

## DIE MONTANGEOLOGISCHEN VORAUSSETZUNGEN DES UR- UND FRÜHGESCHICHTLICHEN EISENHÜTTENWESENS IM GEBIET DES MITTLEREN BURGENLANDES (BECKEN V. OBERPULLENDORF)

Hanns SCHMID, Eisenstadt

### 1. Einleitung:

Die in den letzten Jahren durchgeführte systematische Erforschung altertümlichen Hüttenwesens im Burgenland erbrachte auch für die Lagerstättengeologie neue Erkenntnisse über Art, Größe und Abbau dieser historischen Vorkommen. Es ist schon wiederholt an anderer Stelle (siehe Literaturanhang) darauf hingewiesen worden, welche wirtschaftliche Bedeutung diese Eisenindustrie für die einstige Besiedelung des Raumes Burgenland hatte.

An dieser Stelle soll nur berichtet werden, welche geologisch-lagerstättenkundliche Voraussetzung für die damalige Rohstoffgewinnung gegeben war.

Die Wälder des mittleren Burgenlandes, in erster Linie das Gebiet Oberpullendorf-Mitter-Unterpullendorf-Großmutschen, ferner der Raum Langental-Großwarasdorf-Nebersdorf zeichnet sich durch eine eigenartige morphologische Oberflächengestaltung aus.

Herr J. Polatschek, Oberpullendorf, ein langjähriger Mitarbeiter des Burgenländischen Landesmuseums, deutete als erster diese morphologischen Erscheinungsformen mit dem allgemeinen Begriff »Trichterkultur«. Die kreisrunden bis ovalen Hohlformen erreichen einen Durchmesser bis zu 20 m und eine Tiefe von 3 — 5 m. Die zwischen den Hohlformen liegenden Wälle sind recht oft unregelmäßig ausgebildet und erreichen Höhen bis über 2 m. Die Hohltrichter selbst liegen eingebettet in einer jungeszeitlichen Löss-Lehmterrasse, im Hangenden liegt eine nur sehr sporadisch angedeutete Schotterhaut.

Diese Kleinformen und deren Inhalt, die heute ausschließlich innerhalb von Wäldern zu finden sind, waren Gegenstand einer genaueren wissenschaftlichen Untersuchung.

Der Anstoß zu dieser geomorphologisch-lagerstättenkundlichen Arbeit ging primär von Seiten der Archäologie aus, die nach Ursache und Zweck dieser Grubentrichter fragte.

Ein neuer Hinweis zur Klärung dieses Fragenkomplexes wurde im Jahre 1967 gefunden. Anlässlich des Sportplatzbaues von Unterpullendorf wurde in einem Hanganschnitt pleistozäne Sand-Schotter-Schichten angefahren. Bemerkenswert war in diesem Paket die reichliche Einschaltung von Toneisensteingeoden. Toneisensteinblöcke mit einem Gewicht von über 200 kg waren dabei keine Seltenheit. Mit diesem bemerkenswerten Fund begann eine mehrjährige Forschungstätigkeit von Archäologen, Metallurgen, Mineralogen, Geophysikern

und Geologen. Im Zuge der weiteren geologischen Forschungsarbeiten wurde das Hauptaugenