

Dortmunder Beitr. Landeskd.	naturwiss. Mitt.	34	13-35	Dortmund, 2000
-----------------------------	------------------	----	-------	----------------

Einige stoffkundliche Nachrichten zum älteren Südharzer Eisenhüttenwesen

Gerhard LAUB, Goslar

Zusammenfassung

Im Südharz sind häufig verschiedenartige Überreste früherer Eisengewinnung entdeckt worden. Hingegen sind chemisch-analytische Untersuchungsergebnisse solchen Fundgutes oft schwer zu erlangen, wozu der Mangel an entsprechenden Aufzeichnungen beiträgt. Um diese Lücke zu verringern, werden einige seltene analytische Untersuchungen an Stoffproben von Eisenerzen, Zuschlägen, Schlacken und Erzeugnissen als Überbleibseln ehemaligen Bergbaus und Hüttenbetriebs mitgeteilt und besprochen. Außerdem vermitteln die Ergebnisse zusätzlichen Einblick in die ältere Eisentechnologie und die Fortschritte in der damaligen chemischen Analytik.

Abstract

In the Southern Harz Mountains, Lower Saxony, various remains of the former production of iron frequently have been detected. On the other hand, chemical checks of these finds are often difficult to obtain, since the corresponding deficiency in the special scientific literature is not helpful. In order to reduce this gap the results of several rare analytical examinations concerning samples of iron ores, flux, slags and products as relics of past mining and metallurgical activities will be presented and explained. Moreover, these results make possible interesting additional knowledge of former iron technology and the progress of analytical chemistry as well.

Bei der Durchsicht eines Clausthaler Laborjournals von 1860, über das vor kurzem berichtet wurde (LAUB 1999), fanden sich auch die Ergebnisse der Analysen von Stoffen, die mit dem damaligen Eisenhüttenwesen im Bereich des südlichen Harzrandes zusammenhängen. Weil die Analysen zur Klärung der stofflichen Beschaffenheit dieser Materialien insbesondere in chemischer Hinsicht beitragen, werden sie anschließend und durch andere vergleichbare stoffkundliche Angaben ergänzt vor dem regionalen eisengeschichtlichen Hintergrund mitgeteilt, zumal bislang entsprechende Nachrichten selten und aus fachkundlicher Sicht unbesprochen geblieben sind.

Fundgut hohen Alters

Als der Landesarchäologe Dr. Martin CLAUS zwischen 1953 und 1974 auf dem Gelände der Pipinsburg bei Osterode Grabungen vornahm, kamen neben anderem Fundgut auch viele metallische Schmuck- und Gebrauchsgegenstände zum Vorschein, die aus Bronze oder Eisen hergestellt worden sind. Davon interessieren im Rahmen der gewählten Thematik die eisernen Fundstücke sowie – mittelbar auch – die damit verknüpften Überreste von entsprechenden Schmelzplätzen, z. B. schlackiges Gut und Eisenschmiedestellen. Hinsichtlich der Alterseinstufung kam CLAUS zu dem Ergebnis, dass zumindest seit der Mittel-Latènezeit (etwa 350 bis 150 v. Chr.) sich für die befestigte Siedlung Pipinsburg die Entwicklung bodenständiger Töpferei und der handwerklichen Herstellung eiserner Gegenstände nachweisen lässt (CLAUS 1978, S. 51 – 68). Die wichtigsten Metallfundstücke von der Pipinsburg befanden sich 1970 im Osteroder Heimatmuseum (BUSCH 1970, S. 89), doch ist ihre spezielle stoffkundliche Untersuchung – aus welchen Gründen auch immer – anscheinend unterblieben.

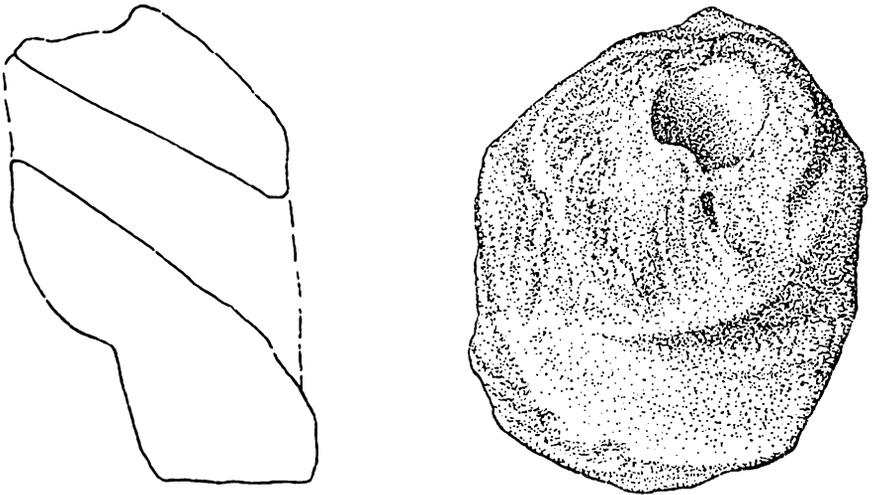


Abb. 1: Tönernes Verbindungsstück („Düse“) zwischen Blasebalgnase und Schachtinnerem eines Rennofens aus der inneren Vorbürg der mittelalterlichen Königspfalz Werla bei Schladen (Nordharzvorland) ohne archäologische Datierung (frühes Mittelalter?).

Zeichnung bei R. BUSCH in Harz-Zeitschr., 37 (1985), S. 52

Im übrigen hat der Ausgräber von Eisen e r z funden innerhalb des Burgareals nichts berichtet. Damit bleibt auch die Frage unbeantwortet, welchem Erzvorkommen der Rohstoff für die Eisengewinnung entstammt und wo das Eisen – wenn nicht auf dem Burgplatz selber – erzeugt wurde, aus dem die Fundgegenstände hergestellt worden sind.

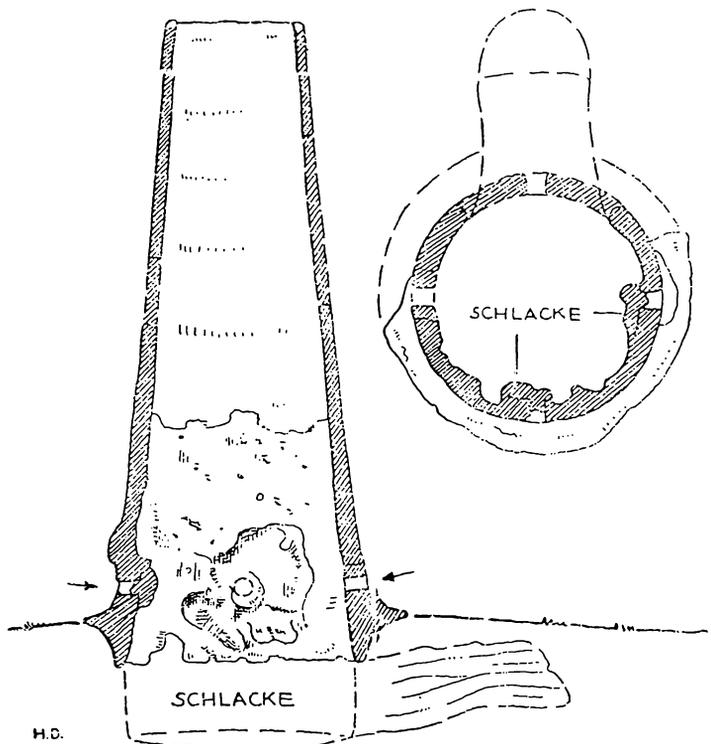


Abb. 2: Rennofen des späteren 2. Jahrhunderts n. Chr. von Scharmbeck, Niedersachsen, jetzt im Helms-Museum, Hamburg-Harburg.

Zeichnung von H. DRESCHER bei WEGEWITZ (1957).

Hilfsweise können hierzu bestimmte Funde aus dem nördlichen Harzvorland herangezogen werden. So ergaben Grabungen im Gelände der ehemaligen Pfalz Werla bei Schladen (1959) in der inneren Vorburg Eisenschlacken, Verhüttungsöfen-Schachtteile aus Lehm, auch solche mit Schlackenanhäufungen, sowie die ertümlich geformte tönerner Düse eines Rennofens, ferner außerhalb der Hauptburg Reste eines jüngeren, dem 12. nachchristlichen Jahrhundert zugeordneten Rennofens, während die Datierung des älteren, erstgenannten noch nicht gelang. Eigene Auswertung der chemisch untersuchten Rennschlacken in Verbindung mit Analysen von Salzgitter-Erz ergaben, dass damals in der Tat hier schon solches Erz erfolgreich verhüttet worden und dass aus dem alten Rennverfahren bekannte kohlenstoffarme Eisen in Form von Luppen (aus schmiedbarem Eisen) gewonnen worden ist (LAUB 1990). Auch die Prozessstufen vom Erz zur Luppe ließen sich anhand des Fundgutes und seiner stofflichen Zusammensetzung unschwer ermitteln.

