001), No. 8; 283/290.
- (6) DOLENZ, Heimo: Eisenfunde aus der Stadt auf dem Magdalensberg, Kärntner Museumsschriften 75 (Klagenfurt 1998).
- (7) SCHAABER, Otto: Berichte über die Untersuchungen der Eisenwerkstoffe aus den Ausgrabungen am Magdalensberg; Härtereitechn. Mitt. 18 (1963), Nr. 4; 257/262.
- (8) SCHAABER, Otto: Metallkundliche Grundlagen und Untersuchungen an Funden vom Magdalensberg; Carinthia I 153 (1963), Nr. 1/2; 195/204.
- (9) SCHAABER, Otto: Metallkundliche Untersuchungen alter Fundstücke von den Ausgrabungen am Magdalensberg in Kärnten; Arch. Eisenhüttenwes. 35 (1964), Nr. 6; 502/506.
- (10) NAUMANN, Friedrich Karl: Untersuchung alter Fundstücke von den Ausgrabungen am Magdalensberg in Kärnten; Arch. Eisenhüttenwes. 35 (1964), Nr. 6; 495/502.
- (11) MITSCHE, Roland: Untersuchungen an Norischen Meißeln vom Magdalensberg/Kärnten; BHM 106 (1961), Nr. 11; 460/465.
- (12) STRAUBE, Harald: Beitrag zur antiken Stahlerzeugung im Raume Kärnten; Radex-Rundschau (1973), Nr. 2; 479/498.
- (13) STRAUBE, Harald: Ferrum Noricum und die Stadt auf dem Magdalensberg; Springer-Verlag Wien-New York; 1996.

Phosphorlegierter Stahl – ein Werkstoff der keltischen Schmiede im Donaauraum

Hubert Preßlinger, Trieben

Einleitung

Bei archäologischen Grabungen auf dem nördlich der Donau gelegenen Gründberg in der Stadtgemeinde Linz wurden vier Depots mit Stahlprodukten (1) freigelegt (Abb. 1). Die Stahldepots, welche etwa um 100 vor Christus angelegt worden waren, bestanden aus insgesamt 45 Stahlwerkstücken (2)-(4). In der Stahlstadt Linz war es daher naheliegend, dass die voestalpine Stahl/Linz gebeten wurde, die archäologischen Stahlprodukte zu untersuchen.

Probennahme

Die Stahlfundstücke wurden zunächst restauriert. Aus 25 Werkstücken entnahm der Restaurator des Museums Nordico/Linz mechanisch Keilproben. Die Keilproben wurden für die lichtoptische Beurteilung am Mikroskop präpariert. Nach der Vorbegutachtung am Lichtmikroskop (ungeätzt und geätzt) erfolgte die mikroanalytische Bewertung an der Mikrosonde bei voestalpine Stahl/Linz.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Gefügebeurteilung der Keilproben und der Mikrohärtewerte

Probe Nr.	Fund Nr.	Fund-objekt	Härtewert (HV 0,1 kp/10 s)	Schliffbeurteilung Anteil der jeweiligen Phasen in Flächen-% (= Axx %)
1	58	Fleischhaken	80-130	Ferrit (polygonal + grobstängelig) (A 85 %); Ferrit + Perlit (A 15 %)
2	60	Schwert	220-310	Ferrit (grob- und feinkörnig) (A 100 %)
3	68	Tüllenbeil	120-210	Ferrit (grobkörnig) (A 95 %); Ferrit + Perlit (A 5 %)
4	70a	Amboss	120-450	Ferrit (stark kaltverformt) (A 100 %)
5	70b	Amboss	120-190	Ferrit + Perlit (A 30 %); Ferrit (grobkörnig) (A 70 %)
6	72	Nabenreif	110-160	Ferrit + Perlit (A 50 %); Ferrit (grobkörnig) (A 50 %)
7	73	Nabenreif	150-180	Ferrit (A 95 %); Ferrit + Perlit (A 5 %)
8	75	Tüllenbeil	120-230	Ferrit (A 60 %); Ferrit + Perlit (A 40 %)
9	77	Barren	120-550	Perlit (A 30 %); Ferrit + Perlit (A 65 %); Ferrit (A 5 %)
10	78	Barren	140-210	Perlit (mit Korngrenzenferrit) (A 100 %)
11	82	Zangenholm	140-210	Ferrit (polygonal) (A 95 %); Ferrit + Perlit (A 5 %)
12	83	Spieß	110-150	Ferrit (polygonal) (A 100 %)
13	85	Nabenreif	110-120	Ferrit (polygonal, grobkörnig) (A 100 %)
14	86	Setzhammer	160-320	Ferrit (extrem stark verformt) (A 70 %); Perlit + Korngrenzenferrit (A 30 %)
15	87	Hammer	120-560	Ferrit (A 60 %); Ferrit + Perlit (A 20 %); Martensit (A 20 %)
16	89	Nabenreif	100-450	Ferrit (grobkörnig) (A 90 %); Ferrit + Perlit (A 10 %)
17	90	Hakenamboss	160-560	Perlit mit Korngrenzenferrit (A 30 %); Ferrit + Perlit (A 70 %)
18	91	Lappenbeil	110-580	Ferrit (grob- und feinkörnig) (A 100 %)
19	92	Hammer	160-680	Ferrit (extrem stark verformt) (A 90 %); Ferrit + Perlit (A 10 %)
20	93	Hammer	190-260	Perlit mit Korngrenzenferrit (A 30 %); Ferrit + Perlit (A 70 %)
21	95	Schlüssel	110-170	Ferrit (grobkörnig) (A 100 %)
22	96K	Dreizack	165-245	Perlit mit Korngrenzenferrit (A 30 %); Ferrit + Perlit (A 70 %)
23	96G	Dreizack	170-205	Perlit mit Korngrenzenferrit (A 40 %); Ferrit + Perlit (A 60 %)
24	96T	Dreizack	110-145	Ferrit (A 100 %)
25	97	Radreifen	120-220	Ferrit (grob- und feinkörnig) (A 95 %); Ferrit + Perlit (A 5 %)
26	98	Hammer	200-320	Ferrit (extrem stark verformt) (A 100 %)
27	108F	Hammer	100-150	Ferrit (feinkörnig) (A 100 %)
28	108H	Hammer	200-300	Perlit (A 100 %)
29	109	Kesselhaken	120-190	Ferrit (polygonal) (A 100 %)
30	109a	Kesselhaken	140-210	Ferrit (grob- und feinkörnig) (A 55 %); Ferrit + Perlit (A 45 %)
31	109b	Kesselhaken	140-700	Ferrit + Perlit (A 100 %)



Abb. 1: Archäologische Ausgrabungen am Gründberg, Linz, Österreich, freigelegte Stahlprodukte.

Ergebnisse der metallographischen Untersuchung

Die Beurteilungsergebnisse, die am Lichtmikroskop gewonnen wurden, sind in **Tabelle 1** zusammengestellt. Die Zuordnung der Proben erfolgte nach den vom Museum vorgegebenen Fundnummern.

Aus den in **Tabelle 1** beschriebenen Schlißbeurteilungen erkennt man, dass von den keltischen Schmieden im Donauraum Stahlwerkstoffe (2) mit den Gefügen Ferrit, Ferrit/Perlit und Perlit verwendet wurden.

An den einzelnen Keilproben wurden weiters Mikrohärtemessungen durchgeführt, deren Ergebnisse in der mittleren Spalte in **Tabelle 1** aufgelistet sind. Überraschend zeigen die Werte der Mikrohärtprüfung, z. B. bei Probe 2, Fund Nr. 60 oder Probe 18, Fund Nr. 91, mit Härtewerten bis 580 HV keine Übereinstimmung mit der Gefügebeurteilung.

Um diese offene Frage der hohen Härte des Ferrites zu klären, wurden mikroanalytische Untersuchungen durchgeführt. Die Untersuchungsergebnisse aus der Mikrosondenbeurteilung sind in **Tabelle 2** aufgelistet. Darin erkennt man, dass die Elemente Mangan, Kupfer und Schwefel in minimalen chemischen Konzentrationen in den Stahlwerkstoffen vorhanden sind. Phosphor dagegen kommt in einzelnen Stahlstreifen der Stahlprodukte mit Gehalten bis zu 0,70 Masse-% vor. Korreliert man die maximalen Phosphorgehalte der einzelnen Stahlstreifen mit den Spitzen der Mikrohärtewerte (**Abb. 2**), so kann man daraus ableiten, dass die keltischen Schmiede die Werkstücke, bei denen von den Kunden Anforderungen an die Härte gestellt wurden, aus vielen phosphorhaltigen Stahlstäben durch Feuerschweißen herstellten. Neben Phosphor, der im Ferritgitter als Mischkristallhärter wirkt, wurde auch die Kaltverformung zur Steigerung der Härte genutzt. Die Kaltverformung steigerte die Härte im Werkstück bei 0,3 Masse-% Phosphor von 180 auf 550 HV bei einer Belastung von 0,1 kp/10 sec (**Abb. 2**).

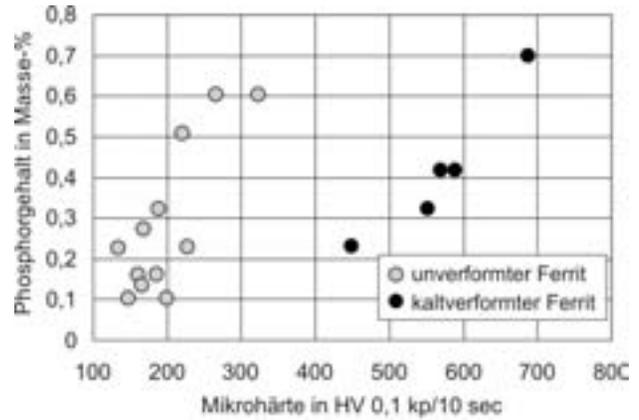


Abb. 2: Zusammenhang zwischen dem Phosphorgehalt der Stahlproben und der Mikrohärt bei unverformtem und kaltverformtem Ferrit.

Tabelle 2: Zusammenstellung der mikroanalytischen Untersuchungsergebnisse, Angaben in Masse-%.

Probe Nr.	Fund Nr.	Fund-objekt	P	Mn	Cu	S	P _{max}
1	58	Fleischhaken	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,08
2	60	Schwert	0,37	<0,01	0,01	<0,01	0,60
3	68	Tüllenbeil	0,28	<0,01	0,01	<0,01	0,60
4	70a	Amboss	0,11	0,01	0,02	0,01	0,20
5	70b	Amboss	0,09	0,01	0,01	<0,01	0,15
6	72	Nabenreif	0,08	<0,01	0,01	<0,01	0,16
7	73	Nabenreif	0,15	<0,01	0,01	<0,01	0,30
8	75	Tüllenbeil	0,08	<0,01	0,01	<0,01	0,20
9	77	Barren	0,03	0,01	0,02	0,01	0,30
10	78	Barren	<0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
11	82	Zangenholm	0,15	<0,01	0,01	<0,01	0,50
12	83	Spieß	0,11	0,01	0,01	<0,01	0,24
13	85	Nabenreif	0,06	0,01	0,01	0,01	0,20
14	86	Setzhammer	0,05	0,01	0,02	0,01	0,17
15	87	Hammer	0,17	0,01	0,01	0,01	0,40
16	89	Nabenreif	0,11	0,01	0,01	<0,01	0,20
17	90	Hakenamboss	0,10	0,01	0,01	0,01	0,30
18	91	Lappenbeil	0,14	0,01	0,01	<0,01	0,40
19	92	Hammer	0,24	0,01	0,01	0,01	0,70
20	93	Hammer	0,08	0,01	0,01	0,01	0,20
21	95	Schlüssel	0,05	<0,01	0,01	<0,01	0,12
22	96K	Dreizack	0,12	<0,01	0,01	<0,01	0,28
23	96G	Dreizack	0,28	<0,01	0,01	0,01	0,60
24	96T	Dreizack	0,03	<0,01	0,02	<0,01	0,12
25	97	Radreifen	0,13	<0,01	0,01	<0,01	0,20
26	98	Hammer	0,19	0,01	0,01	0,01	0,30
27	108F	Hammer	0,03	0,01	0,01	<0,01	0,10
28	108H	Hammer	0,01	0,07	0,01	0,01	0,05
29	109	Kesselhaken	0,02	<0,01	0,01	<0,01	0,08
30	109a	Kesselhaken	0,18	0,01	0,01	0,01	0,30
31	109b	Kesselhaken	0,05	0,01	0,01	0,01	0,15

Die Vorstellung der Untersuchungsergebnisse wäre aber unvollständig, würde man nicht auch auf die verschiedenen Gefügeanteile einzelner Stahlprodukte eingehen. Es folgen nun zwei Gefügebeurteilungen, die eines Lappenbeiles sowie die eines Hakenambosses.

Lappenbeil (Fund Nr. 91)

Abb. 3 und 4 zeigen das Lappenbeil bzw. dessen Gefüge. Man erkennt sehr klar, dass das Werkstück aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Stahlsorten durch Feuerschweißen hergestellt wurde. Nach heutiger Terminologie ist für dieses Werkstück der Begriff „Mehrlagen-Verbundwerkstoff“ zu verwenden.

Das Gefüge besteht aus Zeilen von Ferrit unterschiedlicher Korngröße sowie aus Zeilen von Ferrit und Perlit. Das Ergebnis der mikroanalytischen Beurteilung bestätigt diese Mehrlagigkeit. Am Beispiel der Phosphorverteilung in Abb. 5 ist zu sehen, dass einzelne Ferritzeilen (grobkörniger Ferrit) Phosphorgehalte bis zu 0,6 Masse-% aufweisen.



Abb. 3: Lappenbeil, Fund Nr. 91, Gründberg, Linz, Österreich.

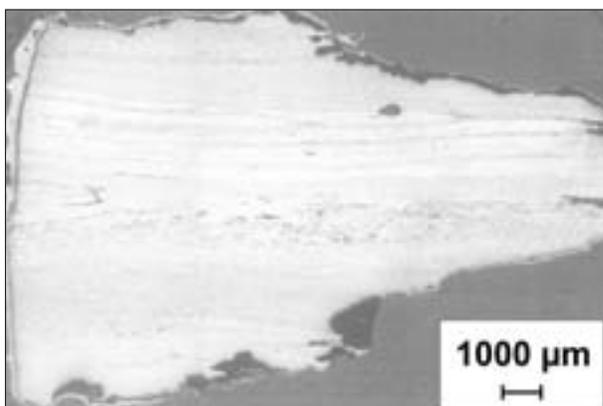


Abb. 4: Schliffbild des Lappenbeiles, Fund Nr. 91, Gründberg, Linz, Österreich; Nitral-Ätzung.

phorverteilung in Abb. 5 ist zu sehen, dass einzelne Ferritzeilen (grobkörniger Ferrit) Phosphorgehalte bis zu 0,6 Masse-% aufweisen.

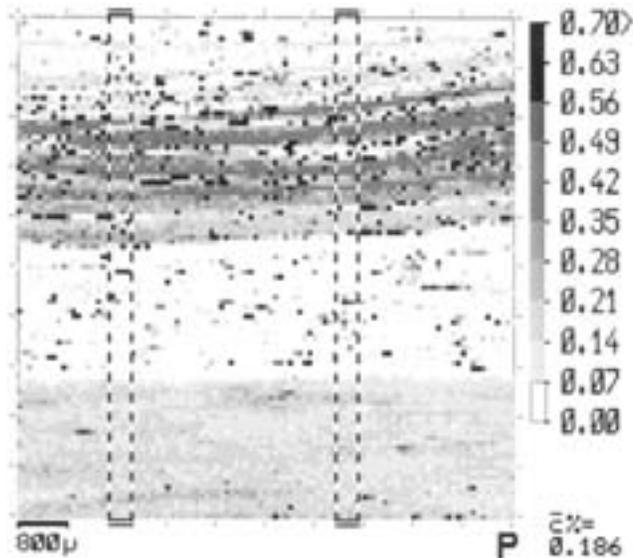


Abb. 5: Phosphorverteilung der einzelnen Stahlstabilagen im Lappenbeil, Fund Nr. 91.

Für Werkstücke mit besonderen Anforderungen an Härte und Zähigkeit, wie bei diesem Lappenbeil, wurden mehrere bewusst ausgewählte, legierte und unlegierte Flachstäbe durch Feuerschweißen verschmiedet, wodurch ein Mehrlagen-Verbundwerkstoff entstand. Damit wurden legierte, d. h. harte Werkstoffe in eine Matrix von weichen, unlegierten Werkstoffen eingebunden, so dass bei zunehmender Härte des Werkstückes auch eine für die Verwendung des Werkstückes zufriedenstellende Zähigkeit erreicht wurde.

Diese Mehrlagigkeit ist auf die in der Keltenzeit gebräuchliche Schmiedetechnik zurückzuführen (5) (6). Sie bestand aus dem Feuerschweißen einzelner flächig ausgehämmerter Stahlstücke, die eine mehrlagige Struktur in den Flachstäben ergaben. Der Vorgang des Stabschmiedens konnte mehrmals erfolgen bis danach aus den mehrmals geschmiedeten Stahlstäben das Werkstück selbst geschmiedet wurde. Die einzelnen Stahlstäbe stammen einerseits aus den Luppen des Rennfeuerprozesses, die geteilt wurden, andererseits wurde eine Wiederverwertung unbrauchbar gewordener Werkstücke betrieben.

Hakenamboss (Fund Nr. 90)

Die funktionelle Aufgabe eines Hakenambosses (Abb. 6) ist eine andere als die eines Beiles. Der Amboss sollte als Auflage (Widerlager) für Schmiedearbeiten dienen.

Man geht daher davon aus, dass der Amboss von den Kelten aus einem harten Werkstoff hergestellt wurde. Abb. 7 und 8 zeigen den metallographischen Befund der aus der Aufschlagfläche entnommenen Keilprobe. Von der Oberfläche (Perlit mit Korngrenzenferrit) ausgehend nimmt der Perlitanteil in Richtung Werkstück-



Abb. 6: Hakenamboss, Fund Nr. 90, Gründberg, Linz, Österreich.

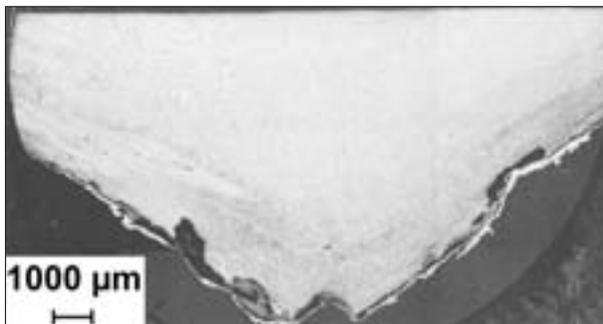


Abb. 7: Hakenamboss, Fund Nr. 90, Gründberg, Linz, Österreich; Nital-Ätzung.

mitte ab und der Ferritanteil zu. Die Beurteilung der ursprünglichen Werkstückoberfläche ist wegen der eingetretenen Korrosion nicht mehr möglich.

Diese Materialeigenschaft des Hakenambosses wurde von den keltischen Schmieden mit einem bewussten Einsatzhärten durch Aufkohlung (Zementation) erzielt. Die Kohlenstoffanreicherung erfolgte im γ -Gebiet des Werkstückes in Kohlenstoff abgebenden Mitteln (Holzkohle).

Am metallographischen Befund des Hakenambosses kann man belegen, dass der keltische Schmied mit unterschiedlichen Stahlsorten zu arbeiten verstand. Denn Stahlsorten mit 0,6 Masse-% Phosphor, wie sie für das Lappenbeil verwendet wurden, konnten für den Hakenamboss nicht verwendet werden, da bei diesem Gehalt an Phosphor keine α - γ -Umwandlung während der Wärmebehandlung eintritt und somit keine Aufkohlung für eine Perlitbildung erzielt werden kann (7).

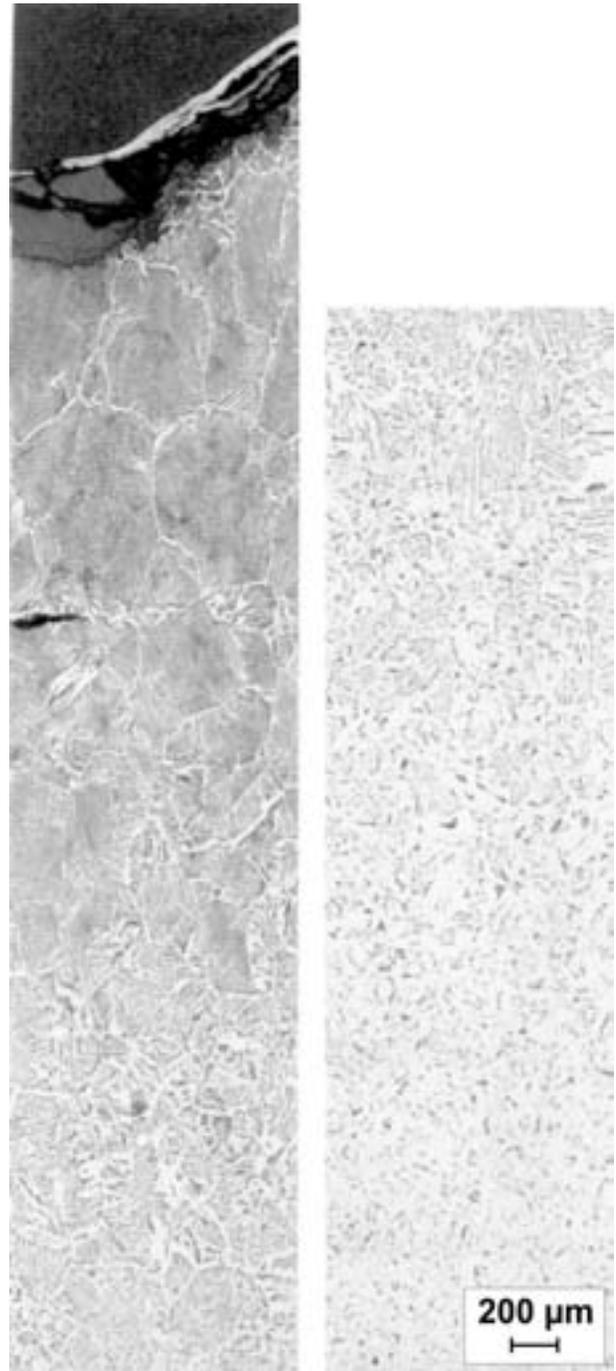


Abb. 8: Schliffbild des Hakenambosses, Fund Nr. 90; Nital-Ätzung.

Erkenntnisse aus dieser Arbeit

Die vielen von den keltischen Schmieden erzeugten Werkstücke, sei es für militärischen Einsatz oder für den Gebrauch im Haushalt und in der Landwirtschaft – dies für den jeweiligen Verwendungszweck in geeigneter Qualität – lassen den Schluss zu, dass die Kelten an vielen Orten Produktionsstätten für die Erzeugung von Stahlluppen und die beschriebene Schmiedetechnik, die überregional bekannt war, besaßen.

Die Rohstahlproduktion war von den örtlichen vorhandenen Eisenerzlagerstätten abhängig. Da die Schmiede unterschiedliche Stahlsorten gezielt verwendeten, hat es

Zentren der Rohstahlproduktion gegeben, in denen Erze bzw. Erzmischungen verhüttet wurden.

Qualitativ hochwertige Stahlsorten sind zweifelsohne durch den Handel in den Umlauf gekommen. Hier sei auf die phosphorlegierten Stahlsorten verwiesen, die in den Rennöfen aus phosphorreichen Eisenerzen erzeugt wurden. In diesem Zusammenhang sind die inneralpinen phosphorarmen Lagerstätten anzuführen, die sich in ihrer chemischen Zusammensetzung klar von den Eisenerzlagerstätten im Donauraum bzw. nördlich der Donau unterscheiden.

Dem keltischen Schmied standen um 100 vor Christus für seine Produktion der Werkstücke unterschiedliche Stahlsorten – unlegiert, kohlenstofflegiert, phosphorlegiert – zur Verfügung. Die angewandte Schmiedetechnik bestand aus dem Feuerschweißen einzelner flächig ausgehämmerter Stahlstücke, die einen mehrlagigen Flachstab ergaben. Für Werkstücke mit besonderer Anforderung an Härte und Zähigkeit wurden mehrere bewusst ausgewählte Flachstäbe von unterschiedlicher Legierungszusammensetzung durch Feuerschweißen wiederum verschmiedet, wodurch ein mehrfasriger Verbundwerkstoff erzeugt wurde. Damit wurden legierte, harte Werkstoffe in eine Matrix von weichen, unlegierten Werkstoffen eingebunden, so dass bei zunehmender Härte des Werkstückes zugleich eine zufriedenstellende Zähigkeit erzielt wurde.

Werkstücke mit besonderen Anforderungen an die Härte stellten die keltischen Schmiede durch Zementieren her. Dabei wurden die jeweiligen Werkstücke an der zu beanspruchenden Stelle in Kohlenstoff abgebende Mittel bei Temperaturen um 1000°C eingesetzt. Dadurch erhält man einen Verbundwerkstoff mit hartem Rand und zähem Kern.

Produkte aus Stahl sind von den Kelten als Gebrauchsgegenstände täglich eingesetzt worden. Daher ist anzunehmen, dass die keltischen Schmiede in jeder größeren Siedlung die einzelnen Werkstücke in der beschriebenen Qualität erzeugen konnten.

Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen eines Projektes des Fonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung durchgeführt. An dem Projekt sind das Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien, das Stadtmuseum Nordico Linz, die Prähistorische Kommission der ÖAW, das Department Metallurgie der Montanuniversität Leoben und die **voestalpine** – Division Stahl beteiligt.

