

EXKURSION ZUM STEIRISCHEN ERZBERG UND ZU DEN RADWERKEN III UND IV IN VORDERNBERG

Herta Effenberger¹ & Frank Melcher²

¹Institut für Mineralogie und Kristallographie, Universität Wien, Althanstraße 14, 1090 Wien

²Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenlehre, Universität Leoben, Peter-Tunner-Straße 5, 8700 Leoben



Abstract

Excursion to the Styrian Erzberg and to the iron mills III and IV in Vordernberg
The Styrian “Erzberg” is one of the very few mineral deposits mined in Austria up to the present. It is the largest producing siderite deposit worldwide and the largest open-pit iron mine in Central Europe. A short overview about the geological setting, the tectonic evolution and genesis of the ore body is given. The history of the mining and smelting processes of iron ores in Styria is outlined. Special attention is drawn to the iron mills: waterwheels operated the ancient blast furnace bellows (“Radwerk”). In Vordernberg (a small village in the north of Leoben) fully functional charcoal smelters represent well-preserved historic monuments of the beginning of the 19th century.

Einleitung

Am Samstag, 10. Juni 2017, fand eine Vereinsexkursion zum Steirischen Erzberg unter der Leitung von Herrn Dr. Andreas Kurka und einem der Autoren (F.M.) statt. Treffpunkt war Leoben. Von dort ging es entlang der Steirischen Eisenstraße mit zwei Kleinbussen in Richtung Erzberg, vorbei an den Werkhallen der „voestalpine Stahl Donawitz GmbH“, wo im weltweit modernsten Schienen-Walzwerk unter Anderem ultralange Bahnschienen bis zu 120 m Länge hergestellt werden. Seitens der VA Erzberg GmbH hat der Betriebsgeologe, Herr Hannes Pluch, zu mehreren Aufschlüssen im Betriebsgelände am Erzberg geführt, die einerseits für die aktuelle Diskussion der Genese der Lagerstätte, andererseits für das Auffinden einiger schöner Mineralstufen von großem Interesse waren. Intensive Diskussionen betrafen vor allem die Genese der Lagerstätte. Nach einer kurzen Mittagsrast am Leopoldsteiner See ging es weiter nach Vordernberg. Herr em. Univ.-Prof. Dipl.Ing. Dr. mont. Herbert Hiebler, Präsident der „Freunde des Radwerks IV“, führte durch die Radwerke III und IV in Vordernberg.

Der Steirische Erzberg

Der Steirische Erzberg liegt in der Norischen Decke der sogenannten Grauwackenzone. Diese stammt aus dem Paläozoikum und besteht hauptsächlich aus phyllitischen Schiefen, metamorphen Vulkaniten (Porphyren), Kalkgesteinen (Marmorren), Grauwacken sowie Quarziten. Die Grauwackenzone reicht vom Arlberg im W bis zum Wiener Becken im O. Sie ist überwiegend als schmale bis sehr schmale, manchmal auch gänzlich fehlende Zone ausgebildet und verläuft zwischen den Nördlichen Kalkalpen und den Zentralalpen; sie gehört dem Ostalpinen Deckensystem an. Besonderes Merkmal der gesamten Grauwackenzone ist ein auffallend häufiges Auftreten von Eisen-, Kupfer-, Magnesit-, Talk- und Graphitvorkommen bzw. -lagerstätten, die in den letzten Jahrhunderten zeitweise abgebaut oder auch nur beschürft wurden. Im Bereich zwischen Eisenerz und Leoben weitet sich die Grauwackenzone auf rund 25 km; hier findet sich der „*Steirische Brotlaib*“, der mit einer Jahresproduktion (2015) von 2.8 Millionen Tonnen Versanderz das weltweit größte im Abbau befindliche Sideritvorkommen darstellt und aktuell als der größte mitteleuropäische Eisenerz-Tagebau gilt. Die Mineralparagenese des Erzes umfasst hauptsächlich Siderit (FeCO_3 , trigonal) und Ankerit ($\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$, trigonal), als „*Rohwand*“ bezeichnet), neben Fe-hältigem Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, trigonal), Magnesit (MgCO_3 , trigonal) und Calcit (CaCO_3 , trigonal). Untergeordnet sind die Fe-haltigen Minerale Pyrit (FeS_2 , kubisch), Hämatit (Fe_2O_3 , trigonal), Magnetit (Fe_3O_4 , kubisch), sowie Quarz, Serizit, Muskovit, Chlorit, Rutil, Turmalin, Zirkon, Apatit, Baryt, Semigraphit und verschiedene Sulfidminerale in unterschiedlichen, stark wechselnden Anteilen vertreten (SCHULZ et al., 1997). Im Zuge der Erzaufbereitung muss durch Aufkonzentration der Siderite (FeCO_3 -Komponente etwa 80-85 Mol% entsprechend einem „Sideroplesit“) ein Zielwert von 33% Fe erreicht werden. Bei der Produktion am Berg wird zwischen Reicherz (>30% Fe), Armerz (22-30% Fe) und Baggerbergen (<22% Fe) unterschieden; letztere werden verstückelt, Armerze werden aufbereitet, während die Reicherze nach dem Waschen direkt als Produkt ausgeschleust werden können.