Des Weiteren war bei Grabungen des Braunschweigischen Landesmuseums 1953 zwischen Lobmachtersen und Heerte (wenig südlich von Salzgitter) ein etwa 1 m hoher Rennofen aus dem 2. bis 3. nachchristlichen Jahrhundert aufgedeckt worden, für den es Grund genug zu der Annahme gab, dass auch in ihm Brauneisenerz von Salzgitter verhüttet worden ist (KOLBE 1954, S. 300).

Schließlich sei kurz auf zwei bei Scharmbeck (Landkreis Harburg) von Prof. W. WEGEWITZ ergrabene Rennöfen hingewiesen (1955), bei denen auch Eisenschlacken und Erzbrocken (Raseneisenstein) als eindeutige Überbleibsel aus der Rennarbeit stammen, die ausweislich zahlreicher datierender Bodenfunde im späteren 2. Jahrhundert n. Chr. hier stattgefunden hat. Die Ofenschachthöhen betragen etwa 1 m, die äußeren Schachtdurchmesser – in Höhe der Düsenzone – ca. 41 cm. Die aus Lehm bestehenden Schachtwandungen hatten die – allerdings nur Nichtmetallurgen überraschende – maximale Wanddicke von 5 cm (WEGEWITZ, 1957). Aber prozesstechnisch gleichermaßen beweiskräftiges Fundgut ist von der Pipinsburg offenbar nicht bekannt, und so bleibt frühe Eisenerzverhüttung an diesem befestigten Platz fraglich.

Die aus dem Nordharzvorland und bei Scharmbeck geborgenen Fundstücke bestehen aus schmiedbarem Eisen. Letzteres wurde beim "Rennen" als Metallklumpen erhalten, der aus aneinander geschweißten Eisenkristallen bestand. Er fiel in fester Form an, denn der Kohlenstoffgehalt in der einige Kilogramm schweren Luppe lag so niedrig, dass bei den im Rennfeuer erzielbaren Höchsttemperaturen von etwa 1.100 bis 1.200° C zwar die hoch eisenoxidhaltige Schlacke, nicht aber die Luppe flüssig anfiel. So hatten aus latènezeitlichen Rennschlacken in Tarp (bei Flensburg) isolierte Luppeneisenkristalle – aus 7 verschiedenen Proben – nur 0,02 % C eine kleine Luppe aus Jevenstedt bei Rendsburg denselben Gehalt, eine große Luppe von dort 0,05 % C (SCHÜRMAN 1958, S. 1299). Weil nach dem Zustandsschaubild Eisen-Kohlenstoff der Schmelzpunkt der entsprechenden Legierungen bei 1.500° C liegt, fielen solche Luppen bei den erwähnten Rennfeuertemperaturen zwangsläufig fest an. Weil schmiedbares Eisen C-Gehalte zwischen 0,01 und 2 % aufweist, war Luppeneisen leicht schmiedbar. Dieser Einschub dient dem besseren Verständnis der weiter unten gebrachten Ausführungen zu Schmiedeeisen aus dem Mittelalter, wie es sich in Fenstersprossen des Walkenrieder Hohen Chores gefunden hat.

Frühe Erzgewinnung

Für Eisenerzbergbau am Südwestrand des Harzes in den ersten nachchristlichen Jahrhunderten kommt insbesondere der in alter Zeit ebenso leicht gewinnbare wie verhüttbare Brauneisenstein des Iberges beim heutigen Bad Grund in Betracht. Auf seine besondere Eignung für die Erzeugung schmiedbaren Eisens wird später zurückzukommen sein. Die Begründung für die frühe Verwendung von Iberger Eisenstein ist vor knapp 40 Jahren dargelegt worden (LAUB 1962). Danach ist nach Sachlage anzunehmen, dass die Anfänge des Iberger Eisensteinbergbaues etwa in das 3. Jahrhundert n. Chr. zu stellen sind. Zu fast der gleichen Auffassung gelangte auch J. MÜLLER-LIEBENAU (1963, S. 176 u. 183), der hierfür das 4. bis 6. Jahrhundert n. Chr. nennt (zitiert bei LAUB 1969, S. 70).

Die Ausführungen von 1962 – Gewinnung und Verhüttung von Iberger Eisenerzen – fanden rund 20 Jahre später ihre Bestätigung durch archäologische Grabungen (1981 – 1986) bei der Siedlung Düna (KLAPPAUF & LINKE 1982 sowie KLAPPAUF 1987). Hier lagerten u. a. Eisenschlacken und Eisenerzreste. Geowissenschaftliche Untersuchungen an der Technischen Universität Clausthal ergaben, dass es sich bei dem Eisenerz um solches vom Oberharzer Diabaszug, hier den sog. "Blauen Stein", als qualitativ hochwertigen und auch im alten Rennbetrieb leicht verhüttbaren Roteisenstein handelt. Aufgrund der Rennschlackenanalysen ließ sich folgern, dass in Düna damals auch Iberger Eisenstein verhüttet worden

ist. Man kam zu der Aussage, dass die vorgenannten Eisenerze in Důna ab dem 3. Jahrhundert n.Chr. verarbeitet worden sind (KOLB & BROCKNER 1987, S.149, dazu ferner BROCKNER & KLAPPAUF 1993, S. 177 u. 178 mit ¼bersichtskarte, ferner STEUER 1993, S. 77 m. Karte u. 79, Lageplan Důna mit Eisenrenn-schlacken-Vorkommen u. Datierung).

Den ¼bergang zum Mittelalter und zu dessen stofflichen Zeugnissen im Sinne des Themas m¼gen hier einige Erkenntnisse von DR. CLAUD bilden. Er schreibt: "In dem gro¼en Zeitraum von fast 500 Jahren, der zwischen den eben genannten Siedlungen des 3./4. Jahrhunderts und dem Einsetzen der schriftlichen ¼berlieferung im 8. / 9. Jahrhundert n. Chr. liegt, wird das Dunkel, das ¼ber der geschichtlichen Entwicklung des s¼d- und s¼dwestlichen Harzvorlandes liegt, weder durch arch¼nologische noch schriftliche Quellen aufgehell. (Auch) Aus der Merowingerzeit (500 – 750 n. Chr.) und der nachfolgenden Karolingerzeit (750 – 911 n. Chr.) gibt es bislang keine arch¼nologischen Zeugnisse aus dem Harzvorland" (CLAUS 1978, S. 31, dazu Zeittafel S. 193). Besser steht es hiermit beim Nordharzer Raum um Goslar, wozu bereits ein zusammenfassender Kurzbericht vorliegt (THIELEMANN 1977, S. 32 – 38). Aber dies nur beil¼ufig.

Mittelalter

Stoffliche Zeugen zur Eisengewinnung im S¼dharzrandbereich gibt es zwar, vor allem, wenn es um Schlackenvorkommen an den ehemaligen H¼ttenst¼tten geht, in gro¼er Anzahl, doch sieht es auch insoweit mit stoffkundlichen Nachrichten keineswegs gut aus. Fr¼here Untersuchungen beschr¼nkten sich bestenfalls auf die chemisch-analytische Bestimmung der verschlackten Metalle, aber dem lag kein System, etwa im Sinne der Nutzung gefundener Analysenwerte zur Herkunftsbestimmung der einst hier verschmolzenen Eisenerze, zugrunde. Ans¼tze unter diesem Gesichtspunkt gibt es ohnehin nur vereinzelt, so zum Beispiel bei dem Clausthaler Geologen Arnold BODE, der vor gut 70 Jahren seine Untersuchungen von alten Schlackenhalden des gesamten Harzgebietes ver¼ffentlicht hat. Zu den hier interessierenden Vorkommen im Bereich des westlichen und s¼dlichen Harzrandes teilt BODE (1928) allerdings nur eine wenig hilfreiche Analyse von Eisenschlacken aus dem oberen Odertal – beim Andreasberger Rinderstall – mit, wobei er wegen der ungew¼hnlich hohen Gehalte an Eisen, Zink und Barium verschiedene Herkunftsm¼glichkeiten der einst hier verh¼teten Erze nicht ausgeschlossen hat (BODE 1928, lfd. Nr. 134, S. 184 / 185).