Anmerkungen

- (1) URBAN, Otto Helmut; RUPRECHTSBERGER, Erwin Maria: Der Gründberg. – In: Linzer Archäologische Forschungen 27 (1998), S. 59-63.
- (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 ausweisen sowie andere Elemente enthalten. Der Wert von 2 Masse-% Kohlenstoff wird als Grenzwert für die Unterscheidung zwischen Stahl und Gusseisen betrachtet.
- (3) PRESSLINGER, Hubert: Keltischer Stahl aus Linz – Metallkundliche Voruntersuchungen der Depotfunde vom Gründberg/Stadtgemeinde Linz. – In: Archaeologia Austriaca 82/83 (1998/99), S. 511-515.
- (4) PRESSLINGER, Hubert; MAYER, Michael: Celtic steel – an evaluation of depot finds. – In: steel research 72 (2001), S. 283-290.
- (5) MUSTER, Walter: Metallkundliche Untersuchungen eines frühen mitteleuropäischen Eisenschwerts. – In: Stahl u. Eisen 102 (1982), Heft 14, S. 102.
- (6) PLEINER, Radomir: Metallographische Untersuchungen von vor- und frühgeschichtlichen eisernen Gegenständen aus der Tschechoslowakei. – In: Stahl u. Eisen 79 (1959), S. 294-298.
- (7) SCHÜRMAN, Eberhard: Die Reduktion des Eisens im Rennfeuer. – In: Stahl u. Eisen 78 (1958), S. 1297-1308.



Der Mythos über das Härten von Stahl

Hubert Preßlinger, Trieben

Einleitung

Bereits ab der Urnenfelderzeit wurden in unseren Gebieten neben Kupfer- und Bronzewerkzeugen auch Produkte aus Stahl erzeugt und im Alltag eingesetzt. Archäologische Grabungen fördern manches Mal urnenfelderzeitliche Funde aus Stahl zu Tage, meist sind es Messerfragmente (1), (2).

Abb. 1 und 2 zeigen zwei typische Gefüge eines urnenfelderzeitlichen Messers aus Stahl. Das Gefüge der Stahlmatrix in Abb. 1 besteht aus Ferrit mit wenigen Perlitinseln. Das Ferritgefüge ist kaltverformt. In Abb. 1 ist auch klar zu erkennen, dass das Werkstück durch Feuerschweißen aus mehreren Stahlstäben entstanden

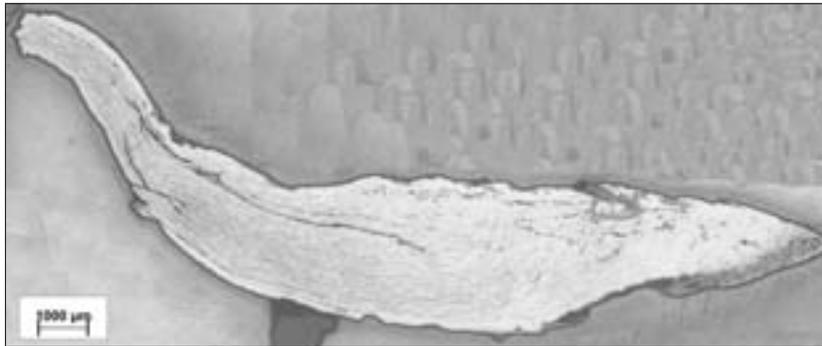


Abb. 1: Messerfragment, Depotfund 1 Rabenwand/Bad Aussee, Übersicht über das Gefüge der urnenfelderzeitlichen Stahlprobe; Nital-Ätzung.

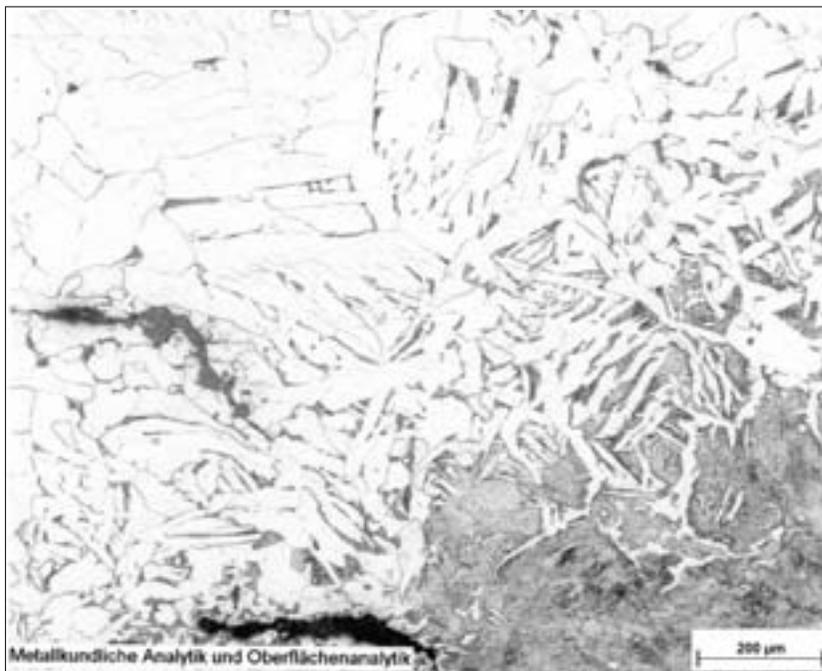


Abb. 2: Gefüge der Schneide der Stahlprobe, Depotfund 1 Rabenwand/Bad Aussee, links oben Ferrit, in der Mitte Widmannstättengefüge, rechts unten Perlit; Nital-Ätzung.

ist. Das Gefüge der Schneide des Messers gibt Abb. 2 wieder. Es zeigt den Übergang von Ferrit zu Perlit, den Bereich zwischen Ferrit und Perlit bildet ein Widmannstättengefüge. Das bedeutet, dass die Schneide durch Glühen in Holzkohle bei Temperaturen um 1000°C aufgekocht (Zementieren) und damit durch die Perlitbildung im Bereich der Schneide härter wurde.

Neben mit Kohlenstoff angereicherten Stahlstäben wurden ab der Keltenzeit auch phosphorlegierte Stahlstäbe zur Beil-, Schwert- und Messerherstellung eingesetzt (Abb. 3). Die spröden phosphorlegierten Stahlstäbe wurden dabei in Lagen geschichtet mit unlegierten Stahlstäben zu Messern ausgeschmiedet. Neben erhöhter Festigkeit und verbesserter Schneidehaltigkeit wurden durch diese Schmiedetechnik eine gute Zähigkeit und die gewünschte Elastizität des Messers erreicht (3).

Außer Zementieren beherrschte der römische Schmied auch das Härten, d. h. das Erhitzen des kohlenstoffhaltigen Werkstückes auf eine Härtemperatur, das Verweilen (Halten) in der Härtetemperatur und das Abschrecken in Wasser oder in Öl (4). Damit ist in einem römischen Werkstück vom Magdalensberg der erzeugte Martensit dokumentiert, (Abb. 4). Auch Plinius der Ältere weist im 34. Buch seiner „Naturalis Historia“ mit folgendem Zitat auf das Abschrecken in Wasser hin (5): „Dünne Eisenerzeugnisse löscht man üblicherweise mit Öl ab, damit sie nicht durch das Wasser bis zur Spröde härten. Menschliches Blut rächt sich am Eisen, denn mit ihm in Berührung gekommen rostet Eisen schneller.“ Dass örtlich von den römischen Schmieden unterschiedliche Abschreckmittel zum Härten angewendet und damit unterschiedliche Werkstoffeigenschaften gezielt eingestellt wurden, ist mit den Ergebnissen der metallographischen Untersuchung bewiesen.

Eine weitere, von den römischen Schmieden angewandte Technik zur Messerherstellung ist das „Anstangln“, (Abb. 5). Dabei wurde in einem weichen ferritischen Stahlstück durch eine Anstähltechnik (auch anstangln oder

anstacheln genannt) die harte, martensitische oder perlitische Schneide mit angeschloss-nem Feuerschweißen eingesetzt (6), (7).

Exkurs in das Schrifttum

Das an Hand der **Abb. 1 bis 5** gezeigte Wis-sen und Können der Schmiede – ab dem 1. Jahrtausend vor Christus praktiziert – ging natürlich nicht verloren. Bestimmte Rand-bedingungen förderten die Weiterentwicklung der Schmiedetechnik. Umso erstaunlicher ist aus der Sicht des Metallurgen, dass in mittel-alterlichen und frühneuzeitlichen Schriften mit metallurgischen bzw. technologischen Inhalten legendäre Rezepturen für das Härten angeführt werden.

Im folgenden Kapitel werden über das Härten Auszüge aus den Schriften von Theophilus Presbyter ((8), veröffentlicht 1120), von Georg Agricola ((9), veröffentlicht 1556), von Modestin Fachsen ((10), veröffentlicht 1678), und von Alvaro Alonso Barba ((11), veröffent-licht 1749), wiedergegeben.

Theophilus Presbyter

Verbrenne Ochsenhorn im Feuer und schabe es, mische ihm einen dritten Teil Salz bei und mahle (die Mischung) kräftig. Dann stecke die Feile ins Feuer; und wenn sie glüht, streiche die Mischung auf alle Seiten und lege die hell-glühenden Kohlen ringsum an, blase geschwind über das Ganze, aber so, dass die Härtemischung nicht abfällt, und sofort, wenn du sie herausnimmst, lösche sie gleichmäßig



Abb. 3: Tüllenbeil (Ferrite), Probe Nr. 68, Fundort Gründberg, Gemeinde Linz, Österreich. Verschiedene Ferritausbildungen bzw. Anordnungen infolge Verschmiedens von Stahlstäben; Nital-Ätzung.

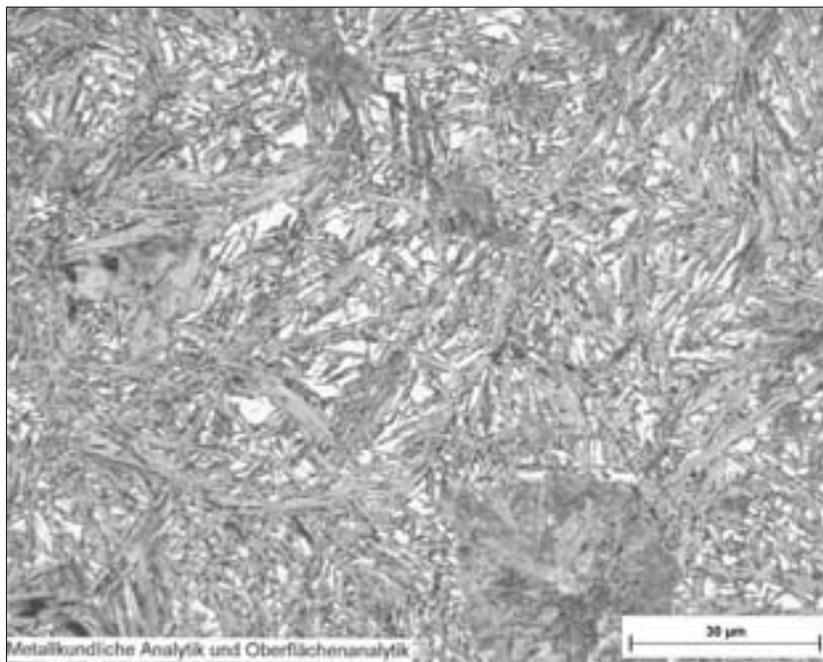


Abb. 4: Gefüge des Hammerfragmentes, Probe Nr. W 3; Fundort Magdalensberg/ Kärnten; Nital-Ätzung.

in Wasser ab und hierauf nimm sie her-aus und trockne sie leicht über dem Feuer. Auf diese Weis härte alle Feilen, die aus Stahl sind.

Fertige in gleicher Weise auch ganz kleine Feilen an... und härte sie fol-gendermaßen: Nachdem der Hieb mit dem Hammer, mit dem Meißel oder dem Messer eingehauen worden ist, schmiere die Feilen mit altem Schweineschmalz ein, umwickle sie mit Streif-chen, die aus Bockleder geschnitten sind, und binde darum Leinenfaden. Danach umhülle sie mit durchgeknetetem Ton, die Angeln lasse aber unbe-deckt. Nachdem sie getrocknet sind, stecke sie ins Feuer und blase kräftig, bis das Leder verbrennt. Ziehe sie schnell aus dem Ton und lösche sie gleichmäßig in Wasser ab, nimm sie heraus und trockne sie am Feuer.

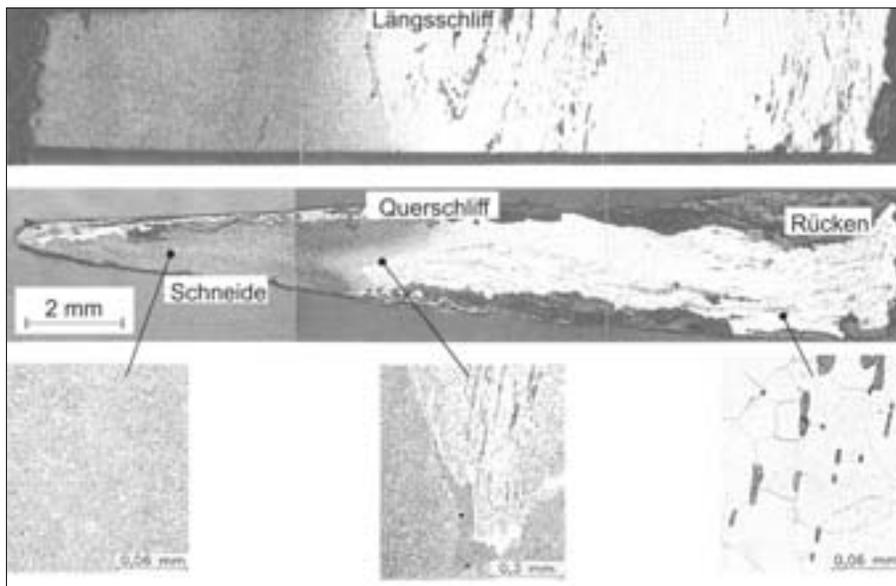


Abb. 5: Metallographische Auswertung eines römischerzeitlichen Messers, Fundort Gleisdorf/Steiermark (6); Nital-Ätzung.

Es wird auch bei Werkzeugen, mit denen Glas und weiche Steine geschnitten werden, nach folgender Methode noch eine andere Härtung durchgeführt:

Nimm einen dreijährigen Bock und binde ihn innen im Stall drei Tage ohne Futter an, am vierten Tag gib ihm Farnkraut und nichts weiter zu fressen. Wenn er dies zwei Tage lang gefressen hat, stelle ihn in der folgenden Nacht in ein Faß, dass unten durchlöchert ist. Unter diese Löcherstelle ein anderes, undurchlöchertes Gefäß, worin du seinen Harn sammeln sollst. Ist dieser auf diese Weise zwei oder drei Nächte in genügender Menge gesammelt, so nimm den Bock heraus und härte in besagten Harn deine Werkzeuge.

Auch in dem Harn eines rothaarigen Jungen lassen sich die Werkzeuge härten, und zwar härter als in bloßem Wasser.

Georg Agricola (Abb. 6)

Die Hüttenkunst erzeugt auf diese Weise durch Feuer und mit Zuschlägen Eisen und stellt aus ihm Stahl her, den die Griechen $\sigma\tau\acute{o}\mu\omega\mu\alpha$ nennen. Man wählt hierzu ein Eisen, welches leicht erweicht, im übrigen aber hart ist und sich leicht ziehen lässt ... Sobald die Kohlen ins Brennen gekommen sind und der Tiegel glühend geworden ist, lässt man den Wind der Blasebälge an; sodann bringt der Meister so viel von dem Eisen und den Schmelzzuschlag hinein, als ihm passend erscheint. In die Mitte legt er, wenn alles weich geworden ist, vier Eisenmasseln, von denen jede 30 Pfund wiegt, und erhitzt mit starkem Feuer 5 oder 6 Stunden lang, indem er mit einer hineingesteckten Eisenstange das flüssige Eisen häufig durchrührt, damit seine kleinen Hohlräume die leichtest flüssigen Teilchen der Schmelze aufsaugen; diese aber zehren dann infolge der ihnen inwohnenden Kraft die dickflüssigen Teile der Schmelze auf und blähen sie auf, so dass sie weich werden und

wie ein Hefeteig aufgehen. So dann ergreift der durch einen Gesellen unterstützte Meister einen Teil der Masse mit einer Zange, hebt sie heraus und legt sie auf den Amboss, um sie mit dem Hammer, der vom Wasserrad abwechselnd gehoben und niedergedrückt wird, breit zu schmieden. Endlich wirft er sie schnell, solange sie noch glühend ist, in Wasser und kühlt sie ab. Die abgeschreckte Masse legt er wieder auf den Amboss und zerbricht sie durch Schlagen mit dem Hammer. Nach dem Aussehen des Bruches beurteilt er, ob ein Teil noch wie Eisen aussieht, oder ob alles dicht geworden und in Stahl verwandelt ist.



Abb. 6: Georg Agricola (9), das Härten von Stahlstäben in fließendem Wasser.

Modestin Fachsen (Abb. 7)

Die Eisen zu härten, zu den Marmor zu hauen:

Nimm dieselben Eisen/ so von Stahl seyn/ glühe sie wohl/ lesche sie wohl in Knaben-Urin/ steck das Eisen nicht gar hinein/ auff dass es wieder kan erfür braun anlauffen/ als denn stecks gar hinein/ und lesch es ab/ so ist eine gute Härte.



Abb. 7: Deckblatt im „Probier-Büchlein“ des Modestin Fachsen (10).

Albaro Alonso Barba (Abb. 8)

Weilen man bey den Bergwerken viel Stahl/ und Eisen braucht/ so habe auch nicht unnöthig zu seyn erachtet/ fogendes hierby zu rucken:

Das Eisen zu härten/ ohne dass es zerspringe. Nimm Eisen-Kraut/ oder Eisen-Bart/ reibe es mit samt denen Stängeln/ und hebe den Saft davon in einen Glas auf. Wann du nun dein Eisen wirst härten wollen/ so nimm so viel alten Urin/ als von besagten Saft/ und zerdrucke ein Würmlein Inger/ oder Engerlencker gennant/ darinnen glühe dein Eisen/ aber nicht allzu sehr/ und lösche es in diesen Urin aus/ oder ab/ solange es gelbe Flecken bekommt im herausnehmen/ und hernach gar zu blau



Abb. 8: Deckblatt im „Probir- und Schmelz-Kunst“-Buch des Albaro Alonso Barba (11).

aussieht/ so ist es nicht genug erhärtet/ sondern muß noch einmal in der besagten Materie abgekühlet werden.

Ein stahlernes Instrument zu härten:

Nimm Ochsen-Zungen-Kraut samt denen Wurtzeln/ in Brunne-Wassergesotten/ darinnen solst du dein Stahl/ oder Eisen ablöschen.

Nimm Drachen-Kraut samt denen Wurtzel/ und eben so viel Eisen-Kraut/ lasse dieses zusammen in Brunne-Wasser sieden/ lasse es auskühlen/ bestreiche öfters dein Instrument damit.

Item: Alter Manns-Urin mit Brunne-Wasser/ lasse solches laulich werden/ glühe dein Instrument/ lösche es darein ab.

Item: Kanst du auch dein Instrument in einem starken Senft/ welcher mit einem scharffen Essig angemacht worden/ löschen. NB. dein Instrument muß vorhero alle-mahl sauber/ und gut geputzet werden.

Kommentar zu den Literaturzitenen

Der Härtevorgang besteht im Wesentlichen aus drei Verfahrensschritten: Erhitzen des Werkstückes auf Härte-temperatur, entsprechend langem Verweilen (Halten) und dem Abschrecken (12). Durch diese Wärmebehandlung erlangt der Stahl ein martensitisches Gefüge mit hoher Härte. Die erreichbare Härte ist primär vom Kohlenstoffgehalt, der im Martensit zwangsgelöst ist, abhängig. Weiters beeinflussten die Abmessung des Werkstückes und das Abschreckmittel (Wasser, Öl, Luft) die erreichbare Härte.

Kommentiert man die angeführten Literaturstellen (8)-(11), so muss man einerseits unterscheiden zwischen der Herstellung des kohlenstoffhaltigen Rohstahls und dem entsprechenden Abkühlen des Werkstückes in einem Abschreckmittel.

Der kohlenstoffhaltige Stahl wird durch Einsetzen in kohlenstoffabgebende Mittel, meist Holzkohle, sowie in Härtepulver wie gemahlene Ochsenhorn mit Kochsalz, Schweineschmalz oder Leder, bei Temperaturen um 1.000°C geglüht. Der Kohlenstoff diffundiert dabei in die Randschichten des eingesetzten Werkstückes ein. Bei dünnen Stahlstäben erreicht man bei entsprechend langer Haltezeit eine Kohlenstoffaufnahme über den ganzen Querschnitt. Bei Messern oder Schwertklingen strebten die Schmiede eine nur partielle Aufkohlung der Schneide(n) an.

Georg Agricola beschreibt den Verfahrensweg über das Frischen von Roheisen. Dem teigigen Roheisen wird im Frischherd durch ein mehrere Stunden langes Rühren mit einer Stahlstange der Kohlenstoff entzogen.

Das angestrebte Martensitgefüge wurde dadurch erzielt, dass man das Werkstück direkt nach dem Einsetzen oder dem Halten in Abschreckmitteln rasch abkühlte. In Abhängigkeit von der Werkstückgröße verwendete man unterschiedliche Abschreckmittel wie Wasser, Öl, Luft usw. Um bei der Wasserhärtung weiche Flecken, die durch Dampfblasen entstehen, an der Oberfläche zu vermeiden, gab es unterschiedliche Zusätze, wie den Sud von Eisenkraut, Drachenkraut, Ochsenzungenkraut aber auch den Urin von Menschen oder Tieren (13). Das Ablöschen in Urin ist im Vergleich zu reinem Wasser von Vorteil, weil die darin enthaltenen Substanzen den Abkühlungsprozess etwas verlangsamen und damit die inneren Spannungen beim Härten vermindern.

Weiters wurde das mit den angeführten Zusätzen vermengte Wasser auch genutzt, um bestimmte Ätzeffekte bei Werkstücken, die aus Stahlstäben unterschiedlicher Qualität geschmiedet wurden, zu erzielen (14).

Anmerkungen

- (1) EIBNER, Clemens und PRESSLINGER, Hubert: Eine befestigte Höhensiedlung im Bereich des urnenfelderzeitlichen Kupfererzbergbaugebietes in der Obersteiermark. – In: Vorgeschichtliche Fundkarten der Alpen; Hrsg: R. v. Uslar; Römisch-Germanische Forschungen; Band 48, Verlag v. Zabern; Mainz a. Rhein (1991) S. 427-450.
- (2) PRESSLINGER, Hubert: Metallkundliche Untersuchungen an Depotfunden in Bad Aussee. – In: Fundberichte aus Österreich, Wien; Band 43 (2005), S. 325-330.
- (3) PRESSLINGER, Hubert; MAYR, Michael: Celtic steel – an evaluation of depot finds. – steel research 72 (2001), S. 283-290.
- (4) PRESSLINGER, Hubert; URBAN, Otto Helmut and RUPRECHTSBERGER, Erwin Maria: Norican Steel – An Assessment of the Archaeological Finds at the Magdalensberg Site, Carinthia, Compared to the “Celtic Trove” of Gründberg Hill, Linz. – steel research int. 76 (2005), S. 666-671.
- (5) Autorenkollektiv: Plinius der Ältere über das Eisen. – Arch. Eisenhüttenwes. 51 (1980), S. 487-492.
- (6) PRESSLINGER, Hubert; MAIER, Christian und LORENZ, Thuri: Metallographische Untersuchungen an einem römischen Messer aus Norischem Stahl. – Berg- und Hüttenm. Mh. 136 (1991), S. 184-188.
- (7) PRESSLINGER, Hubert und KÖSTLER, Hans Jörg: Der Werkstoff Stahl im Altertum. – In: Ferrum, Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG, Schaffhausen (1991) Nr. 63, S. 18-26.
- (8) BREPOHL, Erhard: Theophilus Presbyter und die mittelalterliche Goldschmiedekunst. – Verlag Hermann Böhlau Nachf.; Graz/Wien; 1987; S. 80-83.
- (9) AGRICOLA, Georg: Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. – Deutscher Taschenbuchverlag 6086 (1977), S. 368.
- (10) FACHSEN, Modestin: Probier-Büchlein. – Johann Grossen und Consorten, Leipzig (1678), S. 173.
- (11) BARBA, Alvaro Alonso: Eines spanischen Priesters und hocherfahrenen Naturkundigers DOCIMASIE oder Probier- und Schmelzkunst. – Verlag Conrad Monath; Wien 1749; S. 153-154.
- (12) SCHUMANN, Hermann: Metallographie. – VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig (1974), S. 400-401.
- (13) Gewöhnliche Ochsenzunge, *Anchusa officinalis*; wächst verstreut an Wegrändern.
Eisenkraut, *Verbena officinalis*. Man sprach dem Eisenkraut noch andere Zauberkräfte zu: die Pflanze sollte vor Verletzungen mit eisernen Waffen schützen; Krieger trugen es deshalb unter ihrem Harnisch in der Feldschlacht. Eisenkraut wächst entlang von Wegen, Zäunen und Mauern. Es zeigt einen erhöhten Stickstoffgehalt des Bodens an.
- (14) BÖHNE; Clemens: Vom Damaststahl zum Scharsachstahl. – In: Archiv. Eisenhüttenwes. 40 (1969), S. 661-665.

Noricum und Etrurien – Technologische Beziehungen in der Eisenmetallurgie

Gerhard Sperl, Leoben

Vorbemerkung

Technologische Beziehungen, der Technologietransfer, in der Antike sind am deutlichsten an der Eisentechnologie, wie sie durch Ausgrabungen und Funduntersuchungen fassbar ist, nachzuweisen. Weil die uns bekannten Naturgesetze sich in historischen Zeiten nicht ändern, lässt sich durch moderne Kriterien ein solcher Vergleich der eingesetzten Technologien auch durchführen. Anders ist es bei der geistigen Einstellung zum Verfahrensablauf: Diese ist über Zeiten und Kulturen durchaus veränderlich und daher an den Funden weniger ableitbar; hier helfen die historischen Texte wie jene des C. Plinius Secundus d. Ä. († 79 n. Chr.) weiter, wenn man das norisch-keltische und das etruskisch-römische Eisenwesen vergleichend betrachtet.