Das Liegende der Lagerstätte wird aus oberordovizischen Porphyroiden (Blas-

seneckporphyroid) gebildet, die im Bereich der Lagerstätte eine Mächtigkeit bis zu 400 m erreichen. Der Übergang zum sideritführenden Lagerstättenbereich geht auf offensichtlich geringer werdende vulkanische Tätigkeiten zurück. Es folgen Quarzite, Serizitquarzite, Grauwackenschiefer, graphitische Kieselschiefer (Silur), devonische Kalkschiefer und Marmore („Sauberger Kalke“) sowie die karbonischen Eisenerzer Schichten, die im Bereich der Lagerstätte als grauschwarze phyllonitische Schiefer ausgebildet sind und auch als „Zwischenschiefer“ bezeichnet werden. Dieser Zwischenschiefer unterteilt den erzführenden Bereich in eine Hangendscholle sowie eine Liegendscholle. Die Vererzung liegt lagen- bis linsen- und stockförmig vor; charakteristisch ist eine intensive Verwachsung von Sideriten und Ankeriten. Der damit verbundene wechselnde Fe-Gehalt ist eine Herausforderung in der Logistik des Abbaus, da für die Verhüttung eine nur wenig schwankende Zusammensetzung gefordert ist. Dies gilt nicht nur für den Fe-Gehalt der Erze selbst, sondern insbesondere auch für weitere Elemente wie Mangan, Schwefel, Phosphor oder Quecksilber.

Die rein kalkigen Ablagerungen enden an der Wende Unterkarbon zu Oberkarbon, es folgen die Präbichlschichten sowie der Werfener Schiefer des Oberen Perm und der Untertrias. Diese stellen das Hangende des Erzkörpers dar und bilden andererseits die Basis der Nördlichen Kalkalpen. Die Werfener Schichten beginnen meistens mit einer bis ca. 40m mächtigen Basisbrekzie (Präbichlbrekzie), überlagert durch grünliche oder violette, glimmerreiche Sandsteine und Schiefer mit lokalen Einschaltungen von Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, monoklin, oft in Form kleiner Kristalle).

Im Bereich der Lagerstätte Erzberg sind sowohl eine variszische als auch eine alpidische Orogenese nachgewiesen. Erstere bedingte die Überschiebung zweier ursprünglich nebeneinander liegender Karbonatschollen. Tonschiefer fungierten als Gleitbahn zwischen Liegend- und Hangend-Scholle. Zweitere war für die muldenartige Verformung der Lagerstätte verantwortlich. Die größte Störung ist der Christof Hauptverwurf. Basierend auf Raman-spektroskopischen Untersuchungen an graphitischer Substanz, wurden Temperaturen von 300°C während der altpidischen Metamorphose erreicht (FRÜHAUF, 2017).

Die Genese des Steirischen Erzberges sowie der kleineren Eisenerzvorkommen in der näheren Umgebung (z.B. Radmer, Polster) ist bis auf den heutigen Tag viel diskutiert (THALMANN, 1974, 1978; BERAN, 1975, 1977; SCHULZ & VAVTAR, 1991; SCHULZ et al., 1997; POHL & BELOCKY, 1999; PROCHASKA, 2016). Eine wichtige Beobachtung ist, dass alle Gesteine im Lagerstättenbereich (vom Porphyroid bis in die Präbichlbrekzie) von einer Mineralisationsphase betroffen sein können. Die ursprüngliche Idee war eine Metallbringung basierend auf der epigenetisch hydrothermalen Metasomatose im Zuge der alpidischen Orogenese. Der Transport der Eisenionen (und untergeordnet auch Mangan- und Magnesiumionen) müsste über fluide Phasen über das Kluftsystem bis zu den abgelagerten Kalken erfolgt sein. Durch Reaktion mit diesen wurde eine Verdrängung der Ca-Ionen und die Bildung von Siderit bzw. Ankerit angenommen. Die zweite Erklärung der Vererzung geht von einer primär sedimentären Bildung durch submarine Exhalation von Fe-hältigen hydrothermalen Lösungen in einen flachmarinen karbonatischen Ablagerungsraum aus (SCHULZ et al., 1997). Basierend auf gefügekundlich-petrographischen Befunden wurde die Lagerstätte als Produkt polygenetischer

Entwicklung dargestellt, beginnend mit der prä-permischen extern-sedimentären Anlagerung von Fe-Karbonaten in devonischen Gesteinen; die dominierenden kristallinen Erzlagenbaue (Sideritmarmore) werden durch selektive diagenetische Abbildungskristallisation und variszische Metamorphose erklärt.