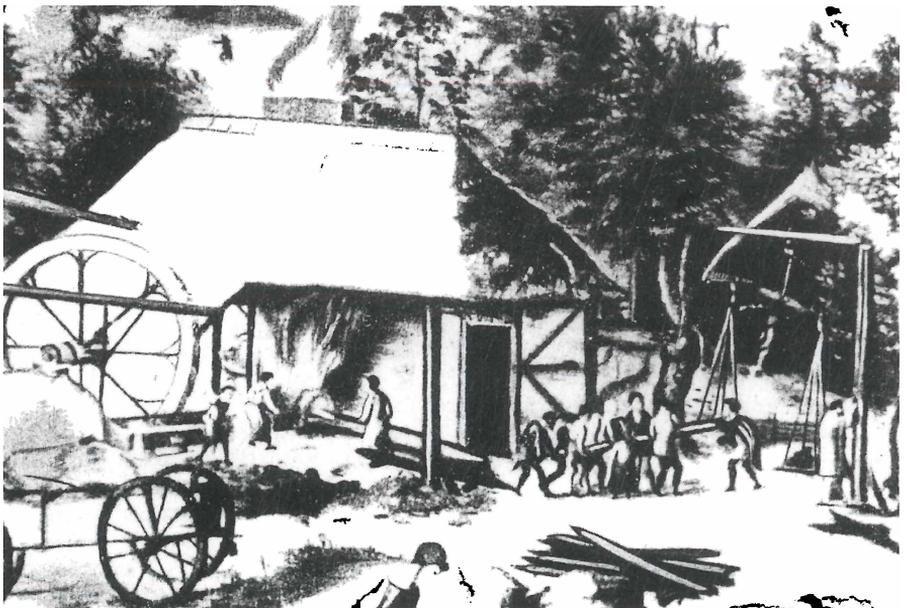


Abb. 3: Fr¼hneuzeitlicher St¼ckofen mit (Luppen-)Eisenwaage. Ausschnitt aus einem Gem¼lde des Henry MED DE BLAS um 1540. Jetzt B¼hmische Galerie alter Meister, Prag.

Hingewiesen sei in diesem Zusammenhang auf eine 1978 veröffentlichte Übersichtskarte zu mittelalterlichen Gruben- und Hüttenbetrieben im Westharz und in dessen Vorland, auf der auch früh-, hoch- und spätmittelalterlichen Eisenverhüttungsplätze – in unterschiedlicher Farbmarkierung – verzeichnet sind (DENECKE 1978). Aber die erwähnten und viele andere Autoren lassen in ihren Abhandlungen analytische Angaben zur Zusammensetzung von schmiedbarem Eisen vermissen, das damals im Harz erzeugt worden ist. Immerhin sind wenigstens die schon oben erwähnten Grenzen des C-Gehaltes von schmiedbarem Eisen bekannt. Das gilt auch für die mittelalterliche Phase des Harzer Eisenhüttenwesens.

In einem Fall liegt sogar eine besonders aufschlussreiche Analyse von schmiedbarem Eisen vor, das im Spätmittelalter aus einheimischem Erz gewonnen und beim Kloster Walkenried in Form von Fenstersprossen des dortigen Hohen Chores verwendet worden ist. Entsprechendes Probenmaterial konnte, nachdem der Abbruch des Walkenrieder Hohen Chores im Dezember 1972 beendet war, von Fritz REINBOTH, Braunschweig, gerade noch vor der Abfuhr der Schuttmassen zur Deponie geborgen werden. Einige Bruchstücke der Fenstersprossen reichten zu chemisch-analytischen und werkstofftechnischen Untersuchungen aus. Hartmut PFEIFFER, Wieda, der bei der Firma Clodt-Senking in Hildesheim angestellt war, bat diese um Untersuchung im betriebseigenen Labor. Weil nach REINBOTH's Ermittlungen die Fenstersprossen nebst ihrer bleiernen Versteimmungsmasse der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts entstammen, wird in Anbetracht der Seltenheit aufschlussreicher Analysen aus jener fernen Zeit hier ausführlicher auf die Untersuchungsergebnisse eingegangen. Hier die Analysenwerte des Sprossenmaterials in Gewichts-%:

96,82 Fe (alpha-Eisen)
 0,05 Mn
 0,17 C
 0,05 Si
 0,008 S
 0,21 P



Abb. 4: Stückofen um die Mitte des 16. Jahrhunderts. Die im Betrieb behelfsmäßig vermauerte untere Ofenstirnwand wurde später zum Herausziehen des „Stückes“ mit schwerem Gezähe (rechts und links am Bildrand) aufgebrochen. Hinter dem rechten Beschickungsmann zwei Holzhämmer zum Abklopfen der Schlacke vom „Stück“. Ganz links schwerer Aufwerf(schmiede)hammer. Holzchnitt aus G. AGRICOLA's Bergwerksbuch (1556).

97,308 %, Rest auf 100: Sauerstoff aus Eisenrost, ferner Spurenelemente.

Metallkundliche Untersuchung:

Zugfestigkeit:	42,7 kp/mm ²
Dehnung:	20,5 %
Einschnürung:	20,2 %
Sonstiges:	Silbrig glänzender Bruch, Struktur grobkörnig, geschichtet infolge Ausschmiedens, Korngrenzen im Schlibbild deutlich (LAUB 1985, S. 84, Anm. 73 a).

Nach der chemischen Zusammensetzung handelt es sich um verunreinigungsarmes Schweiß-eisen, das entweder noch der Verhüttung im einfachen, kurzschächtigen Rennofen oder schon dem sog. Stückofenbetrieb entstammt. Letzterer fand in damals – also in der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts – wohl in bereits mit Wasserradgebläse ausgerüsteten – höher-schächtigen Stücköfen statt. Man erhielt dabei schon "Stücke" (Luppeneisenklumpen) im Zentnerbereich. Hierauf wird bald noch einmal zurückzukommen sein.

Die Messwerte für Zugfestigkeit und (Bruch-)Dehnung entsprechen denen von geglühtem Stahlguss – hier Stg 45,81 – ("HÜTTE" 1949, S. 755, Tafel 2), ohne allerdings mit seiner heutigen Benennung übereinzustimmen. Die Sprossen bestehen demnach aus – auch im heutigen Sinn – hochwertigem Baustahl. Der im Labor bemerkte silbrig glänzende Bruch rührt vom gefügemäßigen Erscheinungsbild des Materials her. Wird zum Beispiel ein entsprechendes Schlibbild bei 150facher Vergrößerung betrachtet, so zeigen sich – langsame



Abb. 5: Rennherd mit von Wasserkraft bewegtem Blasebalg zur direkten Gewinnung schmiedbaren Eisens aus Erz. In Bildmitte Befreiung der Luppe von Schlacke durch Bearbeitung mit Holzhämmern. Im Vordergrund Schmiedehammer. Holzschnitt aus G. AGRICOLA's Bergwerksbuch (1556).

Abkühlung vorausgesetzt – die beiden Bestandteile Ferrit als sehr heller alpha-Mischkristall und der anteilmäßig stark zurücktretende Perlit (dunkel) in der Tat als eine silbrig-weiß getönte Fläche.

Die grobkörnige und zugleich geschichtete Struktur hängt mit der durch das Schmieden verursachten Rekristallisation (Modifikationsänderung nach stärkerer Verformung) zusammen, deren Beseitigung durch nach dem Schmieden vorgenommenes Glühen bei hoher Temperatur zwar möglich gewesen wäre, hier aber, da entbehrlich, nicht stattgefunden hat. Die alten Eisen verarbeitenden Handwerker verfügten nämlich rein erfahrungsgemäß über eine weitaus größere Materialkenntnis, als ihnen das manche Altertumsforscher unserer Tage einzuräumen pflegen.

Erzherkunft und Hüttenwerk

Ein glücklicher Umstand ermöglicht es, sogar die Herkunft des Eisenerzes herauszufinden, aus dessen Metall jene Fenstersprossen angefertigt worden sind. Insoweit folgendes: Beim Bau der Stadtparkasse Goslar (1962) und beim Umbau der Kaiserworth (am Goslarer Marktplatz) kamen im Jahr 1964 hochwertige, manganhaltige Eisenerzbrocken ans Tageslicht, wovon Erzproben aus dem Keller der Wort nach dem Laborbericht – hier unter Ausmerzung eines Druckfehlers – folgende Analysenwerte erbracht haben (GRIEP 1972 / 73, S. 40):

56,00 % Brauneisen	0,10 % TiO_2
4,75 % Eisenspat	0,05 % CaO
16,32 % MnO_2	0,05 % MgO
11,60 % SiO_2	0,50 % Na_2O
1,48 % Al_2O_3	1,10 % PO_4
0,05 % Pb	0,05 % S
0,05 % Zn	7,40 % organische Substanz
0,05 % Cu	

Die dazu abgegebene fachmetallurgische Stellungnahme sei hier der Einfachheit halber im Wortlaut wiederholt: "Das Erz kann nur – der Analyse nach unzweifelhaft – auf den Iberg / Winterberg bei Bad Grund hinweisen. Dort kamen und kommen Brauneisen und Glaskopf sehr häufig in den oberflächennahen Eisensteinlagerstätten vor. Die kleinen Gehalte an Zn , Cu und Pb sind typisch für die Iberger Vorkommen (Prinz-Regenter Gang mit den entsprechenden Schwermetallsulfiden) Das fragliche Erz muss vom Ausgehenden oder aus sehr geringer Teufenlage stammen, weil es BaSO_4 -frei ist (letzteres tritt erst mit fortschreitender Teufe dort störend auf). Das Erz ist also auch vor sehr langer Zeit abgebaut worden, sonst könnte es nicht so rein und bergartarm sein. Es ist wohl richtig, wenn man an Muster eines Handelsproduktes denkt, die hier ausgestellt waren. Das aus Iberg / Winterberger Eisenerz erschmolzene Eisen war nämlich seit Alters her für die Herstellung von schmiedbarem Eisen und Qualitätseisen eben wegen des beachtlichen Mangangehaltes vorzüglich geeignet. Das hat man schon früh erkannt und wird die entsprechenden Erzproben gern als Muster in Goslar feilgehalten haben. Zum zweiten wäre an die Verwendung Mn -reicher Partien in der damaligen Glasindustrie und den entsprechenden Verkauf an diese zu denken" (LAUB 1972/73, S. 45 u. 46).