1. Randbedingungen in Etrurien

Für die Periode, in welcher die Etrusker Bedeutung hatten, also zwischen 800 und 200 v. Chr., kann man annehmen, dass die wichtigsten Metalle Eisen und Kupfer so reichlich verfügbar waren, dass sie diese auch zu Wasser und zu Lande exportieren konnten. Die „Silberquelle“ in der Toskana war Bleiglanz, der in den Bergen um Campiglia und Massa Marittima vorkommt und besonders im Mittelalter als begehrtes Münzmetall intensiv gesucht wurde (Sperl 2007). Eine Sonderstellung nehmen Gold und Zinn ein, die in der Toskana in nur mineralogisch interessanten Größenordnungen vorkommen. Daher muss Gold, wie es in den reichen Gräbern gefunden wurde, importiert worden sein. Als Exportmarkt dafür ist im Mittelmeerraum wohl Ägypten anzunehmen, und als Händler traten, wie auch die Bibel erwähnt, die Phöniker bzw. Punier auf

2. Die Metalle um 800 v. Chr. im Mittelmeerraum

Etrurien war in der Periode der Etrusker auf den Handel mit Gold und Zinn angewiesen, um die berühmten Schmuckstücke oder die zahllosen Bronzen herzustellen. Allgemein nimmt man an, dass die Hauptquelle des Zinns für das Mittelmeer Cornwall in Südwest-England war; es gibt aber sowohl in der Bretagne als auch im Nordwesten Spaniens Zinnlager, die in historischen Zeiten genutzt wurden. Praktisch noch nichts weiß man über die Frühzeit der für Italien nächstgelegenen Zinnlagerstätte, jene des böhmisch-deutschen Erzgebirges – vielleicht nur eine Fundlücke. Die These aber, dass das Zinnvorkommen des Monte

Valerio den Reichtum Etruriens begründete, kann wohl wegen des geringhaltigen Vorkommens von fein mit Eisenerzen verwachsenem Kassiterit (Zinnstein SnO_2) ausgeschlossen werden, auch weil wir uns schon in der Eisenzeit befinden, wo die Bedeutung der Bronze zurückgedrängt wurde.

Allerdings ist die Verwendung der den Zinnstein enthaltenden limonitischen Eisenerze durch Analysen von Schlacken aus Populonia/Baratti belegt (Benvenuti et. al. 2000), die Insel Elba war somit nicht die alleinige Erzquelle der Etrusker und der Römer für Populonia. Elba war in der Eisenzeit aber sicher die wichtigste Quelle der Eisenerze an der Küste des Tyrrhenischen Meeres und blieb dies auch bis in das 19. Jahrhundert (Sperl 1989). Welche Bedeutung der „senatus consultum“, das Verbot des Erzabbaues auf Elba durch den römischen Senat um 200 v. Chr., hatte, ist nicht nachweisbar. Ab dieser Zeit scheint die Eisenproduktion, deren Leitung wahrscheinlich damals von den Römern übernommen wurde, technologisch minderwertiger zu werden, wie Analysen von Schlacken nahe legen (Sperl 1981).

Metallurgisch hergestelltes Eisen findet sich in Europa bereits seit 1800 v. Chr., aber erst nach 1000 v. Chr. tritt es deutlich in den Ausgrabungen Mitteleuropas auf (Pleiner 1981) (Abb. 1). Um 800 v. Chr. gewinnt das Eisen als Werkstoff für Waffen und Werkzeuge an Bedeutung, es wird zum Gebrauchsmetall, womit die frühe Eisenzeit, die Hallstatt-Periode, beginnt. Die Technologie des Reduzierens und des Schmiedens kam wohl aus Anatolien über Griechenland nach Etrurien, von wo sie sich über Mittel- und Westeuropa ausbreitete. Für die Zone Burgenland-Sopron scheint ein veneto-illyrischer Weg möglich (Abb. 2).

Entwicklung der Eisenmetallurgie in Griechenland und ihre Einführung in Etrurien

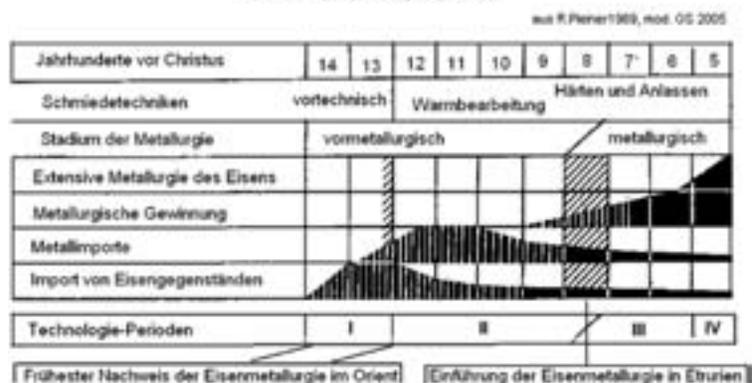


Abb. 1: Stufen der Einführung der Eisenmetallurgie in Griechenland und in Etrurien: Der bodenständige Erzeugung geht die Verarbeitung importierten Rauheisens voraus.



Abb. 2: Die Ausbreitung der Eisentechnologie am Ende der Bronzezeit nach (Pleiner 1981) und wichtige Eisenzentren (1-4) in etruskisch-keltisch-römischer Zeit (6. Jh. v. Chr. – 5. Jh. n. Chr., ergänzt G. Sperl 2007) in Mitteleuropa.

3. Kriterien zur Archäometallurgie des Eisens

Die wichtigsten Spuren der frühen Eisenerzeugung sind die eisenreichen Schlacken; dies hatte zur Folge, dass sie in moderner Zeit wieder als Eisenträger in die Hochöfen eingesetzt wurden, wie es mit den etruskisch-römischen Schlacken von Populonia geschah (Pistolesi 2006). Auch in Vordernberg (Steiermark) sind Schlacken der Stucköfen in den Floss- und den Hochöfen verschwunden. Verstreute Schmelzplätze sind von solcher Nutzung meist verschont geblieben und so für den aufmerksamen Eisenhistoriker als Schmelzplatz erkennbar.

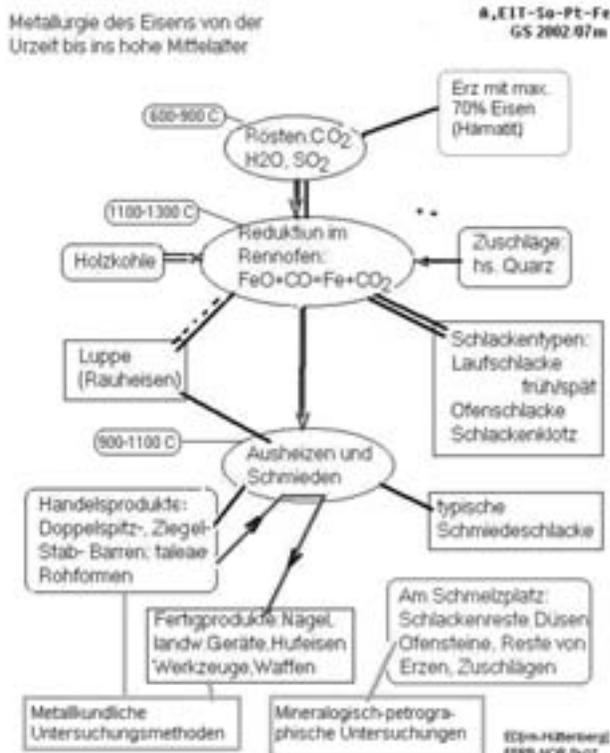


Abb. 3: Die Metallurgie des Eisens im direkten Verfahren zur Herstellung der Rauheisen-Luppe und Methoden der Funduntersuchungen dazu.

Dort sind auch die Ofenreste, die Röstplätze und Holzkohlenlager zu finden, die jede Schmelzanlage seit der Bronzezeit kennzeichnen (Abb. 3). Allgemein ist anzumerken, dass man bei systematisch organisierten Schmelzbezirken wie im Falle Populonia, das Erz zur Kohle brachte: Da bei einem Gewichtsverhältnis im Ofen von 1:1 für Holzkohle zu Erz das Holzkohlenvolumen das Zehnfache des Volumens des Erzes ausmacht, war dies für den Transport ein wichtiges Kriterium, so auch bei den Boottransporten zwischen Elba und dem Festland.

Die gefundenen Ofenkonstruktionen unterscheiden sich vor allem durch die Lage des Schlackenabstiches (Abb. 4). Nur der Rennofen, mit den Winddüsen über der Ofenflur (Hüttenflur), ließ die Schlacke frei ausfließen, beim Rennfeuer und einigen Schachtöfen bleibt die Schlacke im „Sumpf“ des Feuers liegen, was sich auch in der Schlackentypologie wieder findet.

Die Rennöfen können zylindrische bis kegelförmige Schachtformen haben oder auch als Kuppelöfen gestaltet sein; letztere sind überwiegend aus Lehm gebaut, während die glatten Schächte meist aus Steinen mit Lehmörtel errichtet wurden. Auch im lehmigen Boden eingegrabene Ofenschächte waren gebräuchlich. Die Ofentypologie ist ein weiteres wichtiges Kriterium der Metallurgie.

Wichtig ist aber die Schlackentypologie (Sperl 1980) (Abb. 5), die als erstes Kriterium bei der Untersuchung von Schmelzplätzen dienen sollte. Eine Ordnung der Schlacken nach Typen bei der Ausgrabung ermöglicht auch eine repräsentative Probenahme und erübrigt die Bergung meist tonneschwerer Schlackenreste. Wichtig sind vor allem die Typenverteilung und das Mengenverhältnis „Laufschlacken (mit Fließstrukturen) zu Ofenschlacken“ und deren Anteil an der gesamten Schlackenmenge aller Typen.

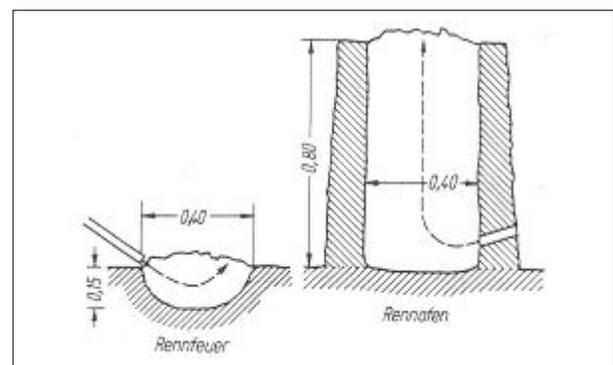


Abb. 4: Grundordnung der metallurgischen Öfen: Rennfeuer und Rennofen-Typen (Osann 1971).

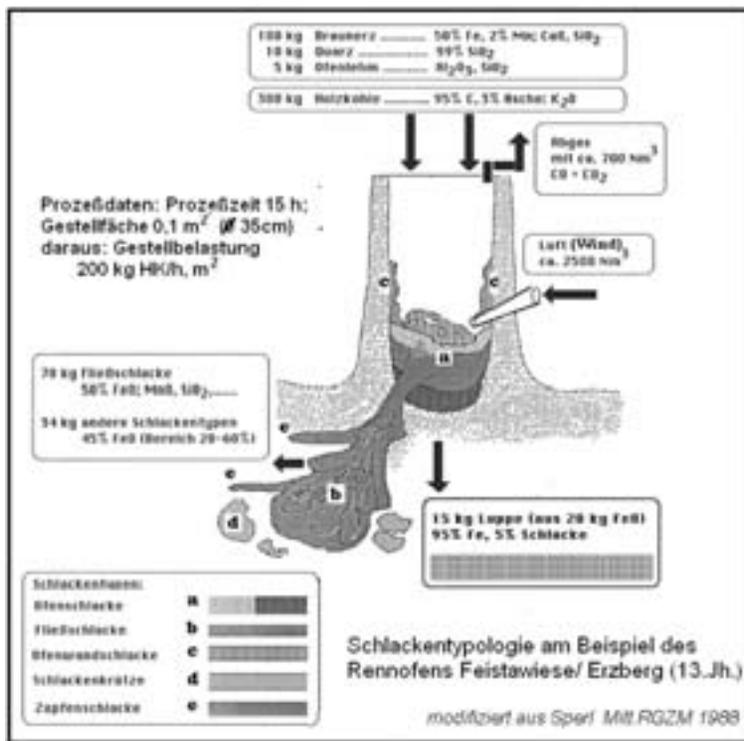


Abb. 5: Stoffbilanz und Schlackentypen eines Rennofens. Aus: (Sperl 1988b, mod. 2007).

Aus dem Vergleich der Eisengehalte der Schlacken mit denen der Erze kann man das Kriterium der Eisenausbeute (in % des Eiseneinsatzes im Erz) ermitteln (Schürmann 1958) (Abb. 6); hohe Eisenausbeuten (über 40 %) lassen den Schluss zu, dass hier viel hochgekohltes Eisen und wesentliche Anteile an flüssigem Roheisen anfielen (Tylecote et al. 1971) (Abb. 7).

4. Vergleich der archäologischen Ergebnisse

Auch wenn die Randbedingungen für einen Vergleich durchaus verschieden sind, soll im Folgenden der Vergleich der Eisenmetallurgie in der Zeit zwischen 600 v. Chr. und 500 n. Chr. für das in Abb. 2 dargestellte Gebiet mit den Eisenzentren **Etrurien – Kärnten – Burgenland – Kehlheim** versucht werden. Dabei sollen

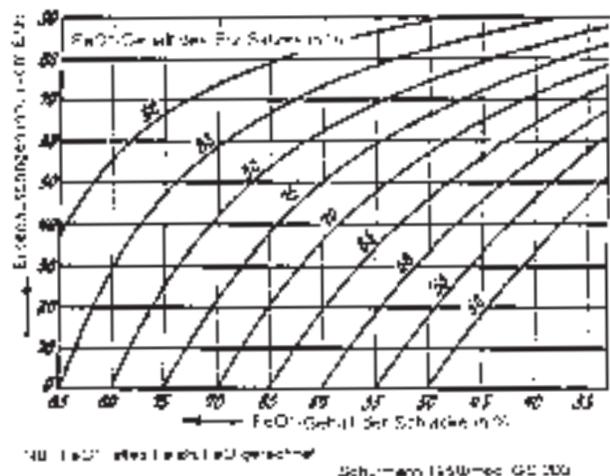


Abb. 6: Errechnung der Eisenausbeute von Rennverfahren aus der Analyse des Erzsatzes und der Laufschnacken nach Schürmann (1958).

Tabelle 1: Charakterisierung früher Eisenzentren in Mitteleuropa

Zone	Etrurien Populonia, Follonica Elba	Kärnten Möselgut, Kitschdorf, Knappenberg Feldkirchen	Burgenland Oberpullendorf Oberwart, Sopron	Bayern Kehlheim
Kriterium				
Ofenkonstruktion	Kuppelofen	Kuppelofen	Kuppelofen	Kuppelofen
wichtigste Schlackentypen	Laufschnacken	Laufschnacken	Laufschnacken	?
Erze (% Fe _{mittel}) Eisenausbeute (%)	Hämatit (70 % Fe) E:>40; R: 10-30	Braunerze/Siderit (um 50 % Fe)	Limonit/Goethit (um 50 % Fe)	Limonit/Goethit (um 50 % Fe)?
Datierung Literatur	6. Jh. v. - 2. Jh. n. Chr. (Sperl 1980, 1981)	1. Jh. v. - 5. Jh. n. Chr. (Straube et. al.1964) (Glaser 1995) (Sperl 2003)	4. Jh. v. - 2. Jh. n. Chr. (Schmid 1977) (Sperl 1980)	2. Jh. v. - 2. Jh. n. Chr. (Geisler 1986)

E: etruskisch, R: römisch.

die oben beschriebenen Kriterien **Ofenkonstruktion – Schlackentypologie – Eisenausbeute** zur Anwendung kommen, soweit sie durch archäologische und metallurgische Untersuchungen und Ergebnisse überprüfbar sind (Tabelle 1).

Auch wenn sich die Erzbasis in Noricum deutlich vom etruskischen Eisenhüttenzentrum unterhalb der Stadt Populonia im Golf von Baratti unterscheidet, so legt die gleichartige mit der Zeit an Größe zunehmende Ofenkonstruktion der Kuppelöfen aus Lehm, verbunden mit dem Mehrdüsen-Verfahren eine gemeinsame technologische Linie nahe. An einen Technologietransfer von Etrurien ins Gebiet Oberpullendorf-Oberwart/ Sopron, von dort zu den Kelten Kärntens bei zunehmender Ofengröße erscheint überlegenswert (Sperl 2004).

Durch die Mehrdüsen-Technologie im römischen Kärnten lässt sich auch die Funktion der Wannenförmigkeit der keltischen Öfen beim Oppidum von Kehlheim (Bayern) (Geisler 1986) erklären (Sperl 1997).

den. Freilich sind diese Kriterien wegen der unterschiedlichen Publikationsformen nur eingeschränkt bestimmbar. Die Eisentechnologie im Umfeld des Hüttenberger Erzberges kann auf eine Entwicklungslinie zurückgeführt werden, die von Populonia über Oberpullendorf nach Hüttenberg führt. Hauptkriterium ist die Entwicklung des aus Lehm gebauten Kuppelofens, wobei die Größe der Formebene mit der Zeit von etwa 60 cm Durchmesser in Follonica (GR) (6./5. Jh. v. Chr.) über 100 cm in Piringsdorf/Bgld. (2./1. Jh. v. Chr.) auf 140 cm im Möselgut (1./2. Jh. n. Chr.) zunimmt.

Fortsetzung (Plinius-Interpretation) folgt.

Schrifttum (mit Anmerkungen)

(Benvenuti et al. 2000): M. Benvenuti, I. Mascaro, P. Costagliola, G. Tanelli, A. Romualdi: Iron, copper and tin at Baratti, Populonia: smelting processes and metal provenances, in: *Historical Metallurgy* 34 (2000), 2, S. 67-76

(Bielenin 1977): K. Bielenin, Einige Bemerkungen über das altertümliche Eisenhüttenwesen im Burgenland. In: *Archäol. Eisenforschung in Europa*, Wiss. Arb. Bgld. 59 (1977), S. 49-62

(Dobesch 2007): G. Dobesch, Zweierlei ferrum Noricum?. In: *Archäologie Österreichs Spezial 2007*, in Druck

(Geisler 1986): H. Geisler, Untersuchungen zur Eisenproduktion im Raum Kelheim (Niederbayern). In: *Symposium Archäometallurgie*, Mainz 1986, S. 30-31

(Glaser 1995): F. Glaser, Norische Rennöfen im Görtschitztal. In: *Katalog zur Kärntner Landesausstellung. Grubenhunt und Ofensau II*, 1995, S. 273-276

(Graßl 1988): H. Graßl, Norisches Eisen aus dem Burgenland? Historische Bemerkungen zur rezenten Forschung, *Römisches Österreich* 15/16, (1987/88), S. 83 ff

(Kaus 1981): K. Kaus, Lagerstätten und Produktionszentren des Ferrum Noricum. In: *Eisengewinnung und -verarbeitung in der Frühzeit*, Leobener Grüne Hefte, Neue Folge, H. 2, 1981, S. 74-92

(Malzacher 1964): H. Malzacher, Der Magdalensberg und seine Beziehungen zum norischen Eisen, Teil I der Beiträge zur Geschichte des Eisens im alpenländischen Raum. In: *Stahl u. Eisen* 84 (1964), S. 674-680; siehe auch *BHM* 108 (1963), S. 49-59

(Osann 1971): B. Osann, Rennverfahren und die Anfänge der Roheisenerzeugung. *Fachausschussbericht des VDEh Nr. 9001*, Düsseldorf 1971

(Piccottini 1981): G. Piccottini, Antike Zeugnisse für das „ferrum Noricum“. In: *2500 Jahre Eisen aus Hüttenberg*; Verlag des Landesmuseums für Kärnten 1981, S. 70-75

(Pistoletti 2006): C. Pistoletti, La miniera di Baratti, lo sfruttamento delle scorie etrusche dal 1915 al 1969, Felici Ed., S. Giuliano (PI), Italien

(Pleiner 1969): R. Pleiner, *Ironworking in Ancient Greece*, National Technical Museum, Praha 1969

(Pleiner 1981): R. Pleiner, Wege des Eisens nach Europa. In: *Frühes Eisen in Europa*, Verlag Meili, Schaffhausen 1981, S. 115-128

(Schmid 1977): H. Schmid, Die montangeologischen Voraussetzungen des ur- und frühgeschichtlichen Eisenhüttenwesens im Gebiet des mittleren Burgenlandes (Becken von Oberpullendorf), *Wiss. Arb. Bgld.* 59 (1977), S. 11-24

(Schürmann 1958): E. Schürmann, Die Reduktion des Eisens im Rennfeuer. In: *Stahl u. Eisen* 78 (1958), S. 1297-1308

(Sperl 1980): G. Sperl, Über die Typologie urzeitlicher, frühgeschichtlicher und mittelalterlicher Eisenhütten Schlacken. *Österr. Akademie der Wissenschaften, Studien zur Industrie-Archäologie VII*, 1980, 67 S. – Darin erste Untersuchungen etruskischer Eisenhütten Schlacken

(Sperl 1981): G. Sperl, Untersuchungen zur Metallurgie der Etrusker; in: *L'Etruria Mineraria, Atti del XII Convegno di Studi Etruschi e Italici*, Florenz 1981, S. 29-50

(Sperl 1988a): G. Sperl, Montangeschichte des Erzberggebietes nach archäologischen und schriftlichen Dokumenten, ergänzt durch praktische Versuche, *Habilitationsschrift* (1988), Univ. Wien, Geisteswiss. Fakultät

(Sperl 1988b): G. Sperl, Möglichkeiten der Rekonstruktion der urgeschichtlichen Hüttenprozesse des Kupfers und Eisens aus Schlackenuntersuchungen am mittelalterlichen Beispiel Feistawiese. In: *Jahrbuch des RGZ Mainz* 35 (1988), S. 556-559

(Sperl 1989): G. Sperl, La Metallurgia nella Ferriera di Amalfi. In: *Rassegna del Centro di Cultura e Storia Amalfitana*, 9/1989, Nr.17, S. 129-135

(Sperl 1997): G. Sperl, Harvard-Diskussion: Anlässlich der Tagung „Metals in Antiquity“, Harvard University 10.-13. September 1997, wurde der „Mehrdüsenprozess“, wie er für die Öfen Möselgut und Kehlheim anzunehmen ist, in der Diskussion vorgestellt und allgemein akzeptiert. *Publikation demnächst in BHM*

(Sperl 2003): G. Sperl, Zu den Schlacken aus Feldkirchen. In: A. Galik, Ch. Gugl, G. Sperl, *Feldkirchen in Kärnten, ein Zentrum norischer Eisenverhüttung*, Archäologische Forschungen, Verlag der ÖAW, Bd. 8 (2003), S. 68-80

(Sperl 2004): G. Sperl, Zum Stand der Erforschung des Ferrum Noricum. In: *AD FONTES*, Festschrift für Gerhard Dobesch, *Wiener Humanist. Ges.*, Wien 2004, S. 961-976

(Sperl 2007): G. Sperl, Silber aus etruskischem Blei. In: *res montanarum* 40/2007 (Festschrift Lieselotte Jontes), S. 72-78

(Straube et al. 1964): H. Straube, B. Tarmann, E. Plöckinger, Erzreduktions-Versuche in Rennöfen norischer Bauart. *Kärntner Museumsschriften XXXV*, (Klagenfurt 1964)

(Tylecote et al. 1971): R. F. Tylecote, J. N. Austin, A. E. Wraith, The mechanism of Bloomery Process in Shaft Furnaces. In: *Journ. Iron Steel Inst.* 209 (1971), S. 342-363

Der mittelalterliche Eisenschmelzplatz auf der Kreuztratte am Hüttenberger Erzberg⁽¹⁾

Brigitte Cech, Wien; Hubert Preßlinger, Trieben; Georg Walach, Leoben, und Georg Karl Walach, Leoben

Die Fundstelle Kreuztratte (KG Lölling, MG Hüttenberg, polit. Bez. St. Veit an der Glan, Parzelle 914/3) befindet sich am Südhang des Hüttenberger Erzberges, südöstlich des Ortes Knappenberg auf 1.223 m Seehöhe auf einer freien Wiesenfläche (2).

Hier wurden bereits im Jahr 1929 von W. Schuster archäologische Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurde eine als kaiserzeitlicher Rennofen interpretierte Steinsetzung freigelegt. In der neueren Literatur wird nicht nur die Datierung dieser Anlage in Frage gestellt, sondern auch auf die für die römische Kaiserzeit ungewöhnliche Bauart des Ofens hingewiesen. (3) Diese widersprüchlichen Angaben in der Literatur waren der Anlass für neue montanarchäologische und montanarchäometrische Untersuchungen an dieser Fundstelle.

Die Lagerstätte besteht aus einer Vielzahl kleinerer und mittlerer Sideriterzkörper, die ausschließlich im Tiefbau gewonnen werden konnten. In der Oxidationszone kommen leicht verhüttbare manganreiche Blau- und Braunerze vor. (4) Nach derzeitigem Forschungsstand wurde die reiche Lagerstätte von der Spätlatènezeit (5) bis ins 20. Jh. – der Bergbau wurde 1978 eingestellt – wirtschaftlich genutzt.

Geophysikalische Prospektion

Die geophysikalische Prospektion auf der Fundstelle Kreuztratte stützt sich auf die Kombination einer geomagnetischen Flächenkartierung zur Abgrenzung der Schlackenhalde (**Abb. 3**) und auf geoelektrische Profilmessungen (Multielektrodenteknik) zur detaillierteren Beschreibung des Aufbaues des Haldenkörpers. Den Ausgangspunkt für die topographische Planung bildete jene auffällige Erhebung im Hang, die in etwa das Zentrum der ehemaligen Schlackenhalde markiert.