Eine erste geochronologische Datierung der Siderit-Ankeritgesteine mittels der Sm-Nd Isotopenmethode an Karbonat ergab ein obertriassisches Alter (208 ± 22 Ma; PROCHASKA & HENJES-KUNST, 2009). In Verbindung mit fluidchemischen Daten und einer auffallenden Ähnlichkeit zu den Magnesitlagerstätten in paläozoischen Gesteinen des Ostalpins wird eine postvariszische, aber präalpidische epigenetische metasomatische Verdrängung der devonischen Sauburger Kalke und anderer Karbonatgesteine durch hochtemperierte ($300-400^{\circ}\text{C}$) evaporitische Lösungen angenommen (PROCHASKA, 2016). Diese salinaren „Brines“ lösten während ihrer Zirkulation in der Trias Metalle aus dem variszisch gebildeten ostalpinen Deckenstapel. Beim Aufstieg der Lösungen bildete sich durch Umwandlung von Kalkstein bei niedrigen Temperaturen Magnesit aus Fe-freien Lösungen. Gesteins-Fluidwechselwirkungen führten zur Anreicherung von Fe und zur metasomatischen Bildung von Siderit und Ankerit aus höher temperierten Lösungen.

Während der Exkursion war Gelegenheit einige Minerale aufzusammeln: Siderit (FeCO_3 , trigonal), Ankerit ($\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$, trigonal), Calcit (CaCO_3 , trigonal), Aragonit (CaCO_3 , rhombisch; Ausbildung als Eisenblüte sowie nadelförmig und rosettenartig), Zinnober (HgS , trigonal). Des Weiteren konnten in einem Aufschluss Proben von Tigererz, einer lagenartigen Verwachsung von Siderit mit Ankerit aufgesammelt werden.

Geschichte der Erzgewinnung am Steirischen Erzberg

Während am Hüttenberger Erzberg in Kärnten bereits seit der Antike Eisenerz abgebaut wurde (Norisches Eisen, „ferrum noricum“), ist der Beginn des Eisenerzabbaus in der Region Eisenerz (Erzberg, Radmer, Tullegg) nicht genau bekannt, setzt jedoch wesentlich später ein. Der Beginn ist nicht gesichert, dürfte möglicherweise etwa auf das 8. nachchristliche Jahrhundert zurückgehen. Zumindest seit dem 11. Jahrhundert ist eine Erzgewinnung belegt. Zu Beginn wurde das gewonnene Erz nahe der Gewinnungsstätte in Rennöfen (kleine Schachtöfen aus Lehm oder Steinen) verhüttet, vermutlich direkt am Präbichl; in unmittelbarer Umgebung dürften sich auch die ersten Schmieden befunden haben. Bereits im 13. Jahrhundert wurde das Erzvorkommen in das südlich und geographisch höher gelegene *Vordernberger Revier* sowie das auf die heutige Stadt Eisenerz zugewandte *Innerberger Revier* unterteilt, wobei die sogenannte Ebenhöhe (Seehöhe 1186 m) als Grenze galt. Beide Reviere waren in einzelne Gruben aufgeteilt, deren Besitzer sowohl den Abbau als auch den Transport zu den Verhüttungsanlagen individuell organisierten. Der Bergmann musste ursprünglich abends das geförderte Erz in einem mit zwei Rädern ausgestatteten Ledersack (Sackzug) bis ins Tal zum Schmelzofen führen (vgl. FAHRENGRUBER, 2001).

Im 14. Jahrhundert wurde durch Verfügung der Landesfürsten der Abbau des Eisenerzes am steirischen Erzberg, die Erzeugung des Roheisens sowie die Weiterverarbeitung geordnet. Die Eisenordnungen von 1448 bzw. 1453 regelten auch die Absatzgebiete: Das Revier Innerberg belieferte Nordeuropa, das Revier Vordern-