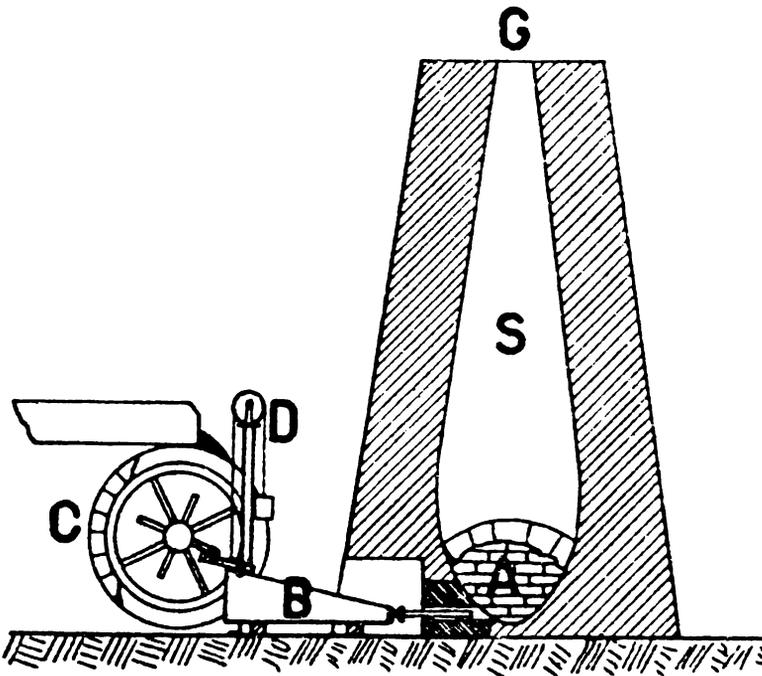


Abb. 6: Steiermärker Stückofen mit Wasserradgebläse um 1700. B = Balg, G = Gicht, S = Schacht, A = provisorisch verschlossene Öffnung zum Herausziehen des „Stückes“.

Zeichnung bei OSANN (1939).

Werden Durchschnittsgehalte für Fe und Mn von Iberger Brauneisenstein aus neuerer Zeit (BEYSCHLAG / KRUSCH / VOGT 1921, S. 509) mit denen aus den Erzproben von der Goslarer Worth verglichen, so verhalten sich beim erstgenannten Eisenstein Eisen zu Mangan wie 5 zu 1, bei den Worthproben wie 4 zu 1, bei der zweiten Durchschnittswertangabe wie 4 zu 1 und bei dem Erz von der Goslarer Worth ebenfalls wie 4 zu 1. Das entspricht der gleichen und deshalb erzherkunftsweisenden Größenordnung.

Als Verhüttungsstätte kommt nach Sachlage eine der im Grundner Tal oder im nahen Vorland seit dem Mittelalter betriebenen Eisenhütten in Betracht. Die wohl bekannteste von ihnen, die Teichhütte bei Gittelde, wird in einer Bibelrandnotiz vom Januar 1456 im Zusammenhang mit dem darin erwähnten 5. Buch Mose von einem Andreas SÖTEFLEISCH hinsichtlich der damals dort üblichen Eisengewinnungsmethode mit diesen Worten erwähnt: "casa ante piscinam ducis sita prope Ghittelde, in qua casa fratres mei fabrilia tractant ex lapidibus ferrum cudentes" (WEDDING 1881, S. 9, Anm. 3). In wörtlicher deutscher Übersetzung heißt das: "Hütte vor dem Fischteich des Herzogs gelegen, in welcher Hütte meine Brüder Schmiedearbeiten betreiben, indem sie aus Gestein (gemeint sind wohl schlackige Anteile der Luppen) Eisen klopfen." Die Luppen mussten ja vor der Verarbeitung zu Halbfertigfabrikaten oder Gebrauchsgegenständen "ausgeheizt", das heißt, nach erneuter Erhitzung durch Hämmern von eingeschlossener und anhaftender Schlacke befreit werden (OSANN 1975, S. 365). Ob man daraus schließen kann, dass die Walkenrieder Fenstersprossen aus dem späten 14. Jahrhundert aus Luppeneisen bestehen, das – für die Zeit vor 1456 – noch dem einfachen Rennofen oder schon dem Stückofenbetrieb entstammt, mag hier offen bleiben, zumal zweifelsfreie urkundliche Belege zur Einführung des Stückofens im Harzgebiet unseres Wissens fehlen oder im Schrifttum nicht aufgeführt werden. Insoweit dürfte aber den Eisenhüttenleuten H. WEDDING (1881, S. 5) und B. OSANN (1975, S. 366, li. Sp.) zu folgen sein, die gleichlautend die schon 1355 bestehende Eisenhütte zu Tanne an der Warmen Bode erwähnen, wo reichlich und nachhaltig Aufschlagwasser für den Betrieb leistungsstarker Gebläse und ebensolcher Öfen, also Stücköfen, zur Verfügung gestanden hat. So kann das auch bei der Teichhütte gewesen sein. Dies würde bedeuten, das in Rede stehende Eisen für die Fenstersprossen ist möglicherweise schon im Stückofenbetrieb erzeugt worden. Die denkbare Ansicht, der niedrige C-Gehalt des Sprossenwerkstoffes spreche dagegen, ist aus metallurgischer Sicht unzutreffend und deshalb nicht vertretbar.

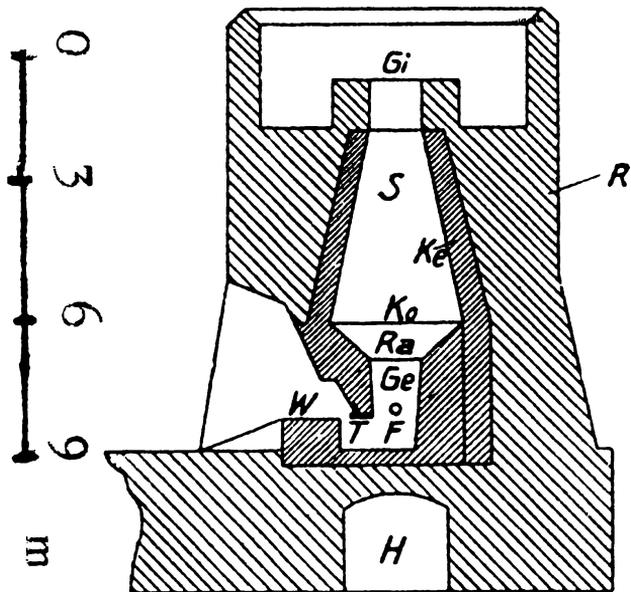


Abb. 7: Alter Harzer Holzkohlenofen um 1800 zur direkten Entnahme flüssigen Roheisens mit Kellen. W = Wallstein, T = Tiegelstein, F = Windform („Düse“), darunter der wannenartige Ofensumpf zur Aufnahme des Metalls. Zeichnung bei OSANN (1939).

Vergleiche mit Osthazer Erz und einer Hüttenstätte des 15. Jahrhunderts

Zum schon mehrfach erwähnten Stückofen, der bei gezielter Fahrweise entweder nur schmiedbares Eisen (Luppen) oder nur Roheisen (für Eisenguss) oder zugleich beides zu liefern vermochte, sei hier noch folgendes Beispiel vom Ostharz besprochen, weil von dem dort angetroffenen Fundgut einige chemische Analysen vorliegen, die – als dem ausklingenden späten Mittelalter entstammende und daher seltene stoffkundliche Belege mit Harzer Herkunft – guten Aufschluss über die einst hier verhütteten Eisenerze, das erzeugte Roheisen, die Schlacken und sogar noch über die Zusammensetzung der innersten Ofenschachtauskleidung vermitteln. Dazu diese Einzelheiten !

Vor einer Reihe von Jahren fanden sich im Umfeld von Wippra (Kreis Hettstedt) zahlreiche im Befund ungestörte Reste eines Stückofenbetriebes, dessen starke Gebläse bereits durch Wasserkraft bewegt worden sind. Ein Ortsgeschichtskenner datierte die Anlage etwa in die erste Hälfte des 15. Jahrhunderts (schriftl. Mitt. Werner SCHRECK, Braunschwende, vom 12. Nov. 1999). Dem ausführlichen Bericht (LAUB 1994) sind hier nur die stoffkundlichen Untersuchungsergebnisse entnommen worden. Sie besagen zu den Bodenfunden im Einzelnen:

Eisen

Die Gewichte der dem Gutachter übersandten Einzelstücke lagen zwischen 40 und 110 Gramm. Es waren unregelmäßig, nicht scharfkantig begrenzte, meist tiefgründig oxidierte Roheisenstückchen mit Längen zwischen 6 und 8 cm. Die Fundstücke hatten keine Anzeichen dafür, dass eine Kelle zum Ausschöpfen des Roheisens benutzt oder das Metall in eine vorgefertigte Sandform gegossen worden ist. Frisch zerkleinert zeigte das Metall die für graues Roheisen – in ihm liegt der Kohlenstoff überwiegend als Graphit vor – typische Bruchfläche, deren Färbung von der Graphitausscheidung herrührt.

Der C-Gehalt beträgt durchschnittlich 3,12 %; das entspricht einem Schmelzpunkt dieses Roheisens von etwa 1.282° C. Sollte dieses nicht schmiedbare Produkt nicht lediglich zu Eisengusswaren weiterverarbeitet werden, musste es in einem besonderen Arbeitsgang, dem bekannten "Frischen" (weitgehendem C-Entzug) in schmiedbares Eisen umgewandelt werden. Allerdings hat der Finder von Resten eines ehemaligen Frischfeuerherdes nichts erwähnt.

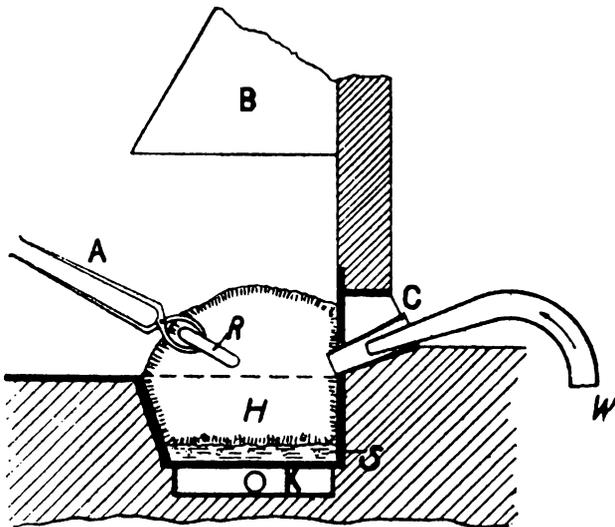


Abb. 8: Frischfeuer (Herdofen) zur weitgehenden Entkohlung von Roheisen. Ergebnis: Schmiedbares Eisen. R = Roheisenstück, H = Holzkohlen, S = Schlacke, W = Windzufuhr über C = Düse. Letzte Anwendung noch um 1940 in Schweden. Zeichnung bei OSANN (1939).

Schlacken und Stampfmasse

Wie immer ergeben auch hier die Schlackenanalysen deutliche Hinweise auf den Verhüttungsprozess sowie die Art und Herkunft des verschmolzenen Erzes. Die Analysenwerte der noch zu besprechenden Stampfmasse für das Ofenschachtinnere werden der Einfachheit halber gleich daneben gebracht (Angaben in Gewichts-%):

Laufschlacke

44	SiO ₂
7,4	Al ₂ O ₃
7,5	Fe ₂ O ₃
31 (!)	MnO
0,6	TiO ₂
10,5	CaO

Stampfmasse (gesintertes Material)

67
12,4
2,6
5,6
0,9
2,5

Gehaltsangaben gem. frd. Mitt. des Analytikers Dipl.-Ing. A. BREUSTEDT, Bad Harzburg, v. 6. April 1994.

Das dem Gutachter vorgelegte Probenmaterial bestand aus dichter, steinig (das heißt, langsam) erstarrter Schlacke von hell braungelber Farbe. Holzkohleneinschlüsse oder Eisenkugeln, wie sie bei älteren Schlacken aus reinem Rennfeuerbetrieb nicht selten sind, fehlen. Das an SiO₂ gebundene MnO liegt also fast vollständig als Mangansilikat (MnO SiO₂) vor. Deshalb bewegt sich der Schlackenschmelzpunkt zwischen 1.215° C und 1.273° C. Daraus erklärt sich die gute Laufeigenschaft (= geringe Zähflüssigkeit) dieser Schlackenart, die problemlos abzustechen war. Solche Schlacken sind auch von alten Verhüttungsplätzen, wie dem Siegerland, in Schmalkalden und in der Steiermark gut bekannt, wo – wie am Iberg und nachweislich auch im Umfeld von Wippra – manganreiche Spateisensteine verschmolzen worden sind; sie ergaben ohne Weiteres eine schmelzgerechte Schlacke.

Die Stampfmasse mit ihrem auffällig hohen Gehalt an Kieselsäure schließt für den Fachmann auf den ersten Blick die Verwechslung mit Eisenschlacke aus, weil auch zufolge des geringen Gehaltes an CaO eine solche Schlacke erst oberhalb von gut 1.700° C schmelzen würde, einer Temperatur, die bei dem hier verwendeten Ofentyp niemals zu erreichen

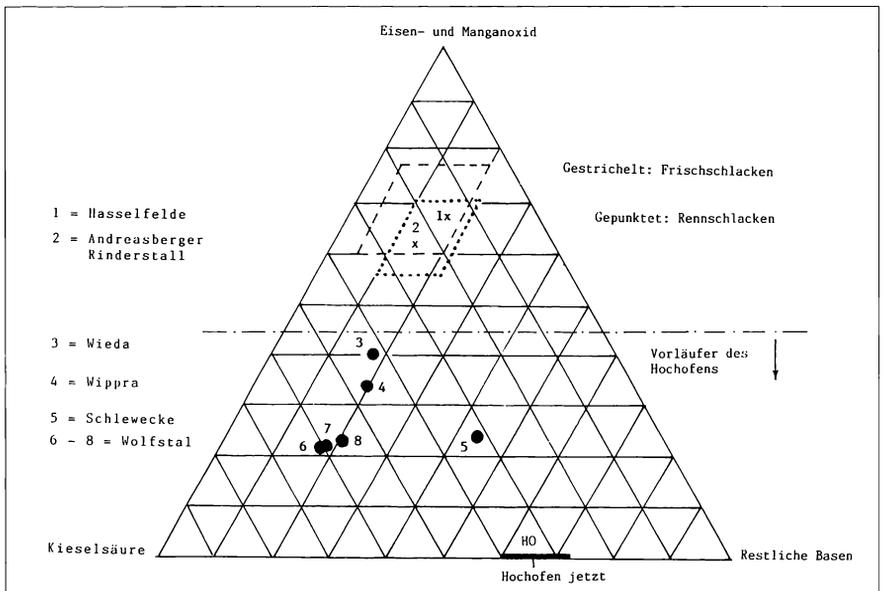


Abb. 9: Verschiedene Harzer Eisenschlacken unterschiedlichen Alters mit ihren (auf 100 Gewichts-% hochgerechneten) Gehalten an Eisen- und Manganoxid, SiO₂ und restlichen Basen. Entstehungszeiten durchweg nicht vor dem hohen Mittelalter. Deshalb Vorkommen der lfd. Nummern 1 – 8 wohl alle spätmittelalterlich bis frühneuzeitlich.

Reinzeichnung: G. KÖHLER

gewesen wäre. Wie an anderer Stelle (LAUB 1994, S. 120 u. 129) ausführlich erläutert und begründet, liegt hier in der Tat ein gut feuerfester Ofenbaustoff zur Auskleidung des inneren Ofenschachtes als zeitweilig zu erneuerndes Futter vor, das ofenseitig den bekannten dünn-schichtigen Schlackenbehang aufweist. Diese Stampfmasse bestand im Wesentlichen aus gebranntem Ton und Quarzklein; man benutzte sie vor allem im Bereich des stark beanspruchten Gestells (des unteren Teils des Ofenschachtes) und entsorgte die verschlackte alte Masse dann auf der Halde. Dort fand sie sich denn auch wieder.