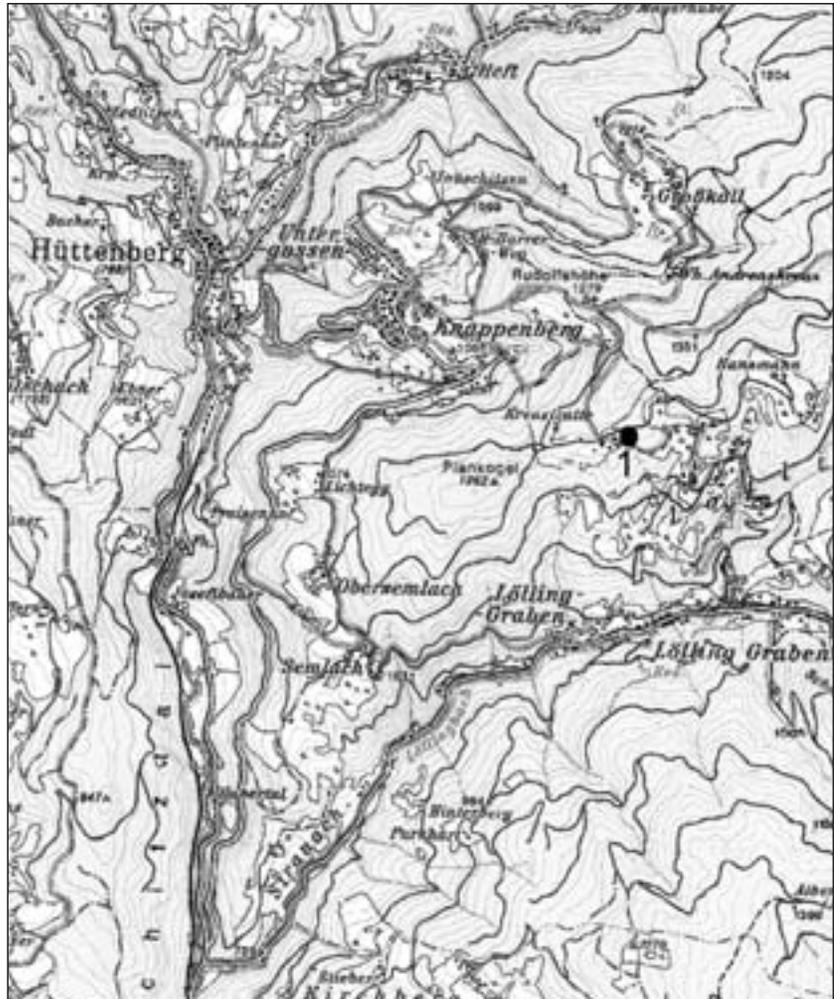


Abb. 1: Der Hüttenberger Erzberg mit der Fundstelle Kreuztratte (1). (Ausschnitt aus der ÖK 1: 50.000, Blatt 186 St. Veit an der Glan und Blatt 187 Bad St. Leonhard im Lavanttal).



Abb. 2: Die Fundstelle Kreuztratte vor der archäologischen Untersuchung, Blick nach Norden. Foto: B. Cech.

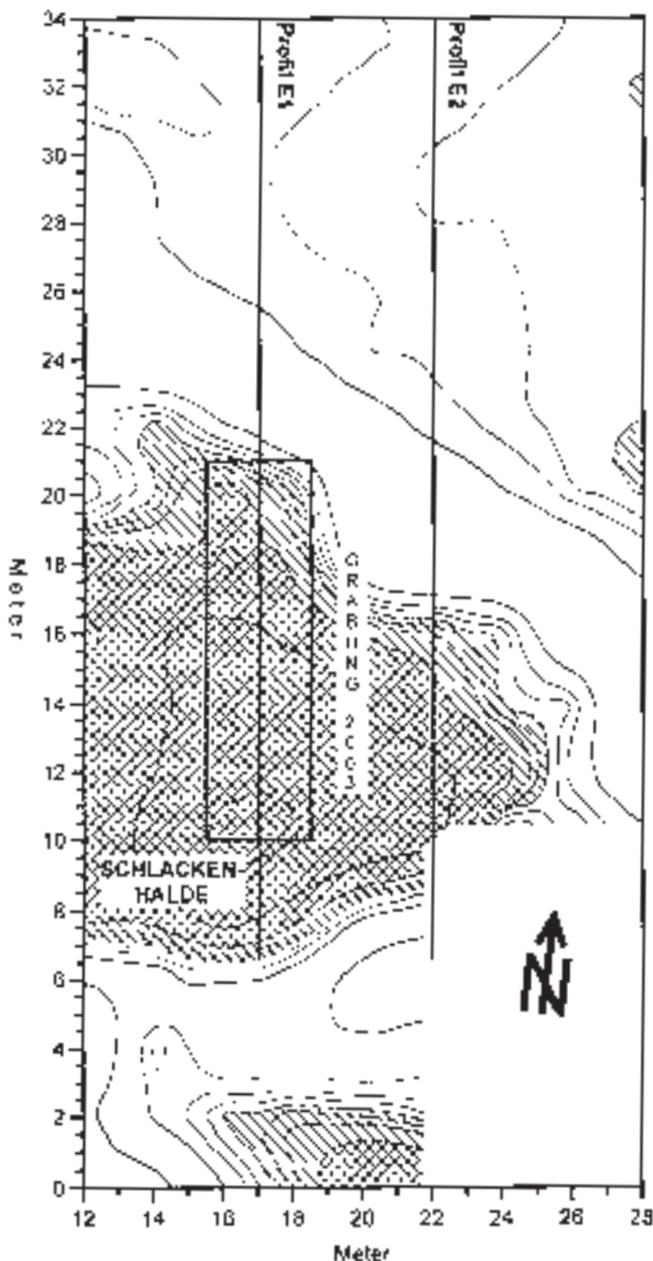


Abb. 3: Kreuztratte, Isanomalienplan der Schlackenhalde mit Lage der geoelektrischen Profile und des Grabungsschnittes.

In Abbildung 3 tritt der in die Hangfläche eingelagerte Haldenkörper als ausgeprägtes Anomalie maximum (Kreuzschraffur) mit klarer Umgrenzung hervor. Durch Schlackenentnahmen für den Wegebau wird der Haldenrest an der Südseite eindeutig begrenzt, wofür auch die weiter südlich wieder einsetzende Anomalie (Abb. 3) spricht. Durch diesen Befund wird das Fehlen großer Teilbereiche der ehemaligen Schlackenkubatur bestätigt und erhärtet.

Die archäologischen Untersuchungen der Jahre 1929 und 1983

Die Ergebnisse der eingangs erwähnten Grabungen des Jahres 1929 wurden 1932 vom damaligen steirischen Landesarchäologe W. Schmid publiziert.

Der Grabungsbefund wird wie folgt beschrieben: „Der Schacht sitzt auf Schlackenschutt auf, der ungefähr 1 m mächtig sein dürfte. Die Lage auf Schutt wurde wahrscheinlich absichtlich gewählt, um den Ofen vollkommen trocken zu halten. Der regelmäßig kreisrunde, trockengemauerte Schacht von 90 cm lichter Weite und 55 cm Wandstärke dürfte nach der Menge des in den Schacht hereingebrochenen Steinmaterials im ganzen 160 cm hoch gewesen sein. Die noch erhaltene Schachthöhe vom Boden bis zum höchsten Stein beträgt 1,26 m. Die höchsten Steinlagen zeigen Spuren von Kalkmörtel. Der Boden war mit einer Steinpflasterung versehen, die unter das Mauerwerk griff. Am Boden des Ofens ist noch ein rotgebrannter Lehmbeleg vorhanden, an den Wänden fehlt eine Lehmausschmierung. Auf der dem Tale abgekehrten Seite befand sich eine dem normalen Schachtmauerwerk vorgelagerte künstliche Steinlage, unter welcher sich ein mit Schlacken und Holzkohlenresten gefüllter Kanal hingog, der im Inneren der Schachtwand eine rechteckige Form von 20 cm Höhe und 12 cm Breite besaß. Der Ofen war mit einer Schüttung aus grobem Schotter umgeben, die wahrscheinlich dazu bestimmt war, die Wärmeverluste des Ofens herabzusetzen, dem Mauerwerk nach außen einen Halt zu geben und die Begichtung zu erleichtern.“ (6) An Funden erwähnt er Bruchstücke von scheibengedrehter, reduzierend gebrannter Keramik und Düsenbruchstücke.

Ein Lageplan und zwei Grabungsphotos (7) aus dem Jahr 1929 ermöglichen die Ortung des Grabungsplatzes südlich der Parzelle 914/3 (Abb. 4).

1983 wurde von C. Eibner an dieser Stelle eine Nachgrabung durchgeführt. (8) Dabei konnten nur noch Reste von Trockenmauern freigelegt werden, an deren Basis eine zerbrochene Bierflasche der Brauerei Silberegg (bei Treibach) lag, die im Zuge der Ausgrabung des Jahres 1929 in den Boden gelangte. Der von Schuster

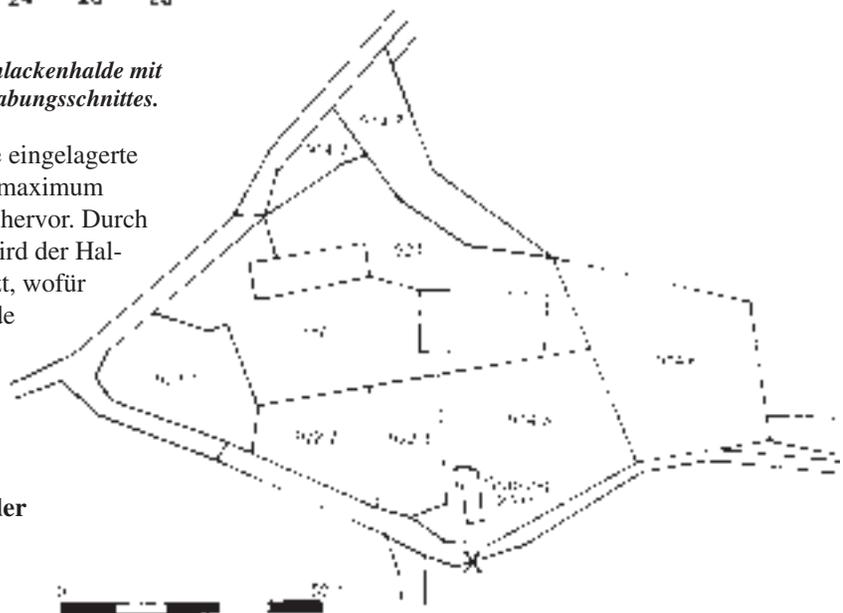


Abb. 4: Katasterplan, Fundstelle Kreuztratte, Parzelle 914/3, KG Lölling, MG Hüttenberg, polit. Bez. St. Veit a. d. Glan; X = Grabung Schuster 1929.

und Schmid beschriebene Ofen konnte nicht gefunden werden. Er wurde wahrscheinlich beim Wegebau zerstört.



Abb. 5: Kreuztratte, Oberkante der Schlackenhalde, im Vordergrund der rezente Bauschutt, Blick nach Norden. Foto: B. Cech.

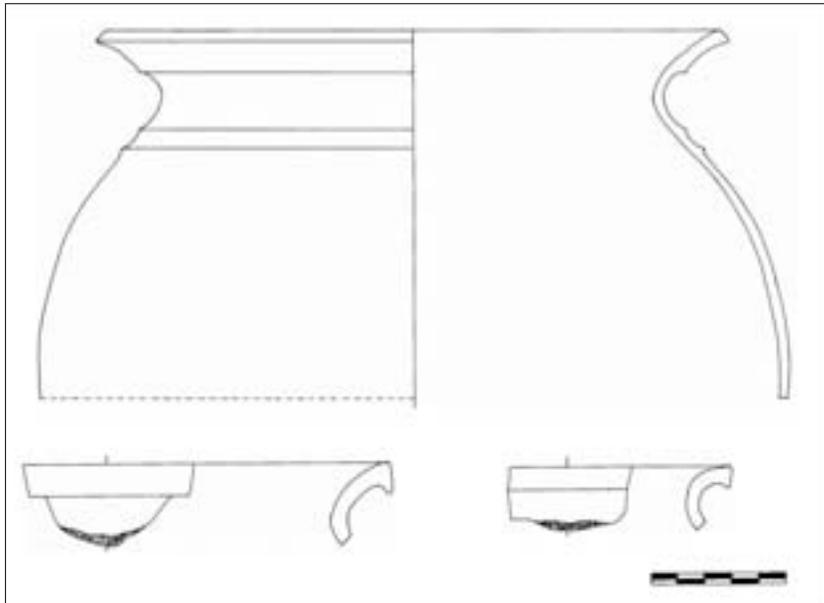


Abb. 6: Kreuztratte, Keramik des späten 13./frühen 14. Jahrhunderts.



Abb. 7: Kreuztratte, Bruchstücke von Winddüsen. Foto: N. Sautner.

Die Beschreibung des Grabungsbefundes von 1929 wirft einige Fragen auf. Aus statischer Sicht ist es sehr unwahrscheinlich, dass man einen Ofen auf einer 1m mächtigen, instabilen Schlackenhalde errichtete, insbesondere, da der Unterbau nur aus einer Steinlage bestand. Weiters ist es eigenartig, dass der Ofen innen – außer auf der Sohle – weder Lehmverschmierung noch Verschlackung aufweist. Aus schmelztechnischer Sicht ist zu bedenken, dass es kaum möglich sein dürfte, in einem auf Schlacken aufgesetzten Ofen die für das Schmelzen von Eisen erforderlichen Temperaturen zu erreichen.

Die Fotos in der Publikation von Schmid zeigen außer der als Schmelzofen interpretierten Steinsetzung noch weiteres Mauerwerk. Auch Clemens Eibner erwähnt in seinem Fundbericht diverser Mauerwerk. Es ist durchaus möglich, dass die als Schmelzofen interpretierte Steinsetzung zu einem spätmittelalterlich/frühneuzeitlichen Gebäudekomplex gehört.

Die archäologischen Untersuchungen des Jahres 2003

Der Schnitt durch die Schlackenhalde hat eine Breite von 3 m und eine Länge von 11 m. Der Schnitt ist bis auf rezente Störungen frei von archäologischen Befunden. Im Süden des Schnittes wird die Schlackenhalde durch eine rezente Bauschutt aufschüttung mit zahlreichen Fundgegenständen des 19. und 20. Jhs., unter denen sich auch vereinzelte Scherben des Spätmittelalters befanden, überlagert. Die Schlackenhalde hat eine Mächtigkeit von 2 m. Auffallend sind zahlreiche Bruchstücke von Winddüsen und Zapfenschlacken. Die mittelalterlichen Schmelzöfen, die nördlich der Schlackenhalde gewesen sein dürften, wurden durch Bautätigkeit zerstört.

An keramischem Fundmaterial gibt es Bruchstücke von Töpfen. Die in der Schlackenhalde gefundene Keramik (Abb. 6) ist in das späte 13./frühe 14. Jahrhundert zu datieren.

In der Schlackenhalde wurden zahlreiche Bruchstücke von röhrenförmigen Winddüsen (Abb. 7) gefunden, wie sie für hoch- und spätmittelalterliche Schmelzplätze charakteristisch sind. Winddüsen sind Tüllen, in die die Aus-

lassöffnungen der Blasebälge eingesetzt werden. Sie schützen einerseits die Blasebälge vor den im Ofen herrschenden hohen Temperaturen und dämpfen andererseits die Vibrationen der Blasebälge und verhindern, dass diese auf die Ofenwand übertragen werden. Sie bestehen aus speziell aufbereitetem feuerfestem Ton und wurden meist in ungebranntem Zustand in die Öfen eingesetzt. Während des Schmelzprozesses wurde ihr inneres Ende gebrannt. Das ist der Grund, warum hauptsächlich dieser Teil erhalten ist. Auf der Fundstelle Kreuztratte wurden nur zwei Bruchstücke von äußeren Enden gefunden. Winddüsen sind Verschleißteile. Waren sie verschlackt, tauschte man sie aus.

Ebenfalls charakteristisch für mittelalterliche Eisenschmelzplätze sind Zapfenschlacken (Abb. 8), die sich



Abb. 8: Kreuztratte, Zapfenschlacken. Foto: N. Sautner.

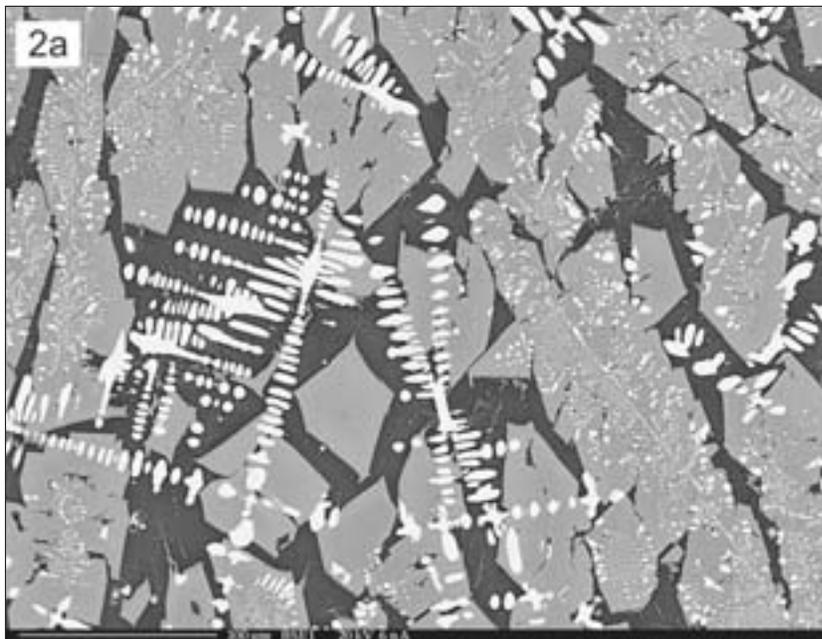


Abb. 9: Kreuztratte, Schliffbild einer Laufschlacke. Phasen bzw. Gefügebestandteile: helle graue Dendriten = Wüstite; graue tafelige Körner = Olivine; schwarzgraue Komponenten = eutektisch erstarrte Restschmelze. Ungeätzt.

beim Erstarren im Stichloch und im Abstichkanal, der von der Brust des Schachtofens bis zur Schlackengrube angelegt wurde, bildeten.

Aufgrund der in der Schlackenhalde gefundenen Keramik kann der Beginn der Eisenverhüttung auf der Kreuztratte ins späte 13./frühe 14. Jh. datiert werden. Etwas problematischer ist die Frage der Betriebsdauer der Schmelzhütten. Im oberen Bereich der Schlackenhalde wurde, ebenso wie im Humus, Keramik des späten 14./frühen 15. Jhs. gefunden.

Die keramischen Funde weisen ebenso wie die archäologischen Befunde der Grabungen 1929 und 1983 darauf hin, dass der Hüttenbetrieb in der zweiten Hälfte des 14./frühen 15. Jh. eingestellt wurde und die Flur Kreuztratte nur noch landwirtschaftlich genutzt wurde. Diverse Mauerreste auf der Schlackenhalde gehören zu dieser spätmittelalterlichen Siedlungstätigkeit. Wahrscheinlich ebenfalls aus dieser Zeit stammt der von Schuster ausgegrabene Ofen, bei dem es sich um einen Kalkbrennofen handeln könnte.

Metallurgische Untersuchungsergebnisse

Schlacken

Die Form der Schlacken besteht aus Laufschlacken mit mäanderförmigen Fließfiguren an der Oberfläche, die durch das Ausfließen der Schlacken aus dem Schachtofen in die Schlackengrube und das Erstarren in der Schlackengrube entstanden und den bereits erwähnten Zapfenschlacken.

Die Schlacken vom Verhüttungsplatz „Kreuztratte“ bestehen aus den Hauptkomponenten Wüstitmischkristall, Olivinmischkristall und der eutektisch erstarrten Restschmelze (Abb. 9). Es sind Eisensilikatschlacken mit einem FeO_n -Gehalt von 61 Masse-%, einem SiO_2 -Gehalt von 20 Masse-% und einem MnO_n -Gehalt von 11 Masse-%.

Die ermittelte Fließtemperatur der Laufschlacken liegt bei 1.550 °C. Die Konzentrationen von CaO , MgO , Al_2O_3 , P_2O_5 , TiO_2 und K_2O sind in den Laufschlacken zu gering als dass sie einen nennenswerten Einfluss auf das Fließverhalten ausüben könnten. Dagegen darf man die Konzentrationen von MnO_n auf das Fließverhalten nicht vernachlässigen.

Um einen möglichst störungsfreien Schmelzbetrieb über längere Zeit auf-

recht zu erhalten, wurden wegen der hohen Fließtemperatur der Laufsclacken im Schachtofen auf der Kreuztratte im Bereich des Unterofens (= Reduktionszone) Temperaturen um 1.570 °C und darüber eingestellt. Bei diesen hohen Temperaturen im Schachtofen war auch der Stahl auf der Ofensohle flüssig.

Stahlluppe

Aus der Schlackenhalde auf der Kreuztratte konnte auch eine Stahlluppe (Abb. 10) mit einem Gewicht von 9,76 kg geborgen werden. Die Stahlluppe ist stark korrodiert und mit Schlacke durchsetzt. Der Eisengehalt in der Schlackenmatrix beträgt nach makroskopischer Beurteilung weniger als 2 Masse-%. Aufgrund des hohen Schlackenanteils dürfte die Stahlluppe auf die Halde gestürzt worden sein.

Das Schliffbild der Luppe zeigt ein deutliches Gefüge aus Ferrit und Perlit in Widmannstättenanordnung (Abb. 11). Ein Widmannstättengefüge (= Gussgefüge) entsteht in einem Stahlwerkstoff immer dann, wenn das Produkt (hier ist es die Luppe) aus einer Schmelze mit sehr geringer Geschwindigkeit abgekühlt wird.

Obwohl bei den archäologischen Untersuchungen des Jahres 2003 kein Schmelzofen gefunden werden konnte, ermöglichen die Analysen der Schlacken und der Stahlluppe Aussagen zur mittelalterlichen Schmelztechnologie. Die hohen Fließtemperaturen der Schlacken (1.550 °C) und das Gefüge der Stahlluppe, das zeigt, dass der Stahl auf der Ofensohle flüssig war, dokumentieren den hohen Stand der mittelalterlichen Schmelztechnologie am Hüttenberger Erzberg.

Anmerkungen

- (1) Die Autoren danken dem Österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung für die Finanzierung der Arbeiten.
- (2) Die Gesamtpublikation der Ergebnisse der interdisziplinären Untersuchungen auf der Kreuztratte befindet sich im Druck. Brigitte CECH, Wien, Hubert PRESSLINGER, Georg WALACH, Georg K. WALACH, Leoben, Interdisziplinäre Untersuchung eines mittelalterlichen Eisenschmelzplatzes auf der Kreuztratte am Hüttenberger Erzberg, Kärnten. Erscheint in der nächsten Ausgabe der Zeitschrift *Archaeologia Austriaca*.
- (3) R. F. TYLECOTE, *The early history of metallurgy in Europe*, London, New York 1987, 157, 168. R. PLEINER, *Iron in archaeology, The European bloomery smelters*, Praha 2000, 181.



Abb. 10: Kreuztratte, Stahlluppe. Foto: N. Sautner.



Abb. 11: Kreuztratte, Gefüge der Stahlluppe. Perlit mit Korngrenzenferrit und nadeligem Ferrit (Widmannstättengefüge). Nital-Ätzung.

- (4) Kurt DIEBER, Geologischer Überblick über die Eisenspatlagerstätte Hüttenberg. In: *2500 Jahre Eisen aus Hüttenberg. Eine montanhistorische Monografie*. Kärntner Museumschriften 68, 1981, 24-33.
- (5) Brigitte CECH, Hubert PRESSLINGER, Georg K. WALACH, Interdisziplinäre Untersuchungen zum Ferrum Noricum am Hüttenberger Erzberg – ein Vorbericht. *res montanarum* 35/2005, 72-78.
Brigitte CECH, Interdisziplinäre Forschungen zum Ferrum Noricum in Hüttenberg, Kärnten. *Archäologie Österreichs* 16/2, 2005, 18-19.
- (6) Walter SCHMID, *Norisches Eisen. Beiträge zur Geschichte des österreichischen Eisenwesens*. Abteilung 1, Heft 2, 1932, 187-188.
- (7) W. SCHMID, s. Anm. 6, Abb. 10, 11 und 12. Siehe auch: Hans Jörg KÖSTLER und Hubert SCHENN: *Montanhistorischer Führer durch Lölling bei Hüttenberg (Kärnten)*. Hüttenberg 1986, Abb. 2.
- (8) Clemens EIBNER, *Fundberichte aus Österreich* 22, 1983, 337.

Mechanisch-technologische Erprobung des 1864 in Heft (Kärnten) erzeugten Bessemerstahls

Hans Jörg Köstler, Fohnsdorf

Zur frühen Bessemerstahlerzeugung

Die 1856 vom Engländer Henry Bessemer (1813-1898) (1) vorgestellte Methode, aus flüssigem Roheisen durch Einblasen von Druckluft flüssigen Stahl („Fluss-Stahl“) ohne zusätzlichen Brennstoff zu erzeugen, hat verständlicherweise Staunen, Skepsis, Ablehnung und nur sporadische Zustimmung gefunden. Als einer der wenigen Fachmänner im Eisenwesen stand Peter Tunner (1809-1897) (2), Professor für Eisenhüttenkunde an der Montan-Lehranstalt, bzw. ab 1861 Bergakademie in Leoben, dem neuen, wohl noch gänzlich unausgereiften Verfahren („Windfrischen“) von Anfang an sehr aufgeschlossen gegenüber. So schrieb der mit Frischherd- und Puddelstahl („Schweißisen“ bzw. „Schweißstahl“) vertraute Leobener Hüttenmann schon 1857 (3): „Es kann nicht befremden, wenn Bessemers Prozeß in der Praxis noch auf allerlei Schwierigkeiten stößt, denn nach 1-2 Versuchsjahren kann ein Gegenstand der Art nicht wohl zur völligen Reife gebracht werden. Daß hierdurch aber früher oder später eine große Reform in der Praxis des Eisenfrischwesens herbeigeführt wird, bezweifle ich nicht.“

Da Bessemer mit vielen metallurgischen und technischen Problemen zu kämpfen hatte, nahm sich ein weitgehend unbekannter Schwede namens Göran Fredrik Göransson (1819-1900) des Windfrischens an und konnte schon im Juli 1858 in Edsken (Schweden) mit einem bei Bessemer gekauften Frischgefäß (feststehender Konverter) den ersten, fast ohne Einschränkungen brauchbaren „Bessemerstahl“ erblasen (4). Dieser Erfolg, positive Stellungnahmen Tunners und jeweils aktuelle Berichte in der Österreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen (5) (Wien), als deren verdienstvoller Schriftleiter Otto Freiherr v. Hingenau (1818-1872) (6) wirkte, veranlassten Johann Adolf II Fürsten zu Schwarzenberg und die beim Hüttenberger Erzberg ansässige Compagnie Rauscher 1861, Anwendbarkeit und Wirtschaftlichkeit des neuen Stahlerzeugungsverfahrens für ihre Eisenhütten in Turrach (Steiermark) bzw. in Heft (bei Hüttenberg/Kärnten) prüfen zu lassen (7).

Inzwischen hatte aber Bessemer neuerlich die Initiative ergriffen und in seinem (kleinen) Stahlwerk den ersten kippbaren, bodenblasenden Konverter installiert. In den Atlas Steel and Iron Works von John Brown ebenfalls in Sheffield wurde sodann im Einvernehmen mit Bessemer ein „Bessemerstahlwerk“ erbaut, das mit zwei gleichfalls kippbaren, bodenblasenden Konvertern 1860/61 anlief. Diese meisterhaft entworfene Anlage gilt als Vorbild für alle Konverter-Stahlwerke, die letztlich auf Bessemers genialer Idee von 1859 basieren.

Tunners Bericht (samt Werksplan und vielen Details) über das von ihm 1862 besichtigte Sheffielder Werk (8) und eine Publikation des schwedischen Hütteningenieurs L. E. Boman (9), der feststehende „Bessemeröfen“ nach dem Muster in Edsken klar bevorzugte, förderte die Entwicklung des Windfrischens in Österreich nachhaltig. Von 1863 bis 1875 haben nämlich in der Steiermark, in Kärnten und in Niederösterreich die in Tabelle 1 angeführten acht, teils vorbildlichen Bessemerstahlwerke die Produktion aufgenommen.

Tabelle 1: Die zwischen 1863 und 1875 in Betrieb gesetzten Bessemerstahlwerke in Österreich (10).

Standort	Betriebsbeginn	Eigentümer bei Betriebsbeginn
Turrach	1863	Johann Adolf II Fürst zu Schwarzenberg
Heft	1864	Compagnie Rauscher
Graz	1865	k.k. priv. Südbahn-Gesellschaft
Neuberg a.d. M.	1865	Montan-Ärar (österreich. Kaiserstaat)
Ternitz	1868	Ternitzer Walzwerk- und Bessemer-Stahlfabrikations-Actien-Gesellschaft
Zeltweg	1871	Steierische Eisenindustrie-Gesellschaft
Graz	1872	Grazer Waggon-, Maschinenbau- und Stahlwerksgesellschaft
Prävali	1875	Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft

Mitte der 1860er Jahre lagen aber nur wenige Informationen über Warm- und Kaltverformbarkeit sowie über mechanische und technologische Eigenschaften des nach einem neuen Verfahren hergestellten Werkstoffs „Bessemerstahl“ vor. Daher bedurfte es umfangreicher Erprobungen des am jeweiligen Hüttenstandort erzeugten Stahls, um auch allfällige Einflüsse des Roheisens als Ausgangsmaterial zu erfassen. Leider blieben – soweit bekannt – keine Originalaufschreibungen dieser Untersuchungen erhalten, und auch die im Druck, d. h. in Jahresberichten, Zeitschriftenbeiträgen und Büchern, wiedergegebenen Resultate mechanisch-technologischer Versuche aus der Anfangszeit österreichischer Bessemerstahlwerke erweisen sich als rar. Eine diesbezügliche Ausnahme stellen Veröffentlichungen über mehrere, in der zweiten Jahreshälfte 1864 durchgeführte Erprobungen dar, worüber nach einer Kurzbeschreibung des Bessemerstahlwerkes in Heft berichtet wird.

Das Bessemerstahlwerk in Heft

Im Jahre 1863 erhielten die Hüttenberger Gewerke Hans und Andrä Platzer die Konzession für einen Flossofen in ihrer Hefters Eisenhütte; es handelte sich dabei um den ersten Flossofen (Erschmelzung flüssigen Roheisens) beim Hüttenberger Erzberg. Über den



Abb. 1: Friedrich Münichsdorfer (1828-1874), um 1870. Aufnahme im Besitz von Dipl.-Ing. Dr. E. Franz, Graz.



Abb. 2: Denkmal für Friedrich Münichsdorfer in Hüttenberg, errichtet 1914 auf dem heutigen Reifanzplatz und seit 1965 auf dem Münichsdorfer-Platz. Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 2006.

St. Veiter Eisenhändler Josef Steinkellner v. Kellerstein gelangte das Schmelzwerk an Maria Anna v. Pfeilheim, geborene Steinkellner v. Kellerstein, deren Sohn Johann Josef 1789 den gesamten Montanbesitz seiner Mutter übernahm.

Johann Josef v. Pfeilheim verkaufte 1804 u. a. das Hochofenwerk Heft an die Compagnie Rauscher, als deren Teilhaber seinerzeit Pulcheria v. Milesi, geborene Rauscher, sowie Johann und Ernst Rauscher auftraten. Mit diesem Kauf vermochte sich die bisher vor allem in Mosinz (11) tätige Compagnie Rauscher einem verkehrsmäßig viel günstigeren Standort zu schaffen, begann aber erst 1855/56 mit dem durchgreifenden Neubau anstelle ihres trotz einiger Modernisierungen veralteten Schmelzwerkes in Heft. Als treibende Kraft gilt dabei der seit 1852 in Heft beschäftigte Berg- und Hüttenadjunkt Friedrich Münichsdorfer (**Abb. 1**), Absolvent der Leobener Montan-Lehranstalt, der sich bis zu seinem frühen Tod große Verdienste um Heft und später auch um den Hüttenberger Erzbergbau erworben hat (12). Die Marktgemeinde Hüttenberg würdigte Oberbergverwalter Münichsdorfers Leistungen für das Montanwesen und die Bevölkerung durch Errichtung eines Denkmals (**Abb. 2**) im Jahre 1914.

Der Anfang 1864 im Wesentlichen fertiggestellte Neubau der Hütte Heft umfasste zwei Bremsberge, Erzbunker, eine gichtgasbeheizte Erzröstanlage, zwei Holzkohlen-Hochöfen („Johann-Ernst“ und „Pulcheria“) und ein im Entstehen begriffenes Bessemerstahlwerk sowie ein Personal- und Verwaltungsgebäude

Von einer (gewinnbringenden) Stahlerzeugung hatte die Compagnie Rauscher wegen zu aufwändiger Brennstoffzufuhr bisher allerdings absehen müssen. Das mit ähnlichen Problemen konfrontierte Hochofenwerk im benachbarten Lölling (Eigentümer: Freiherren Dickmann v. Secherau) hatte sich klugerweise schon Mitte der 1840er Jahre am Gebr. v. Rosthorn'schen Stahl- und Walzwerk in Prävali beteiligt und sich so einen verlässlichen Roheisenabnehmer geschaffen. Die Compagnie Rauscher wählte aber jetzt einen anderen Weg – sie entschied sich 1862 für ein Bessemerstahlwerk (13) unmittelbar bei ihren beiden Hochöfen in Heft und beauftragte den 35jährigen Münichsdorfer mit der Planung einer Konverteranlage.

Selbstverständlich hielt sich Münichsdorfer an den von seinem Lehrer Tunner veröffentlichten Plan (8), indem er für Heft zwei Englische Konverter (kippbare, bodenblasende Frischgefäße, **Abb. 3**) mit je 1,6 t Roheisen Fassungsvermögen vorsah. Tunner, der bereits europaweit als Experte für das Bessemerverfahren galt, erhielt nun im November 1863 die oben erwähnte Schrift L. E. Bomans (9), der einem Schwedischen Konverter (nicht kippbares, peripher bzw. radial blasendes Frischgefäß, **Abb. 4**) den Vorzug gab. Dennoch vermochte sich Tunner nicht gegen das kippbare Gefäß zu entscheiden und riet daher seinem ehemaligen Schüler Münichsdorfer (14), einen Schwedischen und einen Englischen Kon-

verter einbauen zu lassen. Dieser Kompromiss wurde tatsächlich realisiert (**Abb. 5**) – am 5. Juni 1864 erblickte man im Schwedischen (15) und am 5. September 1864 im Englischen Konverter den jeweils ersten Bessemerstahl in Kärnten. (16)

Zu Jahresbeginn 1865 liefen in Österreich zwei weitere Bessemerstahlwerke an, nämlich in Graz (zwei Englische Konverter) und in Neuberg a. d. Mürz (ein Englischer und ein Schwedischer Konverter). In beiden Werken arbeiteten die kippbaren Gefäße nahezu klaglos, in Heft aber bereitete der aus offenbar ungeeignetem Material gefertigte Düsenboden Schwierigkeiten und verursachte somit immer wieder längere Betriebsstillstände. Dies veranlasste die Compagnie Rauscher, das Bessemerwerk mit zwei neuen Schwedischen Konvertern (für 2 t und 3 t Roheisen) auszurüsten und das kippbare Gefäß zu demontieren. Der Umbau war im Spätherbst 1865 beendet, sodass Heft nun mit drei Schwedischen Konvertern produzierte.

Nicht unerwartet erzielte die Technologie mit kippbaren Konvertern ab 1867/68 weltweit beachtenswerte Erfolge hinsichtlich Betriebssicherheit und Leistungsfähigkeit. Dieser Entwicklung verschloss sich auch die Compagnie Rauscher nicht, und Münichsdorfer begann im März 1869, ein mit zwei kippbaren Konvertern (für je 7,5 t Roheisen) ausgestattetes Stahlwerk zu planen. Die Inbetriebnahme 1871 erfolgte bereits unter der am 12. September 1869 gegründeten Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft. 1881 übernahm die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft dieses Kärntner Unternehmen, änderte am Hefter Bessemerstahlwerk aber nur wenig, wenn man von einem neuen, ungewöhnlich leistungsstarken Gebläse absieht. Am 30. März 1901 wurde die Bessemerhütte in Heft stillgelegt (17) und bald danach abgetragen.

Mechanisch-technologische Erprobung des 1864 erzeugten Bessemerstahls

Im Eisenwerk Storé

Das k.k. Ministerium für Handel und Volkswirtschaft verlangte kurz vor Jahresende 1864 von der Compagnie Rauscher einen Bericht über Entwicklung und Stand des Bessemerverfahrens in Heft, im Besonderen über den Chargenverlauf, die Beschaffenheit der Stahlblöcke und über deren Verarbeitbarkeit. Richtigerweise verfasste Münichsdorfer den ausschließlich das Stahlwerk betreffenden Teil dieses Berichtes (16) (datiert Heft,

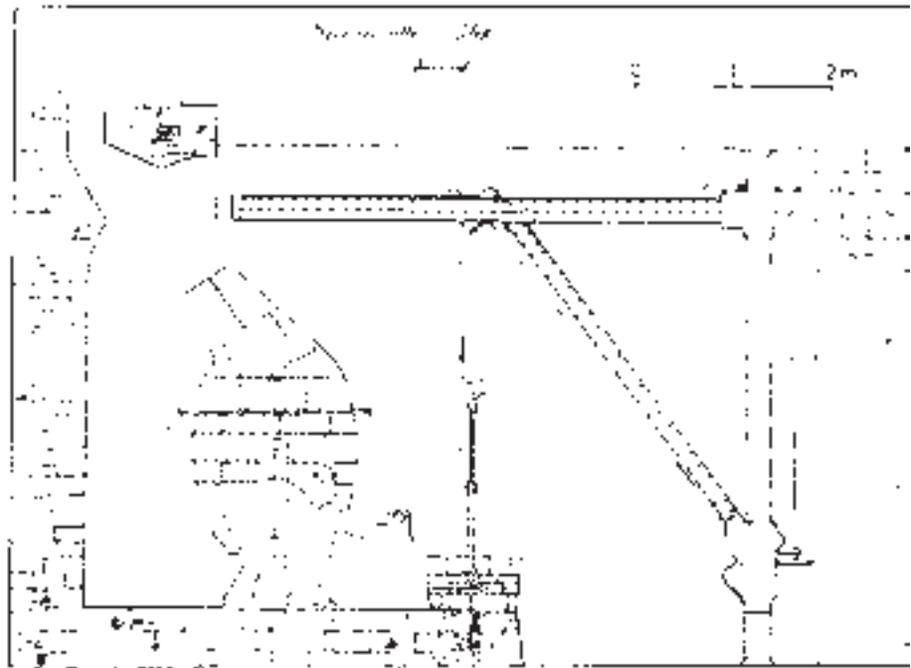


Abb. 3: Bessemerstahlwerk in Heft; Englischer (kipbarer) Konverter nach einem mit Mai 1863 datierten Plan von F. Münichsdorfer (Ausschnitt).

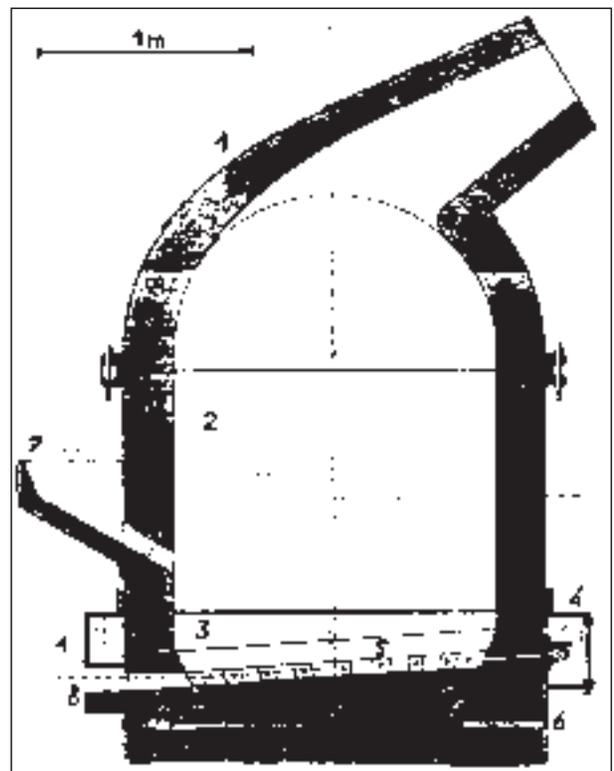


Abb. 4: Bessemerstahlwerk in Heft; Schwedischer (feststehender) Konverter („Bessemer-Ofen“), in Betrieb gesetzt im Juni 1864. Undatierter Plan (Ausschnitt).

- 1 = Konverteroberteil („Hut“)
- 2 = Konvertermittelteil
- 3 = Konverterunterteil
- 4 = Windkasten (ringförmig)
- 5 = peripher angeordnete, radial blasende Winddüsen
- 6 = Konverterfuß
- 7 = Eingießtrichter für Roheisen
- 8 = Abstichloch für Stahl

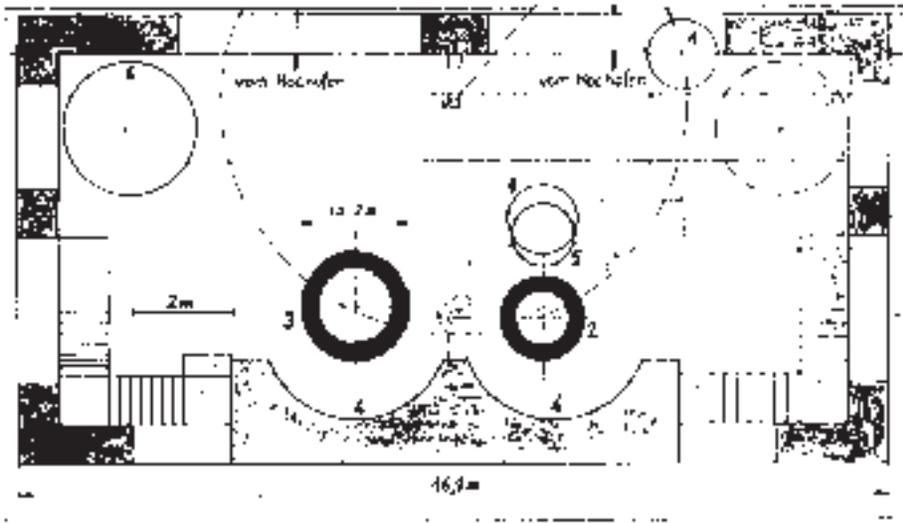


Abb. 5: Bessemerstahlwerk in Heft. Bestand von Mitte 1864 bis Jahreswechsel 1865/66. Mit „Mosinz November 1863“ datierter Plan von F. Münichsdorfer (Ausschnitt).
 1 = Roheisenpfanne, 2 = Englischer Konverter, 3 = Schwedischer Konverter, 4 = Kamin, 5 = Gießpfanne für Stahl

6. Dezember 1864), während Carl August Frey, Direktor des Eisenwerkes Storé, über Verarbeitbarkeit und mechanisch-technologische Eigenschaften des Heft Bessemerstahls berichtete (18) (datiert Storé, 9. Dezember 1864). Aber auch Münichsdorfer ging in seinem Beitrag auf Erprobungen kurz ein, die man in Prävali (19), in Buchscheiden (20) und in Graz durchgeführt hatte:

„Zu Prävali walzte man Rails (21) von 9 1/4 Pfd (5,18 kg) (22), Achsen, Bleche, Rund-, Flach- und Quadrat-eisen; alle Stücke zeigten im Bruche ein Korn, wie der feinste Gussstahl, vollkommen homogen, ohne Schlackenteilchen, und die vorgenommenen Belastungsproben ergaben die doppelte Festigkeit gegenüber von Puddlingseisen. ... Buchscheiden führte viele Versuche auf Festigkeit, Zähigkeit und Güte des Metalls durch, erzeugte eine Waggon-Achse, die unter dem 90 Ctr (5.040 kg) schweren Dampfhammer nach sieben Schlägen nur dadurch gebrochen werden konnte, dass eine Stelle der Achse früher gehärtet wurde. ... Bruchproben zeigten einen feinkörnigen, gleichmäßigen, metallisch glänzenden Bruch wie der beste Gussstahl. Meissel und Drehmesser erwiesen sich als vollkommen brauchbar. ...

Im Schienen-Walzwerk zu Graz (23) schweißte man Heft Bessemerstahl auf Schienen, und die daraus erzeugten Rails mit Stahlköpfen haben vorzügliches Aussehen.“

Das Mitte der 1850er Jahre erbaute Eisenwerk in Storé – Eigentümer war der in Bozen ansässige Paul Putzer v. Reybegg – verfügte von Anfang an über leistungsfähige Puddelöfen, Schmiedehämmer und Walzstrecken, deren Errichtung im Wesentlichen auf Carl August Frey (1824–1898) (24) zurückging. Frey, Absolvent der von Professor Peter Tunner geleiteten Montan-Lehranstalt in Vordernberg (Steiermark), avancierte 1869 zum Generaldirektor der soeben gegründeten Hüttenberger Eisen-

werks-Gesellschaft und wirkte ab 1881 ebenfalls als Generaldirektor bis zu seinem Rücktritt 1893 in der Österreichisch-Alpine Montangesellschaft. Der von Tunner seit jeher geförderte Eisenhüttenmann Frey hatte schon bald nach Inbetriebnahme des Heft Bessemerstahlwerkes mit der Compagnie Rauscher Kontakt aufgenommen, den er wie folgt kommentierte: „Ein längerer Aufenthalt in Heft, wo ich einer Reihe von Chargen angewohnt und mich dabei von der vollständigen Reife des dortigen Betriebes überzeugt habe, die gleichzeitig gebotene Gelegenheit, in engeren persönlichen Verkehr mit den intelligenten und strebsamen

Vertretern der Heft Besitzer ... brachten dann auch in der That das angestrebte Verhältnis zu Stande, in Folge dessen es die Aufgabe des hiesigen Werkes (Storé) und damit die meinige geworden ist, das Bessemer-Metall zu verarbeiten, in Formen zu bringen, wie sie die Consument benötigt.“

Frey weist einleitend auf die gute innere Beschaffenheit der Stahlblöcke (560 kg und 670 kg, quadratischer Querschnitt mit 263 mm bzw. 316 mm Seitenlänge) nach Überschmieden vor dem anschließenden Fertigwalzen oder -schmieden hin; Voraussetzung für einwandfreie Produkte (gewalzter Stabstahl, Platten oder Schmiedestücke) ist jedoch vorsichtigstes Erwärmen auf Verformungstemperatur. Bessemerstahl, „von der weichsten bis zur härtesten Sorte“, zeigt bei „gleichem Härtegrad“ eine „bessere Biegsamkeit und Dehnbarkeit“ als Stahl aus anderen Herstellungsverfahren; weichere Sorten zeichnen sich durch „absoluten Mangel an Sprödigkeit bei eminenter Biegsamkeit“ aus.

Die härteren (kohlenstoffreicheren) Sorten des Bessemerstahls übertreffen im „Zerreißungsversuch“ (Zugversuch) sogar den „feinsten Gussstahl“ (Tiegelgussstahl) und weisen wie die weicheren Sorten Feinkörnigkeit auf. Ein (nicht genormter) Zugversuch ergab bei „mittelweichem“ Stahl ca. 932 N/mm² Zugfestigkeit und bei „mittelhartem“ Stahl ca. 961 N/mm². Unerwarteterweise waren auch Proben aus Bessemerstahl mit übereutektoidem Kohlenstoffgehalt feuerschweißbar – allerdings nur bei entsprechender Vorsicht.

Zwecks Feststellung der Schneidhaltigkeit wurde ein Block auf quadr. 66 mm und anschließend auf 26,3 x 13,2 mm ausgeschmiedet. Aus dieser Stange fertigte man gehärtete Meißel zum „Putzen“ von Guss-eisenstücken; die Werkzeuge erwiesen sich auch nach längerer Benützung „vollkommen hart und schneidhaltig“. Bei Erprobung gewalzten Bleches (aus geschmiedeten Flammen) sowie von Rundwellen und Kolben-

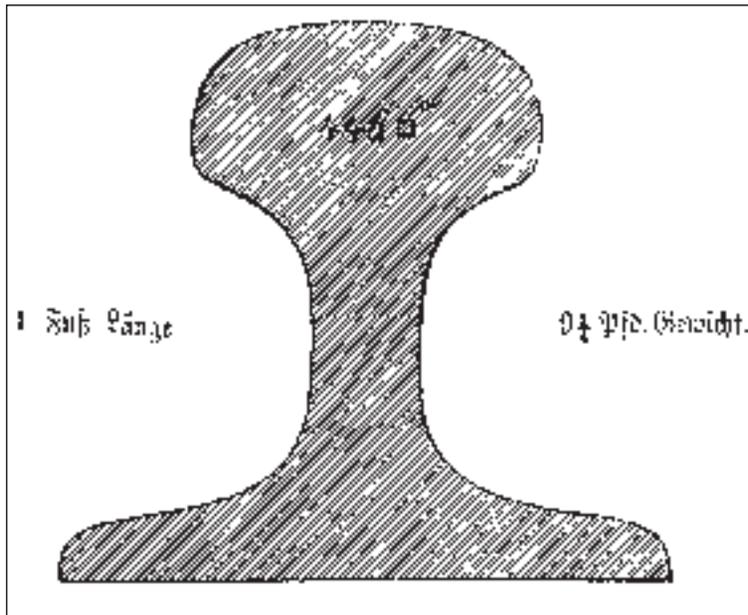


Abb. 6: Profil (Querschnitt) einer in Prävali gewalzten Eisenbahnschiene aus Hefter Bessemerstahl, gewalzt in der zweiten Jahreshälfte 1864. 1 Fuß Länge = 31,6 cm; 446 quadr. ” = 2.149 mm²; 9 1/4 Pfd. Gewicht = 5,18 kg. Aus: Schlegel, Resultate ... Anm. 26.

stangen erzielte man ebenfalls gute Ergebnisse, die meist weit über jenen von Schweißstahl-Produkten lagen. Freilich mussten vereinzelt Blöcke verschrottet werden, die unter dem Schmiedehammer sogar in mehrere Teile zerbrochen waren. Da es sich dabei ausschließlich um weiche Stähle (mit niedrigem Kohlenstoffgehalt) handelte, war man der Ansicht, solche Chargen seien im Konverter „überblasen“ worden,

Insgesamt beurteilte Frey den Hefter Bessemerstahl als ein – je nach Kohlenstoffgehalt, Warmformgebung und Wärmebehandlung – universell einsetzbares, vergleichsweise kostengünstiges Material, dessen Eigenschaften sich mit wachsender Erfahrung bei Erzeugung und Verarbeitung in absehbarer Zeit weiter verbessern werden. Aufgrund von Freys schriftlich festgehaltener Meinung verpflichtete sich das Eisenwerk Storé zur Abnahme der gesamten Hefter Bessemerstahlproduktion. Diese Vereinbarung änderte sich erst kurz nach Gründung der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft im September 1869, als Heft sodann den Großteil seiner Stahlerzeugung nach Buchscheiden lieferte (oder liefern musste),

Frey – streng auf „sine ira et studio“ bedacht – hat die oben kurz (und hier nicht vollständig) beschriebenen Versuche meist im „Beisein von Fachmännern“ durchführen lassen. Er nennt aber nur Peter Tunner namentlich und übergeht damit auch V. Lutschaunig, einen k.k. Schiffbau-Ingenieur, der sich an Ort und Stelle über Eigenschaften und Verwendbarkeit von Bessemerstahl-Produkten informiert hat und darüber knapp publizierte (25).