berg hingegen Süd- und Südosteuropa; diese Aufteilung war durch die Wasserwege für den Abtransport des gewonnen Eisens vorgegeben. Darüber hinaus hatte sich in dieser Zeit die Eisenverarbeitung stark verändert. Um die Produktionszahlen steigern zu können benötigte man leistungsstärkere, größere Öfen. War die Luftzufuhr ursprünglich lediglich mit händisch betriebenen Blasebälgen erfolgt, nutzte man nun die Wasserkraft. Man bediente sich Wasserrädern, die Verhüttungsanlage erhielt folglich die Bezeichnung *Radwerk*, und sein Besitzer war der *Radmeister*. Radwerke nannte man Hochofenanlagen, bei denen das Gebläse für Verbrennungsluft durch ein Wasserrad betrieben wurde. Vordernberg hatte 14 Radwerke; ihre Nummerierung erfolgte kontinuierlich von Norden nach Süden dem Bachlauf folgend. In Innerberg arbeiteten bis zu 19 Radwerke. Zu einem Radwerk gehörte nicht nur der Schmelzofen selbst, sondern insbesondere auch ein Anteil am Bergbau, Waldungen für die Holzkohlenproduktion, Schmelzhalle, sowie Erz- und Kohlelager. Der Transport des abgebauten Erzes wurde mit entsprechenden Pferdewagen, die ebenfalls im Besitz des Radmeisters waren, bewältigt. Verweser- oder Herrenhaus waren ebenso notwendig wie die Wohnmöglichkeit der Arbeiter. Mit der Radmeisterei war die Auflage eines Wohnsitzes vor Ort verbunden. Durch die Verwendung von Wasserkraft war eine Verlagerung der Öfen in die benachbarten Täler (Vordernberger Bach und Richtung Norden Erzbach) unausweichlich. Auch die Verarbeitung der Luppen in den an die Radwerke angeschlossenen Schmieden erfolgte nicht mehr von Hand, sondern mit ebenfalls durch Wasserkraft angetriebenen Schmiedehämmern.

Das geförderte Erz wurde zuerst getrennt nach Grob- und Feinerz, dann zwecks Dekarbonisierung geröstet. Das Feinerz musste gesondert mit Kohle vermengt gesintert werden, um ein Verkleben im Röstofen zu vermeiden. Die Weiterverarbeitung erfolgt im Enns-, Ybbs-, Erlauf-, bzw. Mur-, und Mürztal; hier konnte nicht nur die Wasserkraft genutzt werden, es standen auch ausgedehnte Wälder für die Holzkohlenproduktion zur Verfügung.

Ab 1625 wurden die nördlich des Präbichls gelegenen Radwerke mit den zugehörigen Grubenanteilen sowie die Weiterverarbeitung des Roheisens und der Eisenhandel in der Innerberger Hauptgewerkschaft zusammengefasst. Es wurde ein landesfürstlicher Oberaufseher über das gesamte Eisenwesen, der Kammergraf, ernannt. Als Amtssitz dieses Beamten wurde der Eisenerzer Kammerhof errichtet. Die Radmeister und die Eisenverleger des südlichen Reviers blieben vorerst weiterhin selbständig.

Ab 1760 wurden die Stucköfen (Erz und Holzkohle wurden schichtweise gestapelt, nach jedem Schmelzprozeß musste der Ofen vollständig abgekühlt werden) durch die sogenannten Floßöfen ersetzt. Wie bei modernen Hochöfen wurden diese von oben beschickt und das flüssige Roheisen wurde im unteren Bereich regelmäßig abgestochen. Der kontinuierliche Betrieb des Ofens senkte den durch das Wiedererhitzen hohen Energiebedarf; dadurch konnte der Verbrauch an Holzkohle um fast 50 % gesenkt werden. Später wurde auch noch die zugeführte Luft vor dem Einblasen erhitzt bzw. die warmen Abgase wiederverwendet.

Ursprünglich erfolgte der Abbau am Steirischen Erzberg hauptsächlich unter Tage, man folgte reichen Erzadern. Erst um 1870 setzte sich der Tagebau zuerst langsam durch und wurde ab 1986 ausschließlich betrieben.

Erzherzog Johann, die Steiermark und der Erzabbau

Erzherzog Johann wurde 1782 als 13. Kind des Großherzogs Leopold von Toskana und dessen Gattin Maria Ludovica von Spanien in Florenz geboren. Als sein Vater 1790 zum Kaiser Leopold II gekrönt wurde, übersiedelte die Familie nach Wien. Erzherzog Johann setzte sich zuerst für das Land Tirol ein und war treibende Kraft des Tiroler Volksaufstandes. Als sein Bruder, Kaiser Franz II (I von Österreich), ihm diesbezüglich jedwede weitere Betätigung untersagte, wandte er sich der Steiermark zu und trug sehr viel zur Entwicklung des Landes bei. Insbesondere interessierte er sich für die Gewinnung, Verarbeitung und den Vertrieb mineralischer Rohstoffe sowie die Ausbildung von Fachkräften.