Eisenerze zum Vergleich

Die vorstehenden Ausführungen zum Wippraer Fundgut sind nur scheinbar eine Abirrig vom Thema, das ja der älteren Eisengewinnung am Südharz gewidmet ist. Es ergab sich nämlich, dass für die Versorgung der spätmittelalterlichen Eisenhütte bei Wippra Erzvorkommen zur Verfügung standen, die mit denen des Iberges nahezu identisch waren. In beiden Fällen wurde Spateisenstein verhüttet, der mit unter- bis oberdevonischen Kalkvorkommen verknüpft ist. Eine erstaunliche Übereinstimmung besteht auch in den Eisen- und Mangengehalten. So enthielt, wie oben schon dargelegt, doch hier umgerechnet, Iberger Spateisenstein rund 32 % Fe und 6 % Mn, der Spateisenstein von Dankerode (unweit Wippra) durchschnittlich 38 % Fe und 8 – 9 % Mn. Mit anderen Worten: Sobald in den spätmittelalterlichen und Iberger Eisenstein verarbeitenden Hütten, z. B. der erwähnten Teichhütte bei Gittelde, Roheisen zu Gusszwecken erschmolzen worden ist, dürfte es, gebläsestarken Stückofenbetrieb vorausgesetzt, etwa denselben C-Gehalt wie das Wippraer Metall aufgewiesen haben.

Außerdem müssten die Gittelder Eisenschlacken hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und des Schmelzintervalls denen von Wippra entsprechen. Das bedeutet also: Selbst wenn für die damaligen Eisenhütten und ihre Hinterlassenschaft im Umfeld des Iberges stoffkundliche Erkenntnisse fehlen, ist es dennoch möglich, durch Vergleiche, wie sie gerade vorgenommen wurden, hilfreiche Aufschlüsse über die Art der verhütteten Erze, die angewendeten Verfahren und die Zusammensetzung der Erzeugnisse sowie der Abfallstoffe bei Objekten zu erlangen, die von der regionalen Montangeschichtsforschung bisher nicht erfasst worden sind.



Abb. 10: Herausziehen einer schweren Luppe aus einem Stückofen um 1800.
Repro aus W. W. MEISSNER, Chemischer Grundatlas (1936).

Neuzeit

Für die Jahrhunderte zwischen der Herstellung der Walkenrieder Fenstersprossen und der Wende vom Mittelalter zur geschichtlichen Neuzeit gibt es zwar einige zeitgenössische Belege für sehr einfache stoffliche Untersuchungsmethoden von Eisenerzen und für aus solchen erzeugte Gegenstände, aber nicht ausdrücklich auf den hier in Rede stehenden Harz bezogen. Selbst der vielseitige und sonst für seine Zeit nahezu umfassend berichtende Arzt, Gelehrte und klassische Bergbauberichterstatte Georgius AGRICOLA (1494 – 1555) erwähnt in seiner speziellen Abhandlung „De natura fossilium“ (Vom Wesen der Mineralien) aus dem Harzgebiet lediglich Roteisenerz von Vorkommen westlich des jetzigen Innerste-Stausees sowie von Harzgerode (HORST 1979, S. 119 – 124), doch ohne stoffkundliche Angaben, z. B. zur Qualität dieser Eisenerzart. Ebenso mangelt es in der genannten Zeit an Mitteilungen zur Zusammensetzung von schmiede- oder gusseisernen Gegenständen, die der Verhüttung Harzer Eisenerze und der Weiterverarbeitung des daraus erzeugten Metalls entstammen. Der Grund für das Fehlen entsprechender Analysen, sei es aus dem späten Mittelalter, sei es aus der frühen Neuzeit, liegt auf der Hand: Abgesehen von bestimmten, seit dem Altertum bekannten, aber analytisch nicht hilfreichen Stoffkenntnissen alchemistischer Art gab es noch zu wenig Fortschritte der chemischen Forschung, die erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts einen so nachhaltigen Aufschwung erfahren hat (BERTHELOT 1909 / 1979, S. XXVII u. XXVIII), dass damit auch verlässliche chemische Analysemethoden entwickelt werden konnten.

Gilt das 18. Jahrhundert als „Zeitalter der Vernunft“, so zeigte sich das in seiner zweiten Hälfte besonders deutlich auch auf dem Gebiet der Chemie durch eine Fülle von bahnbrechenden Fortschritten und Erkenntnissen dank systematischen Denkens und Forschens (KOCH 1963, S. 77). Stellvertretend für viele andere Forscher auf diesem Gebiet und zugleich Menschen des 18. Jahrhunderts seien hier genannt LAVOISIER, BLACK, Joh. Friedr. MEYER sowie die Deutschen MARGGRAF (1709 – 1782) und SCHEELE, ferner Joseph PRIESTLEY, BERGMAN, DALTON (BERTHELOT 1909 / 1970, S. XXVII), auch Jöns Jakob BERZELIUS (1779 – 1848), der sich als ausgezeichneter Analytiker hervorgetan hat.

Eisenstein vom Knollen, ein Verhüttungsproblem

Für das ausgehende 18. Jahrhundert sei in Verbindung mit der 1733 und 1734 erstellten Königshütte beim heutigen Bad Lauterberg, dem damals bedeutendsten Eisenhüttenwerk des Südharz, einer stoffkundlichen Eigenheit gedacht, die viele analytische Untersuchungen ausgelöst hat. Das kam so: Im Jahr 1700 machten wirtschaftlich-kaufmännische Berechnungen die verstärkte Verhüttung des unweit der Königshütte vorkommenden, hoch eisenhaltigen Erzes vom Knollen wünschenswert, weil der Erzeinkaufspreis dabei wesentlich niedriger lag als bei den aus St. Andreasberger und Elbingeroder Revieren bezogenen Eisenerzen. Allerdings war bereits bekannt, dass Knollen-Eisenstein, sofern man dem Erz mÖller mehr als nur sehr kleine Mengen davon beimischte, ein gütgemäß schlechtes Eisen zur Folge hatte, nach damaligen Aufzeichnungen in Form von dickflüssigem Roheisen, „unsauberem Gusswerk“ und schlechtem Stabeisen. Aber man wusste nicht, um welchen Schadstoff im Knollen-Eisenstein es sich handelte, um ihn mit prozesstechnischen Maßnahmen entschärfen zu können. Hier setzten nun über die Anwendung der bis dahin üblichen Probierkunst hinaus und für den Südwestharz erstmalig chemisch-analytische Untersuchungen ein, mit denen sich 1793 der vielseitige Naturforscher sowie Professor für Chemie und Medizin an der Universität Göttingen Hofrat Johann Friedrich GMELIN befasst hat. Zunächst bestimmte er den CaO-Gehalt des Knollen-Erzes mit 1 – 2 Gewichts-%, um danach bei weiteren Analysen herauszufinden, dass Phosphor, Arsen und Zink nicht nachweisbar waren und deshalb als qualitätsmindernde Stoffe im Roheisen ausschieden. Hingegen vermutete GMELIN nach zusätzlichen chemischen Untersuchungen, Alaun und Mangan seien wohl dem Königshütter Eisen beigemischt und dürften es – auch trotz mehrmaligen Ausschmiedens – spröde machen. Neuerliche Versuche brachten GMELIN zu der abschließenden Beurteilung, dass der nach wie vor unbekannte Schadstoff wohl durch reichlichen Zuschlag von Kalk oder kalkreichem Erz im MÖller unwirksam gemacht werden könne.

Aber nun führten hüttenmännischerseits angestellte Versuche – nach Fehlschlägen mit erhöhten Kalkzusätzen – zu einer entscheidenden Erkenntnis, die der tüchtige Gittelder Eisenhüttenmann J. G. STÜNKEL so formuliert hat: „Die Ursachen der Börsartigkeit, die mit dem Knollen(-erz) verbunden ist, liegen in der ihm enthaltenen Schwefelsäure. Eine andere

kann man durch chemische Zerlegung nicht finden. Je mehr Schwerspat, desto mehr Schwefelsäure" (nach PETRI 1961). Damit lag STÜNKEL grundsätzlich richtig, denn Schwerspat (als Salz der Schwefelsäure) stellt die barytische Gangart des bis 2 m mächtigen (Knollen-)Roteisensteinganges dar, dem die in Rede stehenden Erze entstammten (MOHR 1989, S. 84). Somit ergab sich, dass der aus dem Erz ins Metall gelangte Schwefel der bis dahin gesuchte Schadstoff war. Heute weiß man, dass solcher Schwefel zwar bis 0,12 Gewichts-% in schiedbarem Eisen durch vorhandenes Mangan unschädlich gemacht wird, sonst aber den gefürchteten Rotbruch verursacht, wodurch das Eisen bricht, wenn es in Rotglut bei 800° C bis 1.000° C geschmiedet wird. Das Gleiche gilt für Stahlgusstücke, wenn Spannungen in ihnen vorhanden sind und der genannte Temperaturbereich durchlaufen wird (Folge: Reißen).