Im Grazer Schienenwalzwerk

Das Steiermärkische Industrie- und Gewerbe-Blatt – eine heute auch für das ältere Montanwesen interessante

Zeitschrift – brachte im November 1865 einen von Josef Schlegel verfassten Untersuchungsbericht über Schienenerprobungen (26), der mit folgenden Worten schließt: „Die vorne angedeuteten Proben wurden am 29. December 1864 am Grazer Südbahnhofe (23) von mir (J. Schlegel) im Beisein des Schienenwalzwerks-Directors Herrn Hall vorgenommen.“ Josef Schlegel (geboren 1803 in Linz), Absolvent des Polytechnischen Institutes in Prag, war zunächst im Stahl- und Walzwerk der Wolfsberger Eisenwerks-Gesellschaft in Frantschach (Kärnten) beschäftigt gewesen und wurde 1837 zum Direktor des Gebr. v. Rosthorn’schen Eisenwerks in Prävali ernannt. Daneben betrieb er den Bau eines Eisenwerkes in Buchscheiden, an dem er sich später finanziell und beratend beteiligte. Schon 1854 zog sich Schlegel krankheitshalber in den Ruhestand zurück, betätigte sich aber als freier Konsulent und Berater im Bereich Eisenbahnschienen, u. a. in Buchscheiden und im Stahl- und Walzwerk der Südbahn-Gesellschaft in Graz.

Für die Erprobung in Graz standen 190 cm (27) lange Schienen (Profil in Abb. 6) zur Verfügung, die in Prävali aus Hefter Bessemerstahl-Blöcken gewalzt worden waren:

„I. Proben auf Elasticität und relative Festigkeit: Als Vorrichtung für einen auf die Mitte der auf beiden Enden aufliegenden Schiene auszuübenden Druck diente ein einarmiger Hebel, von welchem der ganze 4,42 m lange Hebelarm ein Gewicht von 145,6 kg, die an seinem Ende befestigte Wagschale samt Aufhängeketten ein Gewicht von 51,5 kg hatten.

Eisenschiene: 411 kg ausgeübter Druck oder Belastung: Ein Einbug geblieben mit 22 mm Abstand auf die ganze Länge (190 cm).

Bessemerchiene:

a) 386 kg ausgeübter Druck oder Belastung: Schiene vollkommen gerade geblieben.

b) 437 kg ausgeübter Druck oder Belastung: Ein Einbug geblieben mit 2,2 mm Abstand.

Aus diesem Ergebnisse zeigt sich, daß die Bessemerchiene in Bezug auf die Schiene aus gutem, aber gewöhnlichem Eisen das Zehnfache in Hinsicht auf Elasticität leistet. ...

II. Bruchproben mit der Bessemerchiene.

a) Ohne einzuhamern oder einzumeißeln, bei Anwendung der Schraube nicht gebrochen; so auch nicht gebrochen unter dem Dampfhammer bei Auflagenentfernung von 421 mm; bei letzterem Versuche änderte sich wohl die Gestalt der Schiene (Abb. 7).

b) Nach Einmeißeln (einer Querrille, Abb. 8 links) das Brechen weiters versucht:

1. Mit Schraube: Rille am Kopf eingemeißelt und den Druck am Fuße ausgeübt (Abb. 8 Mitte), viel Widerstand geleistet und nach dem Losbrechen am Fuße noch beisammen geblieben. Bruchfläche: schönes, feines und ganz gleichartiges Korn.

Am Fuße eingemeißelt und den Druck am Kopfe ausgeübt (Abb. 8 rechts), noch mehr Widerstand geleistet, dann aber ganz durchgebrochen. Bruchfläche: wie oben.

2. Mit dem Dampfhammer (Nasmyth'sches System), Gewicht des Hammers 5.600 kg, Hubhöhe 190 cm, freifallend auf 421 mm (Abb. 9). Wie oben bezeichnet, einmal auf den Kopf, einmal auf den Fuß die Schläge ausgeführt mit dem vollen Momente des Dampfhammers: durchgebrochen; Bruchflächen: wie oben.“

Aufgrund dieser Versuchsergebnis empfahl Schlegel Bessemerstahl nicht nur für Eisenbahnschienen, die besonders verschleißfest sein mussten, sondern auch für das „Bauwesen“, beispielsweise für den Schiffs- und den Maschinenbau sowie für Dampfkessel. Voraussetzung wäre allerdings eine staatliche Norm für die einheitliche Erprobung und Beurteilung von Bessemerstahl bzw. von Stahl überhaupt.

Anmerkungen

- (1) Schürmann, E.: Der Metallurge Henry Bessemer. In: Stahl u. Eisen 76 (1956), S. 1013-1019; Birch, A.: Henry Bessemer and the steel revolution. Nachrichten aus der Eisen-Bibliothek Schaffhausen, Nr. 28. Dezember 1963 sowie Bodsworth, C. (Ed.): Sir Henry Bessemer: Father of the Steel Industry. London 1998 (mit Beiträgen von T. J. Lodge, C. Bodsworth, E. T. Turkdogan, F. Toussaint et al.).
- (2) Lackner, H.: Peter Tunner 1809-1897. Ein Leben für das innerösterreichische Eisenwesen. In: Der Leobener Strauß 8 (1980), S. 245-296 sowie Köstler, H. J.: Peter Ritter von Tunner 1809-1897. Ein eisenhüttenmännisches Lebensbild. In: Sturm, F. (Hrsg.): 150 Jahre Montanuniversität Leoben 1840-1990. Graz 1990, S. 761-772.
- (3) Tunner, P.: Über Reformen im chemischen Theile des Eisenhüttenwesens. In: Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. 6 (1857), S. 250-258.
- (4) Göransson, K. F.: The First Successful Bessemer Steel. In: Metal Progress 69 (1956), S. 85-87 sowie Carlberg, P.: Early Industrial Production of Bessemer Steel at Edsken. In: Journ. Iron Steel Inst. 189 (1958), S. 202-204.
- (5) Hingenau, O.: Das Bessemer in Österreich. Wien 1865 (Zusammenstellung u. a. aller zwischen 6. Oktober 1856

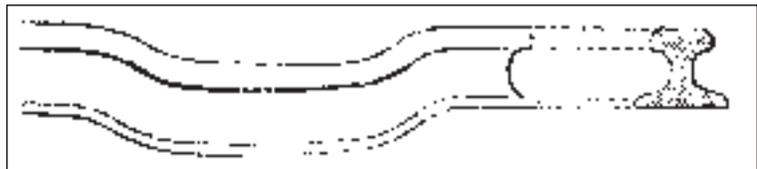


Abb. 7: Durch langsame Belastung unter dem Dampfhammer plastisch verformte Eisenbahnschiene aus Heftiger Bessemerstahl. Aus: Schlegel, Resultate ... Anm. 26.

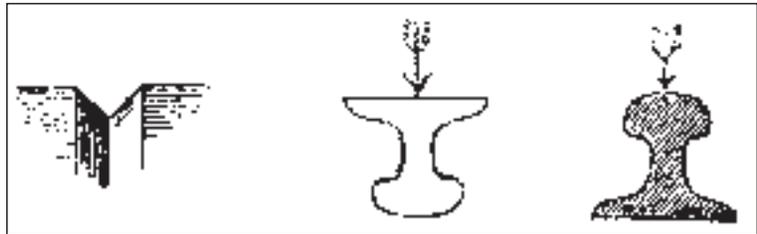


Abb. 8: Links: 2,2 mm tiefe eingemeißelte Querrille im Kopf bzw. im Fuß der Schiene; Mitte: Belastungsart der Schiene mit der Rille im Kopf; rechts: Belastungsart der Schiene mit der Rille im Fuß. Aus: Schlegel, Resultate ... Anm. 26.

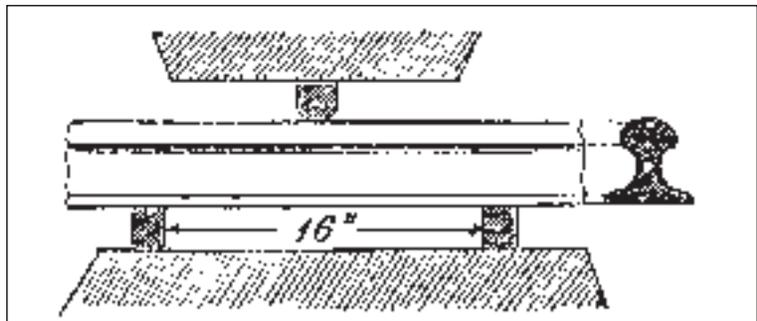


Abb. 9: Versuchsanordnung für Schlagbiegebeanspruchung einer Eisenbahnschiene; 16'' = 407 mm. Aus: Schlegel, Resultate ... Anm. 26.

und Mai 1865 in der Österr. Zeitschr. Berg- u. Hüttenwesen erschienenen Artikel über das Bessemerverfahren).

- (6) Boldt, G.: Aus dem Leben und Wirken von Otto Freiherrn von Hingenau (1818-1872). In: Heilfurth, G., und L. Schmidt (Hrsg.): Bergbauüberlieferungen und Bergbauprobleme in Österreich und seinem Umkreis. FS für Franz Kirnbauer = Veröffentlgn. des Österr. Museums f. Volkskunde Bd. XVI. Wien 1975, S. 36-42.
- (7) Tunner, P.: Über das Bessemer. In: Bericht 2. allgem. Versammlung von Berg- u. Hüttenmännern in Wien (21.-28. September 1861). Wien 1862, S. 65-74, vgl. auch Köstler, H. J.: Einführung und Beginn der Stahlerzeugung nach dem Bessemerverfahren in Österreich. In: BHM 122 (1977), S. 194-206.
- (8) Tunner, P.: Das Bessemer in England. Bemerkungen hierzu nach einer flüchtigen Besichtigung an Ort und Stelle. In: Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. 12 (1863), S. 126-136 sowie Tunner, P.: Bericht über jene Gegenstände des Londoner Weltindustrie-Ausstellung von 1862, welche den metallurgischen Prozessen angehören. In: Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. 12 (1863), S.1-125 (Bessemer-Metall S. 74-83).

- (9) Bomann, L. E.: Das Bessemern in Schweden in seiner jetzigen Praxis. Mit einem Vorwort von P. Tunner (Leoben, November 1863). Leipzig 1864.
- (10) Köstler, H. J. und H. Lackner: Die Bessemerstahlwerke in Österreich. In: Blätter f. Technikgesch. 44/45 (1982/83), S. 171-215 (Wien 1985).
- (11) Köstler, H. J.: Das ehemalige Eisenwerk „Pfannerhütte“ in Mosinz bei Hüttenberg (Kärnten) als montangeschichtliches Ensemble. In: Die Kärntner Landsmannschaft 1990, Heft 9/10, S. 59-65. – Der 1768 erbaute ebenfalls Rauscher'sche Fuchsfloßofen zwischen Heft und Mosinz war schon 1792 stillgelegt worden, vgl. Köstler, H. J.: Der Fuchsfloßofen bei Hüttenberg (Kärnten). Ein eisen-geschichtliches Denkmal aus der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts. In: BHM 129 (1984), S. 98-100.
- (12) Höfer, H.: Friedrich Münichsdorfer †. In: Zeitschr. berg- u. hüttenmänn. Verein Kärnten 6 (1874), S. 290-292; Friedrich Münichsdorfer (Necrolog). In: Carinthia 64 (1874), S. 301-303 sowie Köstler, H. J., und E. Franz: Friedrich Münichsdorfer 1828-1874. Leben und Wirken eines Montanisten beim Hüttenberger Erzberg. Geozentrum Hüttenberg Kärnten, Mittlgn. Heft 2. Knappenberg 1987. – F. Münichsdorfer war auch als Montanhistoriker hervorgetreten, nämlich u. a. mit dem Buch Geschichte des Hüttenberger Erzberges. Klagenfurt 1870.
- (13) Ausführliche Darstellung bei Köstler, H. J.: Das Bessemerstahlwerk in der Eisenhütte Heft bei Hüttenberg (Kärnten). In: Carinthia I 182 (1992), S. 183-235.
- (14) Damals Berg- und Hüttenverweser.
- (15) Die erste Bessemer-Hütte in Kärnten. In: Österr. Zeitschr. Berg- u. Hüttenwesen (ÖZBH) 12 (1864), S. 192.
- (16) Münichsdorfer, F.: Die Erzeugung von Bessemerstahl am Comp. Rauscher'schen Eisenwerke zu Heft in Kärnten. In: ÖZBH 13 (1865), S. 29-31 und S. 33-39 sowie in: Carinthia 55 (1865), S. 96-106 und S. 136-146 (wertvolle Publikation zur Metallurgiegeschichte!).
- (17) Köstler, H. J.: „Die Bessemerie hat heute zu bestehen aufgehört“ – Zur Einstellung des Bessemerstahlwerkes und des Hochofens „Pulcheria“ in der Eisenhütte Heft bei Hüttenberg (Kärnten) im Jahre 1901. In: Die Kärntner Landsmannschaft 2001, Heft 4, S. 9-14.
- (18) Bericht des Werksdirectors Frey in Storé über die Verarbeitung des von Heft bezogenen Eisens. In: ÖZBH 13 (1865), S. 39-44 (Fortsetzung von Münichsdorfer, Die Erzeugung ... Anm. 16).
- (19) Köstler, H. J.: Die Familie von Rosthorn im Kärntner Eisenwesen des 19. Jahrhunderts mit besonderer Berücksichtigung der Werke in Prävali und in Buchscheiden. In: Carinthia I 179 (1989), S. 289-338.
- (20) Köstler, Die Familie ... Anm. 19. – Die 1846 gegründete „Buchscheidener Eisenwerks-Gesellschaft“, ab 1853 Aktiengesellschaft, baute das bei Feldkirchen (Kärnten) gelegene kleine Eisenwerk Buchscheiden zu einem Schienenwalzwerk aus; die AG musste aber 1870 der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft beitreten. Unter der „Hüttenberger“ entwickelte sich Buchscheiden zu einem bedeutenden Produzenten von Eisenbahnschienen aus Hefter Bessemerstahl. Unter der Österreichisch-Alpine Montangesellschaft (seit 1881 Eigentümerin der Hütte Buchscheiden) verlor das Werk bald seine führende Stellung und wurde 1892 stillgelegt.
- (21) Bezeichnung der Eisenbahnschienen mit „Vignol-Profil“ (Kopf, Steg und Fuß, vgl. Abb. 6), das auch heutige Schienen in vielen Varianten aufweisen.
- (22) Bezogen auf 1 Fuß (31,6 cm) Länge; heute übliche Angabe in kg/m, hier daher 16,39 kg/m.
- (23) Die k.k. priv. Südbahn-Gesellschaft setzte 1862 ihr Grazer Schienenwalzwerk in Betrieb und begann zu Jahresanfang 1865 mit der Bessemerstahlerzeugung.
- (24) F. S. (Ferdinand Seeland?): Carl August Ritter v. Frey †. In: Vereins-Mittlgn. 17 (1898), S. 31-33.
- (25) Lutschaunig, V.: Versuche mit Bessemer-Stahl im Eisenwerk Storé in Steiermark. In: ÖZBH 13 (1865), S. 4 f.
- (26) Schlegel, J.: Resultate über abgehaltene Vergleichsproben von Schienen aus Bessemer-Metall gegen Schienen aus Eisen gewöhnlicher Erzeugung. In: Steiermärk. Industrie- u. Gewerbe-Blatt 10 (1865), Nr. 46 (Graz, 16. November 1865), S. 225 f.
- (27) Alle Längen- und Gewichtsangaben auf metrische Einheiten umgerechnet.

Die Eingliederung der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft in die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft 1881

Hans Jörg Köstler, Fohnsdorf

In den Jahren 1881 und 1882 – somit vor rund 125 Jahren – entstand durch Fusion zehn österreichischer, im Berg- und Eisenhüttenwesen tätiger Firmen, darunter die Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft (HEWG), die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft (ÖAMG), später das größte Industrieunternehmen in der von 1918 bis 1938 bestehenden (ersten) Republik Österreich. Nachdem die 1937 gegründete Reichswerke AG für Erzbergbau und Eisenhütte „Hermann Göring“ Berlin die Aktienmehrheit der ÖAMG aus dem Besitz des mächtigen Konzerns Vereinigte Stahlwerke AG (Düsseldorf) erworben hatte und 1938 die gleichnamige Reichswerke AG Linz geschaffen worden war, wurde der bisherige Name ÖAMG am 7. Juni 1939 in Alpine Montan AG „Hermann Göring“ Linz geändert. Auf Beschluss der am 15. Jänner 1941 abgehaltenen Hauptversammlung dieser Gesellschaft kam es nochmals zu einer Namensänderung, nämlich in Reichswerke AG Alpine Montanbetriebe „Hermann Göring“.

Mitte 1945 stellte man die „alte“ ÖAMG wieder her, doch erfolgte 1973 neuerlich der Zusammenschluss mit dem ebenfalls seit 1945 als Vereinigte Österreichische Eisen- und Stahlwerke AG (VÖEST) firmierenden Linzer Unternehmen zur VÖEST-ALPINE AG (jetzt voest alpine). Die seit 1881 existierende praktikable Abkürzung „Alpine“ für Österreichisch-Alpine Montangesellschaft gibt es also noch immer.

Bei Gründung der ÖAMG 1881 hatte die 1869 entstandene und auf Kärnten begrenzte HEWG neben der k.k. priv. Aktiengesellschaft der Innerberger Hauptgewerkschaft eine tragende, wenn nicht sogar die entscheidende Rolle gespielt. Aber mit Auflassung des Eisenerzbergbaues Hüttenberg 1978 durch die VÖEST-ALPINE AG ist der letzte montanistische Rest aus der „Hüttenberger Ära“ und der anschließenden „Alpine-Ära“ verschwunden (1). An beide Epochen soll dieser Beitrag mit dem Schwerpunkt „Fusion HEWG-ÖAMG“ nachdrücklich erinnern.

Die Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft

Bald nach 1866/67, als sich trotz des verlorenen Krieges von 1866 und des Ausgleichs mit Ungarn eine zunächst leichte Erholung der Wirtschaft abzeichnen begann, versuchte Albert Freiherr Dickmann v. Secherau (2), Eigentümer von Bergbau und Hochöfen in Lölling sowie Miteigentümer des Gebr. v. Rosthorn'schen Stahl- und Walzwerkes in Prävali, alle Eisengewerke im Großraum Hüttenberg zu einer (Aktien-)Gesellschaft zusam-

menzuschließen. Das zu schaffende Unternehmen sollte ein wirksames Gegengewicht zur steirischen Eisenindustrie darstellen, denn in der Steiermark hatten sich 1867 und 1868 mehrere, vorerst solide Aktiengesellschaften gebildet, z. B. die k.k. priv. AG der Innerberger Hauptgewerkschaft (unterer Teil des Steirischen Erzberges, Hochofenwerke in Eisenerz und in Hieflau, geplante Kokshochöfen in Schwechat sowie Gussstahlwerk in Kapfenberg) und die k.k. priv. Neuberg-Mariazeller Gewerkschaft (Hochöfen in Gusswerk sowie Hochöfen und Stahl- und Walzwerk in Neuberg a. d. Mürz). Beide Gesellschaften fassten jeweils Bergbaue und Eisenhütten zusammen, die sich vorher – im Gegensatz zur Situation in Kärnten – in Staatseigentum (Ärar) befunden hatten. Albert Frh. Dickmann v. Secherau ließ sich auch von seiner Überzeugung leiten, dass die im Eigentum selbständiger, zumindest de iure von einander unabhängiger Einzelgewerke stehenden Eisenwerke beim Hüttenberger Erzberg modernisiert und dazu in eine kapitalkräftige Gesellschaft – auch von einer „Union“ war die Rede – eingebracht werden müssen (3).

Tatsächlich gelang es dem unermüdlich für seine Idee werbenden Löllinger Bergbau-, Eisenwerks- und Gutsbesitzer, alle bedeutenden, vom Hüttenberger Erzberg abhängigen Gewerke in der ersten Jahreshälfte 1869 zur Ausarbeitung brauchbarer Statuten für eine zu gründende „Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft“ (4) zu bewegen. Die Staatsverwaltung, vertreten durch den Minister des Inneren, genehmigte diese Statuten, denen sich die betreffenden Eisenwerksbesitzer unterworfen hatten, am 8. August 1869, sodass schon am 12. September 1869 die Konstituierende Sitzung des HEWG-Verwaltungsrates stattfinden konnte. Diesem Gremium gehörten folgende, (wie es die Statuten vorschrieben) in Kärnten wohnhafte Personen an: Alfred Graf v. Christalnigg, Albert Frh. Dickmann v. Secherau, Gustav Graf v. Egger, Josef Rainer, Eduard Rauscher, Hermann Frh. v. Sterneck, Leodegar Canaval, Josef v. Hueber, J. Michael Rothauer und Dr. Josef Luggin (ein an Entwurf und Endfassung der Statuten entscheidend beteiligter Klagenfurter Anwalt); vom 8. August bis 12. September 1869 waren Alfred Graf v. Christalnigg, Albert Frh. Dickmann v. Secherau und Eduard Rauscher mit der Geschäftsführung betraut gewesen.

Laut Statuten sollten alle Montanbetriebe und der gesamte Grundbesitz samt Gebäuden der zu vereinigenen Gewerkschaften um nachstehend angeführte Beträge den bisherigen Eigentümern gegen Aktien im Nennwert (**Abb. 1**) abgelöst werden (5):

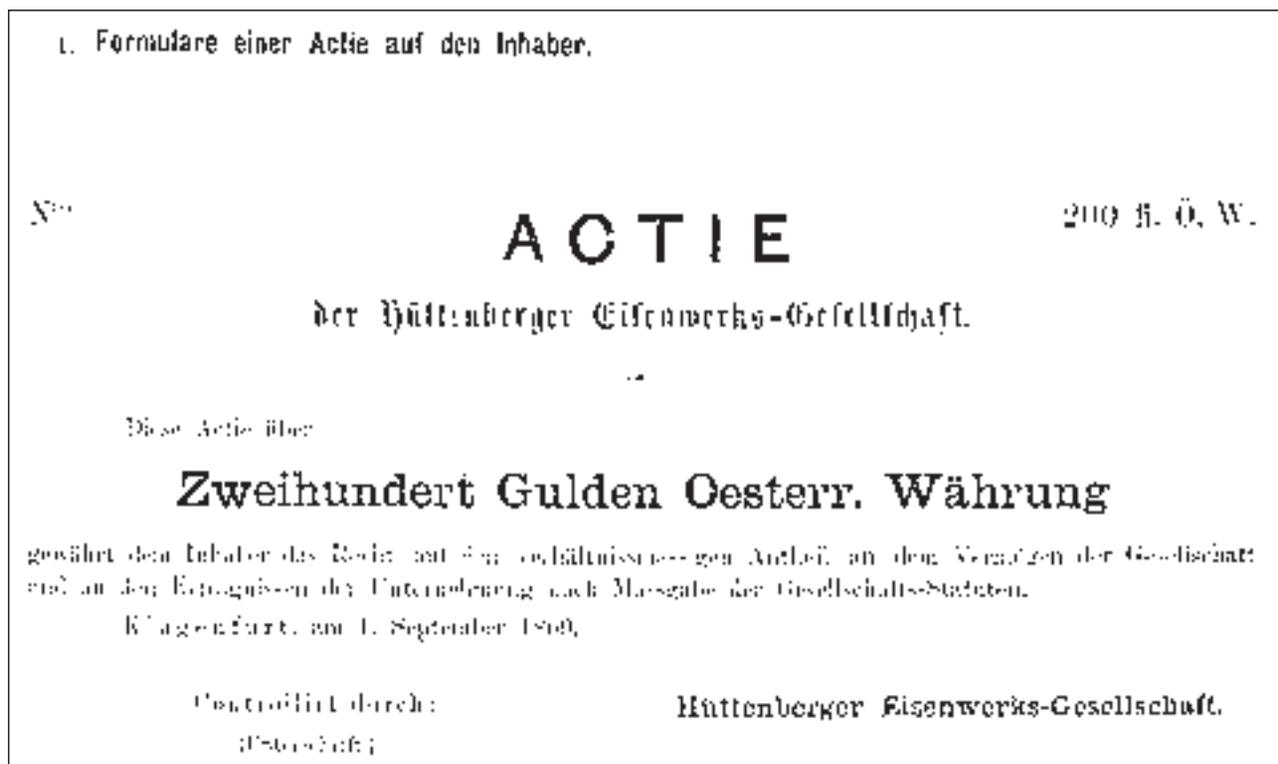


Abb. 1: Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft 1869 – „Formulare einer Actie auf den Inhaber“.

- Hochöfen (Holzkohle) samt Bergbau in Lölling sowie Hammerwerke in Wimitz I, Wimitz II und Foitsch (Albert Frh. Dickmann v. Secherau) ... fl. Ö.W. 2,1500.000;
- Bergbau am Hüttenberger Erzberg und Hochöfen (Holzkohle) in Treibach sowie Hammerwerke in Obere Fellach, Maierhöfl und Altendorf (Gustav Graf v. Egger) ... fl. Ö.W. 2,150.000;
- Hochöfen (Holzkohle) samt Bergbau in Heft und in Mosinz sowie Hammerwerke in Wetzmann, Freibach I und Schmölitsch (Compagnie Rauscher bzw. Eduard Rauscher) ... fl. Ö.W. 2,050.000;
- Bergbau am Hüttenberger Erzberg und Hochöfen (Holzkohle) in Eberstein, Gusswerk in Brückl, Kohlebergbau in Filippen sowie Hammerwerke in Rechberg, Ebriach und Vellach (Carl Graf v. Christalnigg) ... fl. Ö.W. 1,350.000;
- Stahl- und Walzwerk in Prävali sowie Kohlebergbaue in Liescha und in Siele (Albert Frh. Dickmann v. Secherau und Gebr. v. Rosthorn) ... fl. Ö.W. 1,300.000.

Zu der daraus resultierenden Summe von fl. Ö.W. 9 Mill., die durch Übergabe der genannten Objekte und Liegenschaften als eingezahlt galten und für die entsprechende Aktien ausgegeben wurden, kamen fl. Ö.W. 2 Mill. Als Ablöse mobilen Inventars sowie der Vorräte an Holz, Holzkohlen, Erzen, Zwischen- und Fertigprodukten, fl. Ö.W. 700.000 für die Fertigstellung des Kokshochofens in Prävali, den Umbau (oder Neubau)

des Bessemerstahlwerkes in Heft und den Bau der normalspurigen Eisenbahn Mösel-Hüttenberg (im oberen Görtschitztal); ein weiterer Betrag von fl. Ö.W. 300.000 war für „Acquisitionen“ (z. B. des Stahl- und Walzwerkes samt Torfmooren in Buchscheiden bei Feldkirchen im Jänner 1870 und der Kärntner Konstruktionswerkstätten AG, vormals Maschinenfabrik Klagenfurt, im April 1874) und für die „Vermehrung des Betriebsfonds“ vorgesehen. Das Gesamt-Aktienkapital der HEWG, die am 1. Oktober 1869 ihre Geschäftstätigkeit aufgenommen hat, belief sich auf fl. Ö.W. 12,000.000 (6).

Als ihren ersten Generaldirektor berief die HEWG Carl August (Ritter v.) Frey (1824-1898, **Abb. 2**) (7), einen in Donaueschingen geborenen Absolventen der Vordernberger Montan-Lehranstalt (Leitung: Professor Peter Tunner); C. A. Frey hatte zuvor als Direktor des Paul Putzer v. Reybegg'schen Eisenwerkes in Storé (bei Cilli, damals Steiermark) gewirkt und sich dort u. a. bei technisch-metallurgischer Erprobung Hefter Bessemerstahls als Voraussetzung für eine breite Anwendung dieses Werkstoffes große Verdienste erworben (8). Unter Generaldirektor C. A. Frey wurden schon in den ersten drei HEWG-Geschäftsjahren namhafte Investitionen realisiert, z. B. Eisenbahn Mösel-Hüttenberg (**Abb. 3**), Erztransportbahnen und Bremsberge am Hüttenberger Erzberg (9), Anschlagen und Vortrieb des Albert-Dickmann-Stollens (10), Erzröstanlage in Hüttenberg und viel beachteter Neubau des Hefter Bessemerstahlwerkes (11) (**Abb. 4**) sowie Anblasen des Kokshochofens in Prävali.



Abb. 2: Carl August Ritter v. Frey (1824-1898); Generaldirektor der HEWG 1869-1881 und sodann der ÖAMG bis 1893. Aufnahme aus ÖAMG 1881-1931. Wien 1931, I. Teil, Bildtafel nach S. 14.

Namhafte Kärntner Persönlichkeiten hatten HEWG-Aktien erworben, darunter Anton v. Ehrfeld, Leopold R. v. Moro, August v. Scheidlin und Romuald Holenia. Albert Frh. Dickmann v. Secherau, Präsident des Verwaltungsrates, konnte bei den jährlichen Generalversammlungen bis einschließlich 1873 hohe Gewinne melden, wie **Tabelle 1** belegt.



Abb. 3: Bahnhof Hüttenberg (links), Bahnlinie nach St. Veit a. d. Glan (Mitte) sowie Globitsch-Bremsberg und (alte) Erzverladeanlage (rechts, vgl. Abb. 12) um 1875. Aufnahme: Bildarchiv H. J. Köstler (Nachlass W. Schuster).

Tabelle 1: Finanzielle Jahresergebnisse der HEWG 1870-1880. (12)

	Gewinn fl. Ö.W.	Verlust fl. Ö.W.
1870	17.973	
1871	1,286.273	
1872	1,687.079	
1873	1,583.165	
1874	519.872	
1875	172.076	
1876		212.274
1877		166.871
1878		23.739
1879		94.654
1880		171.390

Mit dem Wiener Börsenkrach von 1873, aber auch aufgrund großzügiger Dividendenausschüttungen und kostspieliger Investitionen änderte sich das finanzielle Bild der HEWG deutlich, wie ebenfalls Tabelle 1 veranschaulicht. Man hatte überdies versäumt (für C. A. Frey untypisch!), sich auf moderne metallurgische Verfahren in ausreichendem Maße einzustellen – Holzkohlen- und nicht Koksroheisen überwog, keine Siemens-Martin-Öfen und fast kein legierter Tiegelgussstahl, sondern nur unlegierter Massenstahl. Die Erörterung von Details würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen, weshalb auf die jährlichen (sehr übersichtlichen) Geschäftsberichte des Verwaltungsrates und die Betriebsberichte der Direktion (13) sowie auf Wilhelm Schusters ausführliche Publikation (14) über die Kärntner HEWG- bzw. ÖAMG-Eisenhütten verwiesen sei.

Auch steirische Montanunternehmen waren nach 1874/75 trotz mitunter besser ausgestatteter Bergbaue und Hütten in Schwierigkeiten geraten, sodass der Ruf nach Fusion aller größeren Gesellschaften und Privatfirmen im alpenländischen Raum immer lauter wurde. Dazu trug auch die ab 1879/80 zu erwartende gefährliche Konkurrenz von Thomas-Stahlwerken in Böhmen, in Mähren und in Österreichisch-Schlesien („nördliche Gruppe“) viel bei. C. A. Frey galt als erklärter Befürworter eines umfassenden Zusammenschlusses in der „südlichen Gruppe“ (15) (Steiermark, Kärnten und Niederösterreich sowie im Falle einer „großen Lösung“ auch Salzburg und Tirol (16)) und somit einer Auflösung der HEWG bzw. deren weitestgehenden Einbindung in einen eventuell österreichweit agierenden Konzern (17).

Als erster sichtbarer Schritt in diese Richtung wird wohl die Verlegung des Firmensitzes von Klagenfurt, wo die HEWG-Direktion in einem attraktiven Gebäude („Directions-Bureau“, **Abb. 5**) residierte (18), nach Wien mit Wirkung ab 1. November 1880 (19) zu werten

sein. In Klagenfurt hatte zuletzt ein dreiköpfiges Gremium, dem Generaldirektor C. A. Ritter v. Frey, Bergbauinspektor Ferdinand Seeland und Oberingenieur Anton Jugoviz angehörten, die Geschäfte geführt. Als zweites Indiz für grundlegende Änderungen gilt die Tatsache, dass in der (letzten) Ordentlichen Generalversammlung der HEWG-Aktionäre am 31. Mai 1881 auf Antrag des Verwaltungsrates „keine Ersatzwahlen für die durch Tod abgegangenen Verwaltungsratsmitglieder, die Herren Alfred Graf v. Christalnigg und Albert Freiherr v. Dickmann,“ stattgefunden haben (20). Schließlich wurde in einer Außerordentlichen Generalversammlung der HEWG am 23. August 1881 nachstehender Beschluss gefasst:

„Die Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft wird mit der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft ... durch Übertragung des Vermögens und der Schulden der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft an die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft gegen Gewährung von 60.000 Stück Actien der letztgenannten Gesellschaft und zwar je einer Actie à 100 fl der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft für je eine Actie von 200 fl der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft vorbehaltlich der Genehmigung der h. k. k. Staatsverwaltung vereinigt und sohin aufgelöst.“ (21)

Der in Kärnten, vor allem in der bedeutsamen Montanindustrie dieses Landes bald spürbare Fusionsvertrag wurde am 11. Oktober 1881 vor dem Wiener Notar Dr. Vincenz Wagner unterzeichnet. Für die ÖAMG fertigten die Verwaltungsratsmitglieder Samuel Hahn und Carl Sarg, für die HEWG die „Verwaltungsräte“ Carl August Ritter v. Frey und Eduard Rauscher (22).

Anlässlich der Fusion beider Unternehmen hat die HEWG folgende in Betrieb stehende „montanistische Entitäten“ und Realitäten in die ÖAMG eingebracht (20, 23) (Standorte in **Abb. 6**): Eisenerzbergbau am Hüttenberger Erzberg; Braunkohlebergbau in Liescha und gefristeter Bergbau bei St. Stefan im Lavanttal; Grafitbergbau am Klamberg; derzeit stillgelegte Schurfbetriebe auf Eisenerz Sonntagberg, Waitschachberg (sic!), Ratteingraben und Zosen; Hochöfen: Lölling (3), Treibach (3, **Abb. 7**), Heft (2) Eberstein (1) und Prävali (1 Kokshochofen) sowie Mosinz und Hirt (derzeit beide

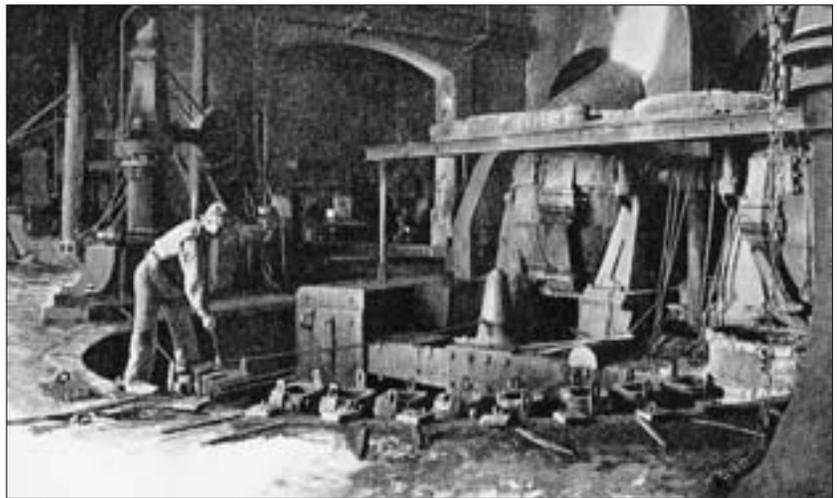


Abb. 4: Bessemerstahlwerk in Heft um 1880 (?). Rechts der Bildmitte einer der beiden 1870/71 installierten 7-t-Konverter; links und im Vordergrund runde Gießgrube mit Kokillen für Blockguss; von dem mit Druckwasser betriebenen Gießkran am rechten Bildrand ist nur wenig zu sehen. Aufnahme aus Wolff, V.: Die Montan-Industrie Österreichs. In: Die Groß-Industrie Österreichs. Wien 1898, S. 171-236, Bild auf S. 199.



Abb. 5: Klagenfurt. Direktionsgebäude der HEWG 1874-1880, sodann einige Jahre Bürogebäude der ÖAMG-Bergwerksinspektion und 1887 an das Land Kärnten verkauft, seither Sitz der Kärntner Landesregierung (Arnulfplatz 1). Kolorierte Ansichtskarte um 1900 (?) im Archiv des Bundesdenkmalamtes, Landeskonservatorat Kärnten, in Klagenfurt.

stillgelegt); Bessemerstahlwerke in Heft und in Prävali; Gießereien und Maschinenfabriken in Brückl, Klagenfurt und Prävali; Puddelstahl- und Walzwerke in Buchscheiden (**Abb. 8**) und in Prävali; Puddelstahlwerk, Frischhütte und Hammerwerk in Kappel (Ebriach); Grundbesitz ca. 20.959 ha (davon ca. 2/3 Wald). In diesen Betrieben waren ca. 4.330 Personen beschäftigt (einschließlich vorübergehend Beschäftigter, z. B. auf den Buchscheidener Torfstichen); eine Aufgliederung nach den wichtigsten Standorten ergibt folgendes Bild: Hüttenberg ... 634 Arbeiter, Liescha ... 842, Lölling ... 156, Heft ... 155, Treibach ... 123, Prävali ... 538, Buchscheiden ... 127 und Maschinenfabrik Klagenfurt ... 160 sowie 875 größtenteils „stabile“ Forstarbeiter (20).

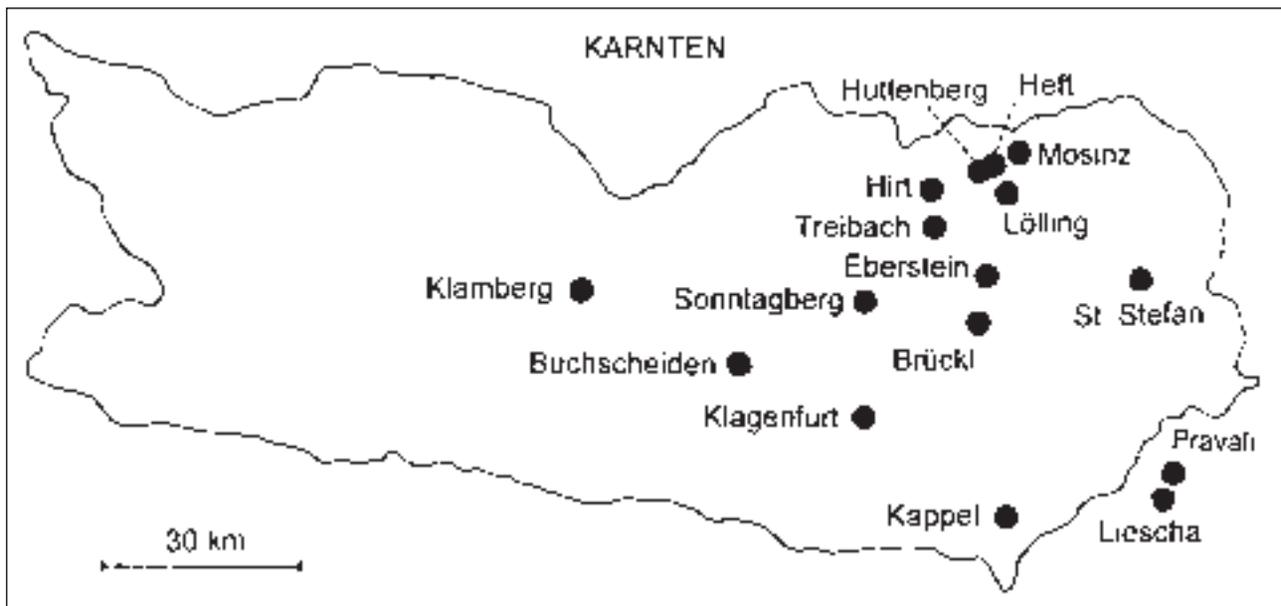


Abb. 6: Standorte der 1881 von der HEWG in die ÖAMG eingebrachten Bergbaue, Hüttenbetriebe und Fabriken.



Abb. 7: Hochofenwerk in Treibach um 1885 (?). Links Hüttengebäude mit den zwei 1858/61 erbauten Hochöfen II und III (der veraltete Hochofen I nicht im Bild), dahinter Kohlbarren; rechts: Erzmagazin und Erzröstanlage. Im Hintergrund links Althofen. Aufnahme: Bildarchiv H. J. Köstler (Nachlass W. Schuster).



Abb. 8: Stahl- und Walzwerk in Buchscheiden bei Feldkirchen um 1885 (?). Links: Puddelstahlwerk, daneben Puddelstahl- und Walzhütte (davor quergestelltes Magazin); rechts: Wohnhaus des Direktors bzw. des Hüttenverwalters. Aufnahme: Bildarchiv H. J. Köstler.

In ihrem letzten selbständigen Geschäftsjahr 1880 hatte die HEWG u. a. 89.674 t Eisenerz (Roherz), 56.944 t Braunkohle, 10 t Grafit, 2.696 m³ getrockneten Torf, 48.262 t Roheisen, 17.056 t Bessemerstahl, 1.034 t Gusware und Maschinen, 1.114 t Konstruktionsteile und 753 t Blech produziert (24).

Die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft

Die seit längerem geforderte oder doch ernsthaft erwogene Fusion größerer Montanunternehmen im österreichischen Alpenraum führte schließlich zur Gründung der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft am 11. Juli 1881, woran sich die k.k. priv. Österreichische Länderbank (Wien) federführend beteiligt hatte (25). Die Länderbank war wenige Jahre zuvor auf Initiative von Eugène Bontoux mit französischem Kapital auf dem Wiener Finanzplatz entstanden und stellte das österreichische Gegenstück zur – bald gescheiterten – Société de l'Union Générale in Paris dar, hinter der gleichfalls E. Bontoux stand. Dieser französische Finanzmann hatte als Generaldirektor der k.k. priv. Südbahn-Gesellschaft (mit modernem Stahl- und Schienenwalzwerk in Graz) ebenso umfassende wie wichtige Einblicke auch in das österreichische Montan- bzw. Eisenwesen gewonnen und vermochte diese Kenntnisse für die Gründung der ÖAMG bestens zu nutzen.

Die Konstituierende Generalversammlung der ÖAMG fand am 19. Juli 1881 im Wiener Büro der Österreichischen Länderbank statt, nachdem kurz zuvor die Statuten des neuen Montankonzerns genehmigt worden waren. In den Statuten hieß es u. a.: „Zweck der Gesellschaft ist es, Berg- und Hüttenwerke, vorzugsweise solche, die in den österreichischen Alpenländern situiert sind, zu vereinigen und diese sowie alle damit zusammenhängenden Geschäfte unter einheitlicher Führung zu betreiben“ (26). In der Konstituierenden Generalversammlung wurde auch der statutenmäßig vorgesehene Verwaltungsrat mit 18 Mitgliedern bestellt. An dessen Spitze standen Ludwig Graf Wodzicki als Präsident (gleichzeitig Präsident der Österreichischen Länderbank!) und August Schuchart als Vizepräsident; Carl August R. v. Frey und Eduard Palmer übten die Funktion des Generaldirektors bzw. des Generaldirektor-Stellvertreters aus. Von der aufgelösten HEWG gehörten außer R. v. Frey nur Dr. Josef Luggin, Eduard Rauscher und J. Michael Rothauer dem ÖAMG-Verwaltungsrat an, in dem auch Peter R. v. Tunner, pensionierter Professor und Direktor der Leobener Bergakademie, Sitz und Stimme hatte.

Nach zwei Außerordentlichen Generalversammlungen (1. September 1881 und 27. April 1882) fand am 15. Juni 1883 die erste Ordentliche Generalversammlung mit dem ausführlichen Geschäfts- und Betriebsbericht für 1882 statt (27). Der Geschäftsbericht vermerkt auch jene Gesellschaften und Gewerkschaften, die unter ihrer gleichzeitigen Auflösung in Besitz und Verwaltung der ÖAMG übergegangen sind:

- Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft (11. Oktober 1881),
- Vordernberg-Köflacher Montanindustrie-Gesellschaft (11. Oktober 1881),
- Steierische Eisenindustrie-Gesellschaft (11. Oktober 1881),
- St. Egydi-Kindberger Eisen- und Stahlindustrie-Gesellschaft (19. Oktober 1881),
- Grazer Eisenwarenfabrik (20. Oktober 1881),
- k.k. priv. Eisen- und Stahlgewerkschaft zu Eibiswald und Krumbach (11. November 1881),
- k.k. priv. Aktiengesellschaft der Innerberger Hauptgewerkschaft (20. Dezember 1881),
- k.k. priv. Neuberg-Mariazeller Gewerkschaft (6. Februar 1882),
- Eisenwerke von Franz Ritter v. Friedau (1. August 1882) und
- k.k. priv. Eisengießerei und Maschinenfabrik von J. Körösi in Andritz bei Graz (1. Jänner 1883).

Die ÖAMG verfügte nun über viele Werksstandorte mit teils veralteten, teils unrentablen Bergbauen, Hütten, Gießereien und/oder Mechanischen Werkstätten für Maschinen- und Stahlbau. Eine durchgreifende „Standortbereinigung“ oder „Restrukturierung“ ließ sich aber aus betrieblichen und volkswirtschaftlichen Erwägungen vorerst nicht durchführen – man erbaute überraschenderweise in Heft sogar einen Holzkohlen-Hochofen, in Prävali, in Zeltweg und in Hieflau je einen Kokshochofen sowie in Prävali je eine Walzstrecke für Grobblech und für schwere Träger. Trotzdem waren spätestens 1887 alle Entscheidungen zugunsten eines Teiles der Obersteiermark, vor allem des Steirischen Erzberges sowie der Hütten in Donawitz, in Eisenerz, in Kindberg und vorerst auch in Zeltweg, gefallen. So erhielt Donawitz neben anderen Großanlagen von 1891 bis 1907 vier



Abb. 9: Hochofenwerk (Kokshochöfen) in Donawitz am 29. April 1906. Von links nach rechts: Hochofen I (angeblasen 1891) mit drei Winderhitzern; Hochofen II (angeblasen 1899); in Bau begriffene Winderhitzer für Hochofen IV (angeblasen 1907); ganz rechts Hochofen III (angeblasen 1905). Aufnahme: Bildarchiv H. J. Köstler (Nachlass W. Schuster).



Abb. 10: Hochofenwerk in Eisenerz um 1905. Von links nach rechts: Koksmagazin, dahinter Kessel- und Maschinenhaus; vier Cowper-Winderhitzer; Kokshochofen (I), angeblasen im November 1901, mit Gichtkran und Gichtgasreinigern; quergestellte Gießhalle. Aufnahme: Bildarchiv H. J. Köstler (Nachlass W. Schuster).

Kokshochöfen (**Abb. 9**), Eisenerz 1901 (28) und 1913 je einen Kokshochofen (**Abb. 10**), und das Donawitzer Siemens-Martin-Stahlwerk entwickelte sich um die Wende zum 20. Jahrhundert zu **dem** Stahlproduzenten der ÖAMG; seit 1891 bestand auch die für Erztransporte vom Steirischen Erzberg nach Vordernberg und weiter nach Donawitz wichtige Zahnradbahn über den Präbichl mit der Erzverladestation „Erzberg“ (29).

Die Entwicklung im „Zentralraum Eisenerz-Erzberg-Donawitz“ lief erwartungsgemäß zum Nachteil vieler anderer Standorte in der Obersteiermark (Neuberg a. d. Mürz, Gusswerk und Aschbach einschließlich aller Erzbergbaue sowie die Innerberger Eisenwerke im oberösterreichischen Ennstal (30)), des Hochofen-, Stahl- und Walzwerkes in Schwechat sowie besonders der Kärntner ÖAMG-Hüttenwerke ab.

Letztgenannte Betriebe – insgesamt nicht mehr auf dem aktuellen Stand der Technik – wurden im Zuge der „Wittgenstein’schen Konzentration“ (31) bald stillgelegt und nach Ausschrottung großteils geschleift, dem Verfall preisgegeben oder fallweise anderweitig genutzt (14):

- Stahl- und Hammerwerk in Kappel/Ebriach (stillgelegt 1884),
- Hochofenwerk in Eberstein (stillgelegt 1885),
- Hochofenwerk in Treibach (stillgelegt 1887),
- Stahl- und Walzwerk in Buchscheiden (stillgelegt 1892),
- Hochofen-, Stahl- und Walzwerk in Prävali (stillgelegt 1896),
- Hochofenwerk in Lölling (stillgelegt 1899) (32),
- Bessemerstahlwerk in Heft (stillgelegt 1901) (33) und
- Hochofenwerk in Heft (stillgelegt 1908).

Zwei Betriebe, deren Auflfassung kaum vertretbar gewesen wäre, wurden verkauft, nämlich 1899 die Klagenfurter Maschinenfabrik und 1900 das Kettenwerk Brückl. Die gut ausgestattete Maschinenfabrik ging an Ludwig Moschner, der es verstand, das Werk zu einem führenden Unternehmen der Stahlbau- und Maschinenbranche auszubauen. Ferdinand Freiherr v. Helldorff übernahm das Kettenwerk Brückl und bildete 1901 mit Otto Rothhart, dem Hüttenverwalter und letzten Stahlwerkschef in Heft, die Firma „Ferdinand Freiherr von Helldorff und Otto Rothhart, Kettenwerk Brückl“. Hugo, Lazy und Arthur Henckel Grafen v. Donnersmarck erwarben den ebenfalls nicht stillgelegten Kohlebergbau in Liescha.

Im Gegensatz zur allgemein beklagten Schließungsphase bei den Kärntner Hüttenwerken führte die ÖAMG im und beim Bergbau Hüttenberg aber nennenswerte Erweiterungsbauten aus; genannt seien Erzröstanlagen



Abb. 11: Erzröstanlagen am Fuß des Globitsch-Bremsberges beim Hüttenberger Erzberg. Im Vordergrund drei Batterien mit insgesamt 16 Schachtröstöfen (Mischbegichtung), davon je acht erbaut 1908/9 und 1914/15; fotografiert zwischen 1915 und 1925. Aufnahme: Bildarchiv H. J. Köstler (Nachlass W. Schuster).

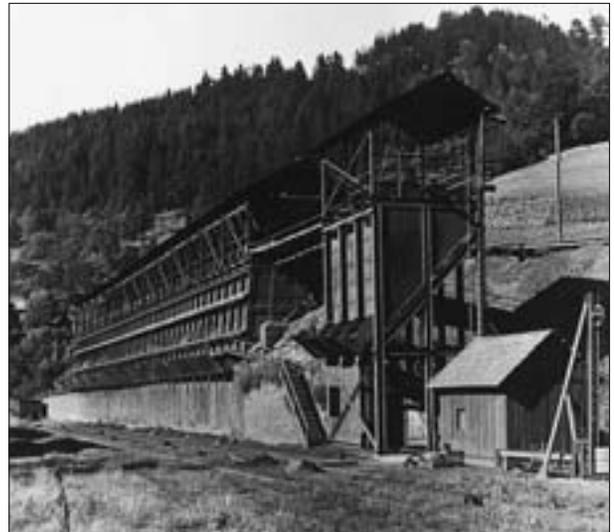


Abb. 12: Erzverladeanlage beim Bahnhof Hüttenberg 1929/30; im Auftrag der ÖAMG 1928 von der Maschinenfabrik Klagenfurt (Ludwig Moschner) erbaut. Aufnahme: Bildarchiv H. J. Köstler.

am Fuß des Globitsch-Bremsberges (11) (Schachtröstöfen 1908/9 und 1914/15, **Abb. 11**, sowie der Apold-Fleißner-Röstofen 1926) und die Erzverladeanlage beim Bahnhof Hüttenberg (1928, **Abb. 12**). Zuletzt aber entging auch der Hüttenberger Erzbergbau, (34) einst Grundlage und geradezu Symbol der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft, seinem Schicksal nicht – im Jahre 1978 stellte die VÖEST-ALPINE AG die Erzförderung ein.