So gründete Erzherzog Johann 1811 das Joanneum, seine Privatsammlungen bildeten den Grundstock für das Museum. Des Weiteren wollte er zwei Lehrkanzeln, und zwar eine für Forst-, die zweite für Eisenhüttenkunde zur „*Hebung, Verwertung und Veredlung der vorhandenen Bodenschätze*“ errichten. Ziel war die Entwicklung des Landes Steiermark durch intensive Reformen voranzutreiben. In die ersten Ideen zur Neugestaltung im erdwissenschaftlichen Bereich waren Friedrich Mohs (1773-1839) und Alois von Widmanstetten (Alois Joseph Franz Xaver Beckh, Edler von Widmanstetten, 1754-1849) involviert. Nach anfänglichen Schwierigkeiten wurde am 4. November 1840 im sogenannten Raithaus in Vordernberg die Steiermärkisch-Ständische Montanlehranstalt eröffnet. Eine Erweiterung erfolgte 1843 durch die Einrichtung einer Lehrfrischhütte für praktische Übungsmöglichkeiten der Studenten. Erster Leiter war Peter Tunner; er hatte zuvor das Eisenwesen in Schweden und England studiert. Da die Größe des Raithauses für die Montanlehranstalt bald nicht mehr ausreichte, kam es 1849 zu einer Verlegung nach Leoben. Sie war nunmehr im ehemaligen Jesuitenkolleg untergebracht. 1851 erfolgte die Umbenennung in „*Bergakademie*“, 1894/95 die Gleichstellung mit den Technischen Hochschulen, 1904 erhielt sie die Bezeichnung „*Montanistische Hochschule*“. Damit war auch das Promotionsrecht verbunden. Im Herbst 1910 wurde der Neubau am Josefee als neuer und repräsentativer Standort bezogen. Aus der „*Montanistischen Hochschule*“ ging 1975 die „*Montanuniversität Leoben*“ hervor.

1815 reiste Erzherzog Johann nach England, wo er James Watt traf und mit dessen Erfindung, der Dampfmaschine, konfrontiert wurde. Er erkannte das große Potential dieser neuen Errungenschaft und die fakultative Bedeutung für die Entwicklung der Steirischen Erzgewinnung.

1819 lernte Erzherzog Johann die Tochter des Postmeisters Jakob Plochl und seiner Frau Anna Pilz aus Altaussee kennen. Der Standesunterschied verhinderte vorerst eine Ehe mit Anna Plochl (1804-1885). 1829 heirateten Erzherzog Johann und Anna Plochl nach sechsjährigen Ringen mit Einwilligung des kaiserlichen Bruders, aber erst 1833 durfte die Ehe auch offiziell bekanntgegeben werden. Anna Plochl übersiedelte 1823 nach Vordernberg in das „*Meranhaus*“ (Hauptstraße 85). Erzherzog Johann erwarb es als Gewerkenhaus. Sie übernahm die Wirtschaftsführung während der vielfältigen Aktivitäten Erzherzog Johanns in der Steiermark sowie bei Hof in Wien und der damit verbundenen Abwesenheit. Ab 1824 verwaltete sie auch den Gutshof am Schloss Brandhof in Gußwerk. Im Jahr 1834 wurde Anna Plochl zur Freifrau von Brandhofen, 1850 zur Gräfin von Meran ernannt. Ihr Sohn Franz

(1839-1891) erhielt den Titel Graf von Meran bereits 1845; einer seiner Nachkommen ist der Cellist und Dirigent Nikolaus Harnoncourt (1929–2016).

Erzherzog Johanns Onkel, Albert von Sachsen-Teschen, verstarb 1822. Er vermachte seinem Enkel 200.000 Gulden, wovon er sein landwirtschaftliches Mustergut „*Brandhof*“ ausbauen und ein Radwerk in Vordernberg erwerben konnte (später, 1837, kaufte er noch ein weiteres Radwerk); Erzherzog Johann war somit Radmeister (Radwerke II und V) und Eisengewerker. Durch den Ankauf der Waldherrschaften der unter Kaiser Josef II. aufgelassenen Stifte Göss und Seckau war auch der Bedarf an Holzkohle gedeckt.

Der intensive Hüttenbetrieb in Vordernberg erforderte seit dem Ende des 15. Jahrhunderts den Bezug von Holzkohle nicht nur aus den umliegenden Wäldern. Eine „*Kholl und Fuhr Lohn-Ordnung*“ von 1626 weist nach, dass Holzkohle aus einem weiteren Bereich der Obersteiermark angeliefert wurde. Der Holzkohlentransport erfolgte mit von Pferden gezogenen Wagen bzw. Schlitten. Es handelte sich um spezielle Leiterwagen (Kohlkrippen) mit einem geflochtenen Korb von etwa 5 m³ Fassungsvermögen. Dem Rat Erzherzog Johanns folgend erwarb die Radmeister-Kommunität 1827 große Waldherrschaften, um diese für die Holzkohlenproduktion zu nutzen. Sie stammten aus den unter Kaiser Josef II. aufgelassenen Stiften Göss und Seckau. Dadurch war der Bedarf an Holzkohle gedeckt. 1837 betrug der Jahresverbrauch der Radwerke an Holzkohle 135.000 m³ und 1876 bereits 355.000 m³.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts kam es zu einer schweren Krise der Vordernberger Eisenindustrie. Sowohl im Gruben- als auch im Tagebau war eine Sanierung durch Reorganisation dringend nötig. Erzherzog Johann setzte 1829 bei den übrigen Radmeistern die Neugründung der Vordernberger Radmeisterkommunität durch. Lediglich der reichste der damaligen Radmeister, der Besitzer des Radwerks VII, Franz von Friedau, blieb eigenständig. Sowohl der Erzabbau als auch die Erzförderung auf dem Steirischen Erzberg wurden reorganisiert und modernisiert. Die Erzrechte gingen in ein gemeinsames Eigentum (Quotenkartell) über; der Abbau sowie der Transport des gewonnenen Erzes vom Erzberg zu den Radwerken in Vordernberg wurden fortan gemeinsam betrieben. Damit konnte wesentlich rationeller als vorher gearbeitet werden. Die Kosten für die Vorderberger Hochöfen konnten durch die Vereinigung der Gruben und den Bau einer gemeinsamen Förderanlage um knapp 40 % verringert werden. Es dauerte jedoch bis zum Jahre 1836, bis die Umstellung des Abbaus und der Förderanlagen vollzogen war.

1848 wurde Erzherzog Johann auch zum Fabrikanten und Kohlegewerken durch den Erwerb einer Blechfabrik in Krems bei Voitsberg und von Kohlegruben bei Köflach.

„*Dullnigsche* Erzförderbahn“ und *Erzbergbahn*

Während das Erz vom Eisenerzer Revier relativ einfach mit einer hölzernen Sackrodel und später mit einem Schrägaufzug zu den Schmelzöfen transportiert werden konnte, war der Transportweg auf der Vordernberger Seite wesentlich länger und schwieriger zu bewältigen. Ein weiteres Problem war, dass die Verkehrswege über den Präbichl-Pass im Winter bei Schneelage nicht befahren werden konnten. Zur Erleichterung des Erztransportes wurde die „*Dullnigsche* Erzförderbahn“ errichtet. Sie geht auf Erzherzog Johanns Initiative zurück und wurde von 1844 bis 1847

zwischen dem Präbichl und Vordernberg gebaut. Sie ist nach Johann Dullnig, einem Schwager von Anna Plochl, benannt. Die Erzförderbahn war eine komplexe Konstruktion und bestand aus Horizontaltrassen, Schrägaufzügen und Erzbunkern; letztere stellten die Erzversorgung für die Verhüttung im Winter sicher.

Der Verlauf der von Wien ausgehenden Südbahnstrecke nach Triest über den Semmering und nicht etwa über den Wechsel oder über Ungarn wurde ebenfalls von Erzherzog Johann initiiert. 1854 erfolgte die feierliche Eröffnung der von Carl Ritter von Ghega (1802-1860) erbauten Bahnstrecke von Gloggnitz bis Mürzzuschlag; sowohl Kaiser Franz Josef als auch Erzherzog Johann waren anwesend.

Am 18. Mai 1872 wurde die Eisenbahnlinie von Leoben nach Vordernberg eröffnet, am 6. Jänner 1873 jene zwischen Hieflau und Eisenerz. Zwischen 1889 bis 1891 erfolgte der Bau der als Zahnradbahn konzipierten Strecke von Vordernberg nach Eisenerz über den Präbichl. Die zu Beginn verwendeten Zahnrad dampflokomotiven wurden ab 1962 durch Zahnrad diesellokomotiven ersetzt. 1980 wurden sämtliche Zahnstangen auf der Strecke entfernt, wodurch jedweder Betrieb der Erzbergbahn mit Dampflokomotiven unmöglich wurde, ein Betrieb ist nur mehr mit Adhäsionsantrieb möglich. Eine Zahnradbahnlokomotive (97.217 der ÖBB) steht zur Erinnerung an die damalige Erzbergbahn am Vordernberger Marktplatz. Seit 1988 wurde mit einigen Unterbrechungen die historische Eisenbahnstrecke als Museumsbahn geführt. Die Fahrt von Vordernberg über den Präbichl nach Eisenerz ist heute in den Sommermonaten eine große touristische Attraktion.

Vordernberg und die Radwerke III und IV

Wenn auch in Vordernberg selbst heute kein Eisenerz mehr verhüttet wird, findet man unzählige Zeugen der Geschichte. Vom Radwerk III ist das noch erhaltene und vorbildlich restaurierte Gebläsehaus zu besichtigen. Ursprünglich diente ein Wasserrad zur Erzeugung der für die Verhütung des Erzes notwendigen Luftzufuhr. Die Aufrüstung der Gebläseanlage zum Betrieb mit einer Dampfmaschine erfolgte 1873. Vordernberg war damals das Zentrum der Roheisenerzeugung in Mitteleuropa. Seit dieser Zeit blieb die Anlage im Wesentlichen unverändert und stellt heute ein einzigartiges Zeugnis älterer Hüttenmaschinentechnik dar. Für Demonstrationszwecke lässt sich die Gebläseanlage heute mit Hilfe eines Elektromotors in Bewegung setzen.

Auch der ehemalige Ofenstock des zu Radwerk III gehörenden Hochofens ist zu besichtigen. Im Inneren liegt noch eine „*Ofensau*“ (mit ca. 3,9 m Durchmesser und ca. 1 m Höhe). Diese bildet sich während des Schmelzbetriebes im unteren Bereich jedes Hochofens; sie besteht aus Roheisen, stahlartigen Teilen sowie Schlacke. Das Abstichloch ist zum Vordernberger Bach gerichtet. Eine weitere *Ofensau* aus dem „*Dreierwerk*“ befindet sich seit dem Beginn des Ersten Weltkrieges an der Nordseite des Radwerkes IV.

Ganz besonders erwähnenswert ist das Radwerk IV, stellt es doch ein weltweit einzigartiges montanhistorisches Monument dar. Der einzige noch voll ausgestattete Holzkohlenhochofen Österreichs wurde 1846 an Stelle einer alten Anlage in einem monumentalen, klassizistischen Stil errichtet. Die Einrichtung repräsentiert den Stand des beginnenden 20. Jahrhunderts. Nach der Stilllegung des Betriebs (1911)

wurde die Bedeutung des Gebäudes für die Geschichte der Eisenverhüttung sehr bald erkannt; bereits 1928 wurde es unter Denkmalschutz gestellt und als Hochofen- und Eisenmuseum der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Die Innenräume sind in vier Etagen um den gewaltigen 8 m hohen Ofenstock angeordnet. Der gesamte Roheisengewinnungsprozess ist anschaulich dokumentiert, alle Gerätschaften sowie die Erz- sowie Holzkohlenförderereinrichtungen sind im Originalzustand erhalten und ausgestellt, einige davon auch im Betrieb vorführbar, wie etwa der ehemalige Holzkohleaufzug, oder das große Gebläsewasserrad und die kleine Hochofenschmiede.

Verhüttung von Eisen

Vielfach wird meteorisches Eisen, das „*Metall vom Himmel*“, als die Quelle für die Entdeckung des Elements Eisen angesehen. Bei Eisen unterscheidet man je nach dem Kohlenstoffgehalt, der Schmelzpunkt sinkt mit steigendem Kohlenstoffgehalt:

- (i) Roheisen (Gusseisen): 2-6 Gew.% C, weder schmied- noch schweißbar
- (ii) Stahl: 0,6-2 Gew.% C, langsam abgekühlter Stahl wird weich, rasch abgekühlter Stahl hart. Durch „Anlassen“ des Stahls (Erhitzen auf $\sim 300^{\circ}\text{C}$ und nachfolgendes langsames Abkühlen) verringert man Sprödigkeit des Stahls.
- (iii) Schmiedeeisen: $\sim 0,08$ - $0,6$ Gew.% C, oft mit höherem Anteil an Schlacke, leicht schmied- und schweißbar

Während reines Eisen einen Schmelzpunkt von 1538°C aufweist, schmilzt Eisenerz bereits bei $\sim 1200^{\circ}\text{C}$. Durch Reduktion des Erzes erhält man bei einer Temperatur von 700 - 800°C die „*Luppe*“ (auch „*Stuck*“ oder „*Maß*“ genannt), einen kohlenstoffarmen und bereits schmiedbaren Stahl. Erhitzt man diesen gemeinsam mit Holzkohle als Energiebringer für den Schmelzprozess, wird Kohlenstoff aufgenommen und man erhält das Roheisen. Dieses Prinzip ist bis zu den heutigen modernen Hochofenprozessen unverändert geblieben.

Die ersten Verhüttungen (limonitreicher) Erze erfolgten in kleinen, trichterförmigen Gruben unter Beigabe von Holzkohle und unter Luftzufuhr (Renn- bzw. Luppenfeuer). Später wurden diese zu den größeren schachtartig angelegten Rennöfen weiterentwickelt. Sie waren aus Lehm bzw. Steinen und oft an einer Böschung errichtet; Holzkohle konnte während des Temperungsprozesses von oben zugeführt werden, die Luftzufuhr erfolgte unter Ausnutzung des Kamineffektes seitlich (Windöfen oder Zugöfen). Effizienzsteigerung war durch die Verwendung von Blasebälgen, die eine kontrollierte Luftzufuhr gewährleisteten, gegeben (Gebläseöfen).

An der Wende 12. / 13. Jahrhundert kamen Stuckofen (auch Stückofen, ein einzelnes, großes Eisenstück wurde erhalten) in Verwendung. Es handelte sich um einen viereckig gemauerten, oben offenen Schachtofen von zuerst lediglich etwa 4 m, später bis zu 10 m Höhe. Die Blasebälge wurden durch Wasserräder angetrieben (Radwerk). Das durch den Schmelzprozess entstandene flüssige Roheisen konnte zunächst nicht verarbeitet werden und war vorerst wertlos. Erst durch das „Frischen des Eisens“ (ab dem 14. Jahrhundert; Verfahren zur Verringerung des Anteils an Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel) wurde es möglich in den Floßöfen sowohl das Roheisen als auch die Schlacke getrennt am Ende des Verhüttungsprozesses abfließen zu lassen (Abstich). Diese Floßöfen sind Vorläufer unserer heutigen Hochöfen.

Es wurde lediglich die Holzkohle zuerst wenig erfolgreich durch Steinkohle, später durch Koks ersetzt. Die letzte wesentliche Verbesserung in Bezug auf Leistungsfähigkeit sowie die Reduktion des Energiebedarfs war die Verwendung von Heißluft. Das am Ofenkopf austretende heiße und giftige Gichtgas (Stickstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid und mitgerissenem Staub) blieb zunächst ungenutzt. Erst später wurde es über ein geeignetes Rohrsystem dem Brennprozess wieder zugeführt.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt dem Betriebsgeologen der VA Erzberg GmbH, Herrn Hannes Pluch, der zu zahlreichen interessanten Aufschlüssen im Betriebsgelände führte, sowie Herrn em. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Herbert Hiebler für eine ebenso spannende wie ausführliche Führung durch die Radwerke III und IV in Vordernberg. Das Department Angewandte Geowissenschaften und Geophysik der Montanuniversität Leoben stellte dankenswerter Weise die beiden Kleinbusse für die Exkursion zur Verfügung. Walter Prochaska ist für die Durchsicht des Manuskripts gedankt.



Die Teilnehmer an der Exkursion im aktiven Tagebau am Erzberg, Deutlich ist der dunkle „Zwischenschiefer“ erkennbar, der die Lagerstätte in seine Liegend- und eine Hangendscholle unterteilt. Zweiter von rechts: Hannes Pluch, Geologe der VAE. Foto: Andreas Kurka.

Literatur

- BERAN, A. (1975): Mikrosondenuntersuchungen von Ankeriten und Sideriten des Steirischen Erzberges. -Tschermaks Min. Petr. Mitt. 22, 250-265.
- BERAN, A. (1977): Die Kluftankerite des Steirischen Erzberges und ihre mögliche Verwendung als Geothermometer. - Miner. Dep. 12, 90-95 .
- FAHRENGRUBER, R. (2001): Erlebnis Eisenstraße – ein kulturhistorischer Reiseführer. - Verlag Styria- Graz, Wien, Köln.
- FRÜHAUF, S. (2017): Thermometrie an Erzen und Nebengesteine der Sideritlagerstätte Steirischer Erzberg. - Bachelorarbeit, Montanuniversität Leoben, 59 S.
- POHL, W. & BELOCKY, R. (1999): Metamorphism and metallogeny in the Eastern Alps. – Miner. Dep. 34, 614-629.
- PROCHASKA, W. (2016): Genetic concepts on the formation of the Austrian magnesite and siderite mineralizations in the Eastern Alps of Austria. – Geologia Croatica 69, 31-38.
- PROCHASKA, W. & HENJES-KUNST, F. (2009): Genese der Sideritvererzungen der Östlichen Grauwackenzone – aktueller Stand der Forschung. - Arbeitstagung Geologische Bundesanstalt 2009 – Leoben, Blatt 101 Eisenerz, 153-169.
- SCHULZ, O., VAVTAR, F. & DIEBER, K. (1997): Die Siderit-Lagerstätte Steirischer Erzberg: Eine geowissenschaftliche Studie, mit wirtschaftlicher und geschichtlicher Betrachtung. - Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A. 20, 65-178.
- SCHULZ, O. & VAVTAR, F. (1991): Anlagerungs- und Korngefüge als Merkmale für sedimentär-metamorphe Genese der Sideritlagerstätte Steirischer Erzberg. - Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A. 13, 215-231.
- THALMANN, F. (1974): Probleme der Abbauplanung und Qualitätssteuerung am Steirischen Erzberg in Abhängigkeit von den geologisch-mineralogischen Verhältnissen. - Mitt. Geol. Ges. Wien 66-67, (73-74), 245-263.
- THALMANN, F. (1978): Zur Eisenspatvererzung in der nördlichen Grauwackenzone am Beispiel des Erzberges bei Eisenerz und Radmer/Bucheck. – Verh. Geol. B.-A., 1978, 479-489.

received: 27.07.2017

accepted: 28.07.2017