Weil der Baryt im vorliegenden Fall durch Handscheidung vom Erz nicht abzusondern war, folgten seitens STÜNKEL – zusammen mit dem Clausthaler Registrator OSTMANN – Röst- und sogar Laugeversuche (Behandlung in Wasser) mit Knollen-Eisenerz, aber alles nützte nicht: Schmiedbares Stabeisen zur Verwendung als hochwertiges, zähes Förderseileisen oder Platinen für die unweite Herzberger Gewehrfabrik erhielt man nicht. Wenn STÜNKEL auch – aus Erfahrungen in der Teichhütte, wo des Öfteren aus schwerspathaltigem Eisenstein durch Zusatz von Manganerz gutes, nicht rotbrüchiges Roheisen erblasen wurde – im Jahre 1800 auf der Lerbacher Eisenhütte (bei Osterode am Harz) ein Gemisch von Knollen- und Ilfelder Manganerz sowie kalkhaltigem Eisenstein aus Lerbacher Gruben erfolgreich auf brauchbares Stabeisen verhütten konnte und man danach sogar eine Belohnung für die Auffindung von Braunsteinvorkommen möglichst nahe bei der Königshütte (erfolglos) aussetzte, wurden weitere Fortschritte anscheinend nicht erzielt. STÜNKEL hat 1801 zwar noch darauf hingewiesen, dass die Hoffnung auf Entdeckung hüttennaher Braunsteinvorkommen ebenso berechtigt sei wie der Erfolg entsprechender Probeschmelzungen solchen Braunsteins mit Knollen-Eisenstein auf der Königshütte, doch fehlen weitere Nachrichten. Aus stoffkundlicher und verfahrenstechnischer Sicht ist jedoch festzuhalten, dass schon vor 200 Jahren STÜNKEL und OSTMANN allein durch Verhüttungsversuche herausgefunden haben, dass der Rotbruch in Eisen bewirkende Schwefel im Sinne der heutigen, oben kurz angedeuteten Erkenntnis (Anwesenheit von Mangan) unwirksam gemacht werden kann, doch ist damit auch eine Kalkulation der Kosten verbunden.

19. Jahrhundert

Die damaligen Probleme bei der Mitverhüttung von Knollen-Eisenstein sind hier etwas ausführlicher dargelegt worden, weil sie beispielhaft verdeutlichen, dass mit sich steigenden Qualitätsansprüchen hinsichtlich der Hüttenzeugnisse zwangsläufig entsprechende Kontrollen der Produkte mit Hilfe der jetzt zur Verfügung stehenden chemischen Analyse notwendig waren. So überrascht es nicht, dass auch auf der Lauterberger Königshütte im Zuge der 1820 begonnenen Neubautätigkeit bald auch ein "Probierhaus" erstellt wurde, in dem von nun an alle betriebswichtigen Stoffuntersuchungen, wie z. B. chemische Analysen von Eisenerzen, Roheisen und Halbzeug, vorgenommen worden sind (HILLEGEIST 1993, S. 64, 80 u. 83). Jetzt ist darin das Südharzer Eisenhüttenmuseum eingerichtet.

Wenig bekannte stoffkundliche Analysen

Der ständig zunehmenden Bedeutung der analytischen Chemie auch im Montanwesen entsprach, auf den Harz bezogen, auch der 1841 erfolgte Neubau des sog. Probierlaboratoriums in Clausthal. Es diente einmal der Ausbildung der damaligen Bergschüler in anorganischer Chemie, zum anderen als zentrales Laboratorium für die staatlichen Berg- und Hüttenwerke in und um Clausthal. Von den dort 1860 und einige Jahre danach von den Studierenden oder hauptberuflichen Analytikern ausgeführten und in einem Laborjournal dokumentierten Analysen aus dem bergbaulichen und metallurgischen Bereich war schon eingangs kurz die Rede. Von diesen lange zurückliegenden Untersuchungen werden hier wegen ihres stoffkundlichen Seltenheitswertes einige für das damalige Südharzer Eisenhüttenwesen aufschlussreiche Analysenergebnisse mit kurzen Erläuterungen vorgestellt. Das geschieht nach Stoffgruppen geordnet. Die Stoffbezeichnungen im Einzelnen folgen der Originalschreibweise im Laborjournal:

1. Eisenerze

1.1 Dachsfang bei Ilfeld

Fe ₂ O ₃	72,51 %
Al ₂ O ₃	0,66 %
SiO ₂	20,64 %
CaO CO ₂	3,01 %
MgO CO ₂	0,62 %
HO	1,91 % (H ₂ O)
MnO	Spuren

Das Erz entstammt offenbar Roteisenerzgängen, die bei Ilfeld (Südharz) aufsetzen. Die der Analyse entnehmbare Reinheit des Hämatits wird auch aus lagerstättenkundlicher Sicht bestätigt (BEYSCHLAG, KRUSCH & VOGT 1921, S. 473). Derartige Erze wurden insbesondere in der St. Johannishütte bei Ilfeld verschmolzen, deren Hochofen allerdings schon 1788 stillgelegt worden ist (BODE 1928, S. 187, Nr. 147). ZIMMERMANN (1834, Tl. 2, S. 100 / 101) berichtet, dass auf der Königshütte stets auch "einiger Ilfelder Eisenstein" durchgesetzt werde.

1.2 Kirchfelsen bei Zorge

Fe ₂ O ₃	31,41 %
Al ₂ O ₃	0,39 %
CaO CO ₂	4,31 %
MgO CO ₂	0,27 %
SiO ₂	64,65 %
MnO	Spuren
HO	0,35 %

Die etwas irreführende Bezeichnung "Kirchfelsen" setzt sich aus zwei Wörtern zusammen, einmal "Kirchberg" etwa 1 km nordwestlich von Zorge, zum Anderen aus "Felsenlager". Das waren linsenförmige Eisenerzkörper von dort (LIEBMANN 1992, S. 234). Auf dem Kirchberg finden sich in großflächig anstehendem Diabas sowohl reine Roteisensteine (Glaskopf, Eisenglanz) als auch sog. Kieseisensteine (frühere lokale Bezeichnung "Felsenlager"), welche letztere neben viel SiO₂ (vgl. Analyse) aber noch soviel Eisenträger enthalten, dass der Fe-Gehalt des Erzes bis auf 30 % ansteigen kann (SCHRIEL 1929, S. 34 und 36). Nach der Clausthaler Analyse hatte die entsprechende Erzprobe jedoch nur – umgerechnet – 22 % Fe. Das entspricht praktisch schon eisenschüssigem Grünstein (Diabas) von geringer Härte, der etwa 16 bis 20 % Eisen enthält, aber trotzdem früher neben hochwertigem Roteisenstein als Eisenerz mitgewonnen wurde (SCHRIEL 1929, S. 35).

2. Zuschläge bei der Erzverhüttung

2.1 Verschiedene Sorten Dolomit (Umfeld von Lauterberg)

Probe	1	2	3	4	5	6	7	8
Thon*)	1,24	8,25	0,50	16,65	1,38	6,33	1,13	8,38
CaO	35,53	34,62	31,21	65,57 ^x	31,49	32,49	37,63	83,52 ^x
MgO	18,59	16,93	21,72	20,12 ^{xx}	20,68	16,27	15,94	7,13 ^{xx}
CO ₂	44,01	39,10	45,25	entf.	45,61	45,80	46,43	entf.

Es bedeuten: ^x = CaCO₃, ^{xx} = MgCO₃. Entf. = entfällt, da bei ^x und ^{xx} eingerechnet. –
*) toniges Verwitterungsprodukt aus zersetztem Dolomit.