Anmerkungen:

- (1) Auf zwei Standorten aus dieser Zeit wird im metallurgischen Bereich noch produziert, nämlich in Treibach und in Brückl. In Treibach arbeitet das aus der Firma „Dr. C. Auer von Welsbach’sches Werk Treibach“ (gegründet 1898) bzw. aus

- den „Treibacher Chemischen Werken GmbH“ (gegründet 1907) hervorgegangene Unternehmen „Treibacher Industrie AG“.
- Im Jahre 1900 veräußerte die ÖAMG ihre Kettenfabrik in Brückl an die Firma „Kettenwerk Brückl“, die heute als „Schneeketten Produktions- und VertriebsgesmbH“ firmiert.
- (2) Köstler, H. J.: Albert Freiherr Dickmann von Secherau (1825-1880). In: Festschrift – Das Albert-Maschinenhaus. Notizen zur Montangeschichte. 25 Jahre Montangeschichtlicher Verein „Norisches Eisen“. (Hüttenberg 2001), S. 9-23.
 - (3) Joseph v. Rosthorn, ein ebenfalls mit der Eisenbranche vertrauter Fachmann, forderte nicht so sehr den Zusammenschluss, sondern niedrigere Zölle in europäischen Ländern und weitreichende Handelsverträge sowie den Ausbau der Eisenbahnen, um auch die österreichische Eisenindustrie anzukurbeln, vgl. dazu Rosthorn, J.: Die Zukunft der österreichischen Eisen-Industrie. Hrsg. Verein für volkswirtschaftlichen Fortschritt. Wien 1867 und Kritische Betrachtungen über die Eisen-Industrie der österreichischen Alpenländer. Die Ursachen ihres Verfalles und ein Beitrag zu ihrer Neugeburt. Von einem Fachmanne. Graz 1868. – Hupfeld, W.: Die Konkurrenz-Fähigkeit der österreichischen Eisenindustrie. Denkschrift des berg- und hüttenmännischen Vereines für Kärnten. Klagenfurt 1875 sprach sich vor allem für niedrigere Eisenbahn-Frachttarife aus, damit Österreichs Hochofenwerke (Steiermark, Kärnten und Niederösterreich) kostengünstig mehr Koksroheisen erschmelzen können.
 - (4) Statuten der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft. Klagenfurt 1869.
 - (5) Statuten ... Anm. 4, S. 23 f.
 - (6) Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft. Mit Klagenfurt, 1. Jänner 1870 datierte Broschüre, S. 5 f.
 - (7) F. S. (Ferdinand Seeland?): Carl August Ritter v. Frey †. In: Vereins-Mittlgn. 17 (1898), S. 31-33.
 - (8) Köstler H. J. : Erprobungen des 1864 in Heft (Kärnten) erzeugten Bessemerstahls. In: res montanarum 41/2007, S. 75-81 – Vertragsgemäß lieferte die Bessemerhütte Heft der Comp. Rauscher z. B. 1867 ihre gesamte Erzeugung an das Eisenwerk Storé, wo ca. 1.500 t „Bessemermetall-Fabrikate“ produziert wurden, vgl. Betriebsverhältnisse des Eisenraffinerwerkes Storé im Jahre 1867. In: Österr. Zeitschr. Berg- u. Hüttenwesen 16 (1865), S. 344.
 - (9) Hohn, M.: Eisenbahnen am Kärntner Erzberg. Archiv vaterländ. Geschichte u. Topographie 76. Bd. Klagenfurt 1995.
 - (10) Ucik, F. H.: Der Albert-Dickmann-Stollen. In: Festschrift ... Anm. 2, S. 24-32.
 - (11) Köstler, H. J.: Die Erzröstanlagen beim Hüttenberger Erzberg von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zur Auflassung des Röstbetriebes im Jahre 1942. In: Carinthia II 174/94 (1984), S. 213-236 sowie Köstler, H. J.: Das Bessemerstahlwerk in der Eisenhütte Heft bei Hüttenberg (Kärnten). In: Carinthia I 182 (1992), S. 183-235.
 - (12) Mejzlik, H.: Probleme der alpenländischen Eisenindustrie vor und nach der im Jahre 1881 stattgefundenen Fusionierung in die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft (ÖAMG). Dissertation der Univ. Wien Nr. 61. Wien 1971 (Phil. Diss., approbiert am 13. November 1966), S. 82.
 - (13) Erster „Allgemeiner Geschäftsbericht des Verwaltungsrates und Betriebsbericht der Direction“ für 1870, erstattet in der ersten Generalversammlung der Actionäre am 22. Mai 1871 und letzter „Allgemeiner Geschäfts- und Betriebs-Bericht pro 1880 bei der Generalversammlung der Actionäre“ am 22. Mai 1881.
 - (14) Schuster, W.: Die ehemaligen Eisenwerke der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft in Kärnten. Bearbeitet und ergänzt sowie mit Anmerkungen, Diagrammen und Bildern versehen von H. J. Köstler. In: Carinthia I 169 (1979), S. 181-260.
 - (15) Mejzlik, Probleme ... Anm. 12, S. 83 f.
 - (16) k.k. priv. Salzburg-Tiroler Montanwerks-Gesellschaft; gegründet 1870, liquidiert 1880.
 - (17) Ein solcher Konzern kam nicht zustande, denn die ÖAMG war bei ihrer Gründung 1881 de facto ein steirisch-kärntnerisches Unternehmen (mit Sitz in Wien).
 - (18) Köstler, H. J.: Montangeschichtliches aus Klagenfurt. In: Die Kärntner Landsmannschaft 2001, Heft 9/10, S. 31-45.
 - (19) Mit Klagenfurt, 26. Oktober 1880 datierte handschriftliche Mitteilung der HEWG (Kopie im Besitz von H. J. Köstler).
 - (20) Allgemeiner Geschäfts- und Betriebs-Bericht pro 1880“ der HEWG. Generalversammlung am 31. Mai 1881, letzte Seite (nicht paginiert).
 - (21) Fusionsvertrag zwischen HEWG und ÖAMG vom 11. Oktober 1881 mit Verzeichnissen der Montan- und Civil-Entitäten, der Abstockungsverträge sowie der Schurfbewilligungen und der Freischürfe. Wien 1881, S. 1.
 - (22) Laut Generalversammlung vom 31. Mai 1881 war Eduard Rauscher statutengemäß zu diesem Zeitpunkt aus dem Verwaltungsrat der HEWG ausgeschieden; seine Zeichnungsberechtigung am 11. Oktober 1881 ist daher nicht geklärt.
 - (23) Besitz-Objekte der Österreichisch-Alpinen Montan-Gesellschaft am 31. Dezember 1881. Wien 1882, S. 13-15.
 - (24) Allgemeiner Geschäfts- und Betriebs-Bericht ... Anm. 20, Tabelle X.
 - (25) Weiter teilweise nach Mejzlik, Probleme ... Anm. 12, S. 94-142; vgl. auch Herz, E.: Die finanzielle und kaufmännische Entwicklung der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft. In: ÖAMG 1881-1931. Wien 1931, I. Teil, S. 3-42.
 - (26) Herz, Die finanzielle ... Anm. 25, S. 5. – In der Fassung der Statuten von 1903 heißt es ergänzend: „... zu betreiben und hiedurch die österreichische Montanindustrie zu heben und zu fördern“.
 - (27) ÖAMG. Geschäfts- und Betriebs-Bericht für das Geschäftsjahr 1882, erstattet in der 1. Ordentlichen Generalversammlung am 15. Juni 1882. Wien 1883, S. 1 f und S. 5.
 - (28) Köstler, H. J.: Ein Rückblick: Anblasen des Kokshochofens I in Eisenerz (Steiermark) am 29. November 1901. In: res montanarum 27/2002, S. 76 f.
 - (29) Schuster, W.: Die Erzbergbaue und Hütten der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft. In: ÖAMG 1881-1931. Wien 1931, II. Teil, S. 71-533, darin Donawitz, S. 249-338.
 - (30) Köstler, H. J.: Die ehemaligen Eisenwerke in Reichraming, Weyer, Kleinreifling und Laussa seit Mitte des 19. Jahrhunderts. Ein Beitrag zur Kenntnis der Innerberger Hauptgewerkschaft und der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft im oberösterreichischen Ennstal. In: Oberösterr. Heimatblätter 52 (1998), S. 3-41.
 - (31) Karl Wittgenstein war Großaktionär der ÖAMG.
 - (32) Köstler, H. J.: Zur Stilllegung des Eisenwerkes in Lölling beim Hüttenberger Erzberg (Kärnten) im Jahre 1899. In: Die Kärntner Landsmannschaft 1999, Heft 9/10, S. 54-62.
 - (33) Köstler, H. J.: „Die Bessemererei hat heute zu bestehen aufgehört“. Zur Einstellung des Bessemerstahlwerkes und des Hochofens „Pulcheria“ in der Eisenhütte Heft bei Hüttenberg (Kärnten) im Jahre 1901. In: Die Kärntner Landsmannschaft 2001, Heft 4, S. 9-14.
 - (34) Schuster, Die Erzbergbaue ... Anm. 29, darin Der Hüttenberger Erzberg, S. 460-514 sowie Schenn, H., und F. H. Ucik: Die Entwicklung des Hüttenberger Erzbergbaues und seines Umfeldes seit 1870. In: Münichsdorfer, F.: Geschichte des Hüttenberger Erzberges. Klagenfurt. Nachdruck als Carinthia II, 48. Sonderheft. Klagenfurt 1989, S. A18-A30.

Dank für Spenden

Der Montanhistorische Verein Österreich dankt folgenden Damen und Herren bzw. Institutionen für die großzügige Unterstützung der Drucklegung von *res montanarum*

- ACKERL Elisabeth, Friseurmeisterin – Med. Fußpflege, 8700 Leoben
ADLER Kuno, Techn. Rat Dipl.-HTL-Ing., 2392 Wienerwald
ASAMER Kurt, Ing. Mag., 4694 Ohlsdorf
AUREDNIK Herbert, Dipl.-Ing., 1100 Wien
BALDAUF Franz, Dipl.-Ing., 2203 Manhartsbrunn
BARTOLEIT Peter, Dipl.-Ing., 8833 Teufenbach
BAYER Wilhelm, 8795 Radmer
BEICHTBUCHNER Reinhard, Schulrat, 8700 Leoben
BERGMÄNNISCHER KULTURVEREIN
BAD BLEIBERG, 9530 Bad Bleiberg
BLAHNIK Rudolf, Dipl.-Ing., 4600 Wels
BÖCKEL Rüdiger, Dr., 8773 Kammern
BORSTNER Franz, Dipl.-Ing., 8580 Köflach
BREGANT, Ernst, Dr., 8020 Graz
BUBERL Alfred, Dipl.-Ing., 4210 Gallneukirchen
DEININGER Gerhard, Ing., Aufbereitungstechnik GmbH, 8680 Mürzzuschlag
DENK Eva, 9020 Klagenfurt
DOBNIGG Karl, Bürgermeister der Gemeinde Kammern, Abg. z. Nationalrat, 8773 Kammern
EBERLE Anton Franz, Dipl.-Ing., Abteilungschef der INDUSTRIEANLAGENBAU GmbH & Co, 4031 Linz
EDLINGER Alfred, Dipl.-Ing. MIT, 6780 Bartholomäberg
ERNST Kurt A., DDipl.-Ing., 6395 Hochfilzen
FETTWEIS Günter B. L., em. Prof. f. Bergbaukunde Dr.-Ing. Dr. h.c. mult., 8700 Leoben
FISCHER Berthold, Techn. Rat Dipl.-Ing., 8700 Leoben
FLICK Johanna, 8700 Leoben
FLICK Maximilian, Dir. i. R. Techn. Rat Ing. Allgem. beideter gerichtl. Sachverständiger für das Bauwesen, 8700 Leoben
FÖLSS Volkmar, Dipl.-Ing., 8962 Gröbming
FREIINGER Gerhard, Dir. Mag. Bürgermeister der Stadt Eisenerz, 8790 Eisenerz
FRIEDL Barbara, Ing., 8301 Kainbach bei Graz
FRIEDMANN Walter, Dipl.-Ing., 9530 Bad Bleiberg
FRITSCHL Else, 8010 Graz
GAILER Gerhard, Betriebsdirektor Dipl.-Ing., 9500 Villach
GAMSJÄGER Heinz, em. O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont., 8793 Trofaiach
GOD Christian, em. O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont., 8700 Leoben
GOTTSCHLING Peter, Dr. phil., 3001 Mauerbach
GÖTZENDORFER Karl, Dipl.-Ing., 4060 Leonding/Alharting
GRILL Michael, Dipl.-Ing. Dr., 8700 Leoben
GRUBER Alois, 8052 Graz
HABENICHT Helmut, DDipl.-Ing. Dr. mont., Zivilingenieur für Bergwesen, 8741 Weißkirchen
HATTINGER Günther, Hofrat Techn. Rat Dipl.-Ing., 4820 Bad Ischl
HEIML Karl, 8795 Radmer
HIEBLER Heribert, em. O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont., 8700 Leoben
HOCHSTEINER Eduard, 8761 Pöls
HÖGLER Walter, Berginspektor i. R. Dipl.-Ing., 8700 Leoben
HORAK Josef, Dipl.-Ing., 1130 Wien
HRIBERNIGG Helmut, Dipl.-Ing., 9500 Villach
ILLMAIER Franz, Bergrat h. c. Bergdir. i. R. Dipl.-Ing., 8790 Eisenerz
INGRUBER Alois, 9951 Ainet
JONTES Günther, Univ.-Prof. Dr. phil., 8700 Leoben
JUNG Franz, Vorstandsdirektor i. R. Dkfm., 1210 Wien
JURASEK Kurt, Direktor-Stv. i. R. Dipl.-Ing., 8793 Trofaiach
JUVANCIC Hans, Professor Bergrat h. c. Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Vorstandsdirektor i. R., 8790 Eisenerz
KÄRNTNER MONTANINDUSTRIE GmbH, 9400 Wolfsberg
KATZIANKA Franz, Direktor i. R. Ing., 8707 Leoben
KERBER Hubert, Dipl.-Ing., 8706 Leoben
KIRCHNER Elisabeth Ch., Ao. Univ.-Prof. Dr. phil., 5101 Bergheim
KLOSE Felix, Vorstandsdirektor i. R. Bergrat h. c. DDipl.-Ing., 6380 St. Johann in Tirol
KÖCK Hermann, Hofrat Professor Dipl.-Ing., Direktor i. R. der HTL f. Maschinenbau - Hüttentechnik Berg- und Hüttenschule Leoben, 8774 Mautern
KÖCK Josef, 8790 Eisenerz
KOINER Friedrich, Vorstandsdirektor i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn., 8750 Judenburg
KORTAN Oskar, Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 1190 Wien
KOWALL Friedrich, Gewerke Komm.-Rat Ing., 2340 Mödling
KRAUS Kurt, 8700 Leoben
KRIEGER Wilfried, O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont., 8700 Leoben
KROIS Wolfgang, Dipl.-Ing., 8510 Stainz
KUCERA Josef, Dipl.-Ing., 8770 St. Michael
KÜHNELT Gert, Vorstandsdirektor i. R. Dipl.-Ing. Dr. mont., 8700 Leoben
KUNTSCHER Herbert, Dr., 6330 Kufstein
KUTSCHEJ Robert, Direktor i. R. Hofrat Dipl.-Ing. Dr. mont., 9201 Krumpendorf a. W.
LABI Siegfried, Dipl.-Ing. Dr. iur., 7442 Lockenhaus
LACKNER Karl, Direktor-Stv. i. R. Dipl.-Ing., 8704 Leoben
LAYR Eberhard, Dr., 1190 Wien
LECHNER Erich M., Univ.-Prof. i. R. Dipl.-Ing. Dr. mont., 8700 Leoben
LEIPOLD Willi, Dipl.-Ing., 8793 Trofaiach
LENHARD-BACKHAUS Hugo, Dipl.-Ing., 8700 Leoben

LERCHER Franz-Kurt, Ing., Werksleiter i. R.,
 9020 Klagenfurt
 LIEBL Max, Bergwerksdirektor i. R. Dipl.-Ing.,
 9020 Klagenfurt
 LILLIE Kurt, Mag. pharm., 8700 Leoben
 LONGIN Hellmut, Bergrat h. c. Dipl.-Ing. Dr. mont.,
 Vorsitzender des Aufsichtsrates der Vereinigung der
 Österreichischen Industrie, 1031 Wien
 LUKASCZYK Claus, Betriebsdirektor i. R. Dipl.-Ing.,
 8551 Limberg bei Wies
 MADERTHONER Rudolf, 8700 Leoben
 MARCHHART Helmut, Dipl.-Ing., 6020 Innsbruck
 MARKTGEMEINDE VORDERBERG,
 8794 Vordernberg
 MERNIK Johann-Peter, Berghauptmann i. R. w. Hofrat
 Dipl.-Ing. Mag. Dr. iur., 6020 Innsbruck
 MESSICS Karl, Dipl.-Ing., Betriebsleiter i. R.,
 8063 Eggersdorf
 MICHAELIS Peter, Generaldirektor Dr., 1201 Wien
 MINUTILLO Christoph, Dipl.-Ing., 8052 Graz
 MIRTL Werner, Steinbruchoberverwalter i. R., Obmann
 des Vereins Holz & Eisen - Montanmuseum Turrach,
 8864 Turrach
 MOCK Kurt, Sektionschef i. R. Hon.-Prof. Dipl.-Ing.
 Dr. iur., 1200 Wien
 MÖRTL Josef, Hofrat i. R. Dr. phil., 9073 Viktring
 NEUNER Karl-Heinz, Dipl.-Ing. Dr. mont.,
 8940 Weißenbach bei Liezen
 NEUPER Wernfried, Gewerke Ing., 8762 Unterzeiring
 OBERZAUCHER Karl, Dipl.-Ing., 8750 Judenburg
 OFNER Erich, Werksdirektor i. R. Dipl.-Ing.,
 8650 Kindberg
 PAAR Otto, Abt.-Direktor i. R. Dipl.-Ing. Dr. mont.,
 8605 Kapfenberg
 PECHAN Peter, Bürgermeister a. D. Direktor General-
 sekretär d. Österr. Berg-, Hütten- u. Knappenvereine,
 8713 St. Stefan ob Leoben
 PEINHOPF Lorenz, Vorstandsdir. Prok., 8700 Leoben
 PINK Ernst, Dipl.-Ing., 8605 Kapfenberg
 PLESSING Rudolf, Dipl.-Ing. Dr. mont.,
 8605 Kapfenberg
 PORTISCH Hans-Hein, Dipl.-Ing. Dr. mont.,
 Konsulent, 7132 Frauenkirchen
 PÖTZL Helmut, Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. mont.,
 Zivilingenieur für Hüttenwesen, 8700 Leoben
 PRATTES Erich, LAbg., 8700 Leoben
 PRINZ Hermann, Ing. Mag., 1030 Wien
 PUNZENGRUBER Klaus, Dipl.-Ing.,
 5570 Mauterndorf/Lungau
 RAINER Christian, Dipl.-Ing., 9500 Villach
 RANAK Peter, Dipl.-Ing., 1180 Wien
 REI Dietmar, Dipl.-Ing., 8793 Trofaiach
 RIESENHUBER Günther, Dipl.-Ing., 9065 Ebenthal
 RODLAUER Josef, 4464 Kleinreifling
 RUTHNER Oswald, Dipl.-Ing., 1190 Wien
 SALZMANN Adolf, Bergrat h. c. Dipl.-Ing. Dr. mont.,
 Vorstandsdirektor i. R., 9821 Obervellach
 SCHACHINGER Johann, Generaldir. i. R. Bergrat h. c.
 Dipl.-Ing. Dr., 2340 Mödling
 SCHEFFENEGGER Rainer, Dr., 1220 Wien
 SCHEIFINGER Maria Elisabeth, 8700 Leoben
 SCHENK Ernst, Dipl.-Ing. Dr. mont., 4040 Linz
 SCHMIDT Rudolf, Berginspektor i. R. Dipl.-Ing.,
 8790 Eisenerz
 SCHRÖDING Josef, Dipl.-Ing., 8663 Veitsch
 SCHROLL Erich, Ao. Univ.-Prof. Hofrat i. R. Dr.,
 2700 Wiener Neustadt
 SCHUSCHA Emmerich, Dipl.-Ing., 8700 Leoben
 SCHÜSSLER Lambert, Ing., 8700 Leoben
 SCHWARZ Erich, Dipl.-Kaufm., 8700 Leoben
 SCHWARZ Rudolf, Dipl.-Ing. Dr., 8786 Rottenmann
 SEIFRIEDSBERGER Josef, Dr., 5733 Bramberg
 SIDAN Heribert, Dipl.-Ing., 8750 Judenburg
 SPÖTL Christoph, Dr., 6114 Kolsassberg
 STADLOBER Karl, Berghauptmann i. R. Hon.-Prof.
 w. Hofrat Dipl.-Ing. Mag. Dr. iur., Ehrenpräsident des
 MHVÖ, 8811 Scheifling
 STADTGEMEINDE EISENERZ, 8790 Eisenerz
 STASKA Erich, Bergrat h. c. Dipl.-Ing., 1020 Wien
 STEINER Hans Jörg, em. O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
 Dr. mont., 8700 Leoben
 STEYRLEITHNER Wolfgang, Dipl.-Ing. Dr. mont.,
 1020 Wien
 STÖHR Gerhard, Dipl.-Ing., 1130 Wien
 STOIBER Wolfgang, 3411 Weidling
 THOMANEK Kurt, Bergrat h. c. Hon.-Prof.
 DDipl.-Ing. Dr. mont., Generaldir.-Stv. i. R.,
 8990 Bad Aussee
 TINTI Karlheinz, Professor Dipl.-Ing., Betriebs-
 direktor i. R., 8700 Leoben
 TISCHHARDT Herbert, 8700 Leoben
 USSAR Siegfried, LAbg. a. D. OSR. Direktor i. R.,
 8700 Leoben
 VALLAND Franz, Kulturstadtrat von Leoben,
 8700 Leoben
 VAVRA Norbert, Ao. Univ.-Prof. Dr. phil., 1090 Wien
 VEIDER Wolfgang, 5730 Mittersill
 WAGNER Horst, O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont.,
 Vorstand d. Lehrstuhls f. Bergbaukunde, Bergtechnik
 und Bergwirtschaft, 8700 Leoben
 WALLNER Jörg, Vorstandsdirektor i. R. Dipl.-Ing.,
 6230 Brixlegg
 WALLNER Johann, 8795 Radmer
 WALSER Peter, Bergrat h. c. Dipl.-Ing. Dr. mont.,
 5730 Mittersill
 WALTER Elmar, Sektionschef i. R. DDr., 8010 Graz
 WEBER Christian, Dipl.-Ing., 8614 Breitenau
 WEBER Leopold, Min.-Rat Univ.-Prof. Dr. phil.,
 1180 Wien
 WEISS Alfred, Min.-Rat i. R. Prof. Dipl.-Ing. Mag. iur.,
 1020 Wien
 WENTNER Heinrich, Dr. phil., Zivilingenieur
 für Technische Physik, 1030 Wien
 WIESINGER Udo B., Mag., 4540 Bad Hall
 WILHELM Josef, Reg.-Rat, 4463 Großraming
 WOHLTRAN Ferdinand, Ehrenkapellmeister der
 Bergmusikkapelle Eisenerz, 8790 Eisenerz
 ZAISBERGER Friederike, Hofrat Dr. Landesarchiv-
 direktorin i. R., 5020 Salzburg
 ZITTER Herbert, em. O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.
 techn., 8605 Kapfenberg

Anschriften der Autoren

Professor Dr. phil. Günther **BIERMANN**,
Mozartstraße 59/3/17, A-9020 Klagenfurt

Univ.-Doz. Dr. phil. Brigitte **CECH**,
Universitätsdozentin für Montan- und Industriearchäologie
Quaringasse 22/3/7, A-1100 Wien

Dr. phil. Kurt **DIEBER**,
Obersemlach 15, A-9376 Knappenberg

Professor Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Hans Jörg **KÖSTLER**,
Grazer Straße 27, A-8753 Fohnsdorf

Univ.-Prof. Hon.-Prof. Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. mont.
Hubert **PRESSLINGER**,
St. Lorenzen 45, A-8784 Trieben

Univ.-Prof. Dr. phil. Erwin Maria **RUPRECHTS-
BERGER**,
Nordico-Museum der Stadt Linz,
Dametzstraße 23, A-4020 Linz

Hubert **SCHENN**,
Röstplatz 19, A-9335 Lölling

Univ.-Prof. i. R. Dipl.-Ing. Dr. mont. Dr. phil.
Gerhard **SPEL**,
Mareckkai 46/4, A-8700 Leoben

Univ.-Prof. Dr. phil. Otto Helmut **URBAN**,
Institut für Ur- und Frühgeschichte,
Universität Wien,
Franz-Klein-Gasse 1, A-1190 Wien

Ao. Univ.-Prof. i. R. Dipl.-Ing. Dr. mont.
Georg **WALACH**,
Kärntnerstraße 49, A-8700 Leoben

Dipl.-Ing. Georg Karl **WALACH**,
Technisches Büro für Angewandte Geowissenschaften
Judendorferstraße 33 B, A-8700 Leoben

Vorschau auf res montanarum (geplante Hefte)

November/Dezember 2007: Heft 42/2007
Vorträge der Montangeschichtlichen Tagung in Obdach im Oktober 2006

Jänner 2008: Heft 43/2008
Festschrift für den Ehrenpräsidenten des MHVÖ, Berghauptmann i. R. Hon.-Prof.
Dr. Karl Stadlober, anlässlich der Vollendung des 80. Lebensjahres.

August 2008: Heft 44/2008
Kurzbiographien von Montanisten und fachverwandten Technikern.

Dezember 2008: Heft 45/2008
Beiträge zur Montangeschichte (ohne Generalthema)

Februar 2009: Heft 46/2009
Vorträge der Montangeschichtlichen Tagung in Admont im Mai 2008

Änderungen vorbehalten!