Literaturverzeichnis

- BERTHELOT, M. (1909/1970): Die Chemie im Altertum und im Mittelalter. Aus dem Französischen übertragen von E. KALLIWODA, Anmerkungen von F. STRUNZ (1970), Leipzig und Wien sowie Hildesheim u. New York.
- BEYSCHLAG, F., KRUSCH, P., VOGT, J. H. L. (1921): Die Lagerstätten der Nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung, II. Bd., Erzlagerstätten II, 2. Aufl., Stuttgart.
- BODE, A. (1928): Reste alter Hüttenbetriebe im West- und Mittelharze. – Jb. d. Geograph. Ges. zu Hannover f. das Jahr 1928, S. 141 – 197, Hannover.
- BROCKNER, W., KLAPPAUF, L. (1993): Spätantike Metallgewinnung und –verarbeitung im Harzraum. – Montanarchäologie in Europa, Berichte z. Internat. Kolloquium “Frühe Erzgewinnung und Verhüttung in Europa” in Freiburg i. Breisgau v. 4. bis 7. Okt. 1990 (Hrsg. STEUER, H. & ZIMMERMANN, U.), Reihe Archäologie u. Geschichte, Freiburger Forschungen zum ersten Jahrtausend in Südwestdeutschland, Bd. 4, S. 177 – 182, Sigmaringen.
- BROEL, T. (1963): Über den früheren Eisenerzbergbau im nördlichen Oberharz. “Erzmetall”, XVI, H. 4., S. 173 – 183, Stuttgart.
- BUSCH, R. (1979): Das Heimatmuseum in Osterode (Hinweis). – Führer zu vor- u. frühgeschichtl. Denkmälern, Bd. 17 (Northeim · Südwestliches Harzvorland · Duderstadt), S. 89, Mainz am Rhein.
- CLAUS, M. (1978): Archäologie im südwestlichen Harzvorland – Wegweiser zur Vor- und Frühgeschichte Niedersachsens, H. 10, Hildesheim.
- DENECKE, D. (1978): Erzgewinnung und Hüttenbetriebe des Mittelalters im Oberharz und Harzvorland. Erläuterungen zu einer Übersichtskarte. – Sonderdruck aus Archäol. Korr.-Blatt 8 – 1978, H. 2, S. 77 – 85, Mainz.
- GRIEP, H.-G. (1972 / 73): Ausgrabungen und Bodenfunde im Stadtgebiet Goslar (III). – Harz-Zeitschr., 24. u. 25. Jg., S. 21 – 100, Goslar.
- HARTMANN, C. (1840): Repertorium der Bergbau- und Hüttenkunde, Zweiter Band, Weimar.
- HENNIGER, HEIDRICH & FRANCK (1937): Lehrbuch der Chemie in Verbindung mit Mineralogie für höhere Lehranstalten. Tl. II, Ausg. A, Leipzig und Berlin.
- HILLEGEIST, H.-H. (1993): Historische Daten zur Geschichte der Königshütte. – Broschüre “250 Jahre Königshütte in Lauterberg/Harz”, 2. Aufl., S. 65 - 72; ders. ferner hier “Konzept für das Südharzer Eisenhüttenmuseum im ehemaligen Probierhaus der Königshütte in Bad Lauterberg”, S. 79 – 84; Abb. des Probierhauses, S. 64, Bad Lauterberg.
- HORST, U. (1979): Ein alter Eisenerzfundpunkt unweit des Forstortes “Kalte Birke” im Nordharz. Ein Beitrag zur AGRICOLA-Forschung. - Harz-Zeitschr., 31. Jg., S. 119 – 126, Braunschweig.
- HÜTTE, Des Ingenieurs Taschenbuch (1949), I. Bd., 27. Aufl., Berlin.
- KLAPPAUF, L. & LINKE, F.-A. (1982): Zur Ausgrabung eines bisher unbekanntes frühmittelalterlichen Herrensitzes in Düna / Osterode. – Harz-Zeitschr., 34. Jg., S. 117 – 125, Braunschweig.
- KLAPPAUF, L. (1987): Die Grabungen 1981 – 1985 im frühmittelalterlichen Herrensitz zu Düna / Osterode. – (Ausstellungsschrift) “Damit die Jahrtausende nicht spurlos vergehen...” Archäologische Denkmalpflege im Landkreis Osterode am Harz 1986 / 87, S. 87 – 100, Osterode am Harz.
- KLOCKMANN, F. (1912): Lehrbuch der Mineralogie, 5. u. 6. Aufl., Stuttgart.
- KOCH, M. (1963): Geschichte und Entwicklung des bergmännischen Schrifttums. – Schriftenreihe Bergbau – Aufbereitung, Bd. 1, Goslar.
- KOLBE, H. (1954): Geschichte des Eisenerzbergbaues und der Lagerstättenforschung im Salzgittergebiet (300 – 1938). – Festschrift zum 60. Geburtstag von Fritz Dahlgrün †. – ROEMERIANA, H. 1, S. 299 – 328, Clausthal-Zellerfeld.

- LAUB, G. (1962): Aus König Hübichs Reich. Betrachtungen über die Anfänge der Eisenerzgewinnung am Iberg. – Allg. Harz-Berg-Kalender f. das Jahr **1962**, S. 24 – 28, Clausthal-Zellerfeld.
- LAUB, G. (1965): Die Eisenhütte an der Wolfsklippe. – Allg. Harz-Berg-Kalender f. das Jahr **1965**, S. 41 – 43, Clausthal-Zellerfeld.
- LAUB, G. (1969): Der Bergbau im Höhlengebiet des Iberges bei Bad Grund (Harz). – Jahreshefte f. Karst- u. Höhlenkde., H. **9**: Der Südhaz – seine Geologie, seine Höhlen und Karsterscheinungen, S. 51 – 71, München.
- LAUB, G. (1972 / 73): Begutachtung von Eisenerzfundstücken aus dem Keller der Goslarer Worth. Vgl. dazu GRIEP (1972 / 73), dort S. 45 u. 46, Goslar.
- LAUB, G. (1985): Die mittelalterliche Verhüttung von silberhaltigen Harzer Bleierzen im Vergleich zur antiken Technologie. – Harz-Zeitschr., **37**. Jg., S. 65 – 130, Braunschweig.
- LAUB, G. (1990): Zur Verhüttung von Eisenerz im Bereich der Pfalz Werla. – Heimatbuch f. den Landkreis Wolfenbüttel, **36**. Jg., S. 128 – 133, Braunschweig.
- LAUB, G. (1994): Vorläufer des Hochofens in Harzer Eisenhütten. – Zeitschr. "Unser Harz", **42**. Jg., Nr. 6, S. 118 – 120 sowie S. 129, Clausthal-Zellerfeld.
- LAUB, G. (1999): Ein Clausthaler Laborjournal von 1860. – Allg. Harz-Berg-Kalender f. das Jahr **1999**, S. 38 – 40, Clausthal-Zellerfeld.
- LIESSMANN, W. (1992): Historischer Bergbau im Harz. Ein Kurzführer. – Schriften d. Mineralogischen Museums d. Universität Hamburg, Bd. **1**, Köln.
- MOHR, K. (1973): Harz. Westlicher Teil. – Slg. Geol. Führer, Bd. **58**, Berlin – Stuttgart.
- MOHR, K. (1989): Montangeologisches Wörterbuch für den Westharz. – Stuttgart.
- MOHR, K. (1993): Geologie und Minerallagerstätten des Harzes, **2**. Aufl., Stuttgart.
- MÜLLER-LIEBENAU, J. (1953): Bericht über unser Eisenerzfelder im Oberharz. – Zitiert bei BROEL (1963), s. dort, Stuttgart.
- OSANN, B. (1939): Kurzgefaßte Eisenhüttenkunde, **2**. Aufl., Leipzig.
- OSANN, B. (1975): Das Eisenhüttenwesen im Harz. – (Jubiläumsschrift) Technische Universität Clausthal. Zur Zweihundertjahrfeier 1775 – 1975, Bd. **I**: Die Bergakademie und ihre Vorgeschichte, S. 365 – 377, Clausthal-Zellerfeld.
- PETRI, R. (1961): Reiches Eisen – Armes Eisen. Der Knolleneisenstein: Das Erz mit den zwei Gesichtern. – "Harzer Feierabend", Wochenend-Beilage der Herzberger Zeitung vom 1., 8. und 15. April 1961, Herzberg am Harz.
- SCHRIEL, W. (1929): Geologische Karte von Preußen... Erläuterungen zu Blatt Zorge, Nr. 2451 (Lief. 282), (Lief. 1, 3. Aufl.), Berlin.
- SCHÜRMMANN, E. (1958): Die Reduktion des Eisens im Rennfeuer. – Zeitschr. "Stahl und Eisen", **78**, H. 19, S. 1297 – 1308, Düsseldorf.
- STEUER, H. (1993): Bergbau auf Silber und Kupfer im Mittelalter. – "Alter Bergbau in Deutschland", Sonderheft **1993** der Zeitschr. Archäologie in Deutschland, S. 75 – 91, Stuttgart.
- STÜNKEL, J. G. (1803): Beschreibung der Eisenbergwerke und Eisenhütten am Harze, Göttingen.
- THIELEMANN, O. (1977): Urgeschichte am Nordharz. – Beiträge z. Gesch. d. Stadt Goslar, H. **32**, Goslar.
- WEDDING, H. (1881): Beiträge zur Geschichte des Eisenhüttenwesens im Harz. – Zeitschr. d. Harz-Vereins f. Gesch. u. Altertumsde., Jg. **14**, S. 1 – 32, Wernigerode.

WEGEWITZ, W. (1957): Ein Rennfeuerofen aus einer Siedlung der älteren Römerzeit in Scharmbeck (Kreis Harburg). – Sonderdruck aus "Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte", Nr. 26, S. 1 – 25, Hannover.

ZIMMERMANN, C. (1834): Das Harzgebirge in besonderer Beziehung auf Natur- und Gewerbskunde geschildert. Ein Handbuch, 2. Theil, Darmstadt.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Gerhard LAUB, Talstraße 32, D-38642 Goslar.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Dortmunder Beiträge zur Landeskunde](#)

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Laub Gerhard

Artikel/Article: [Einige stoffkundliche Nachrichten zum älteren Südharzer
Eisenhüttenwesen 13-35](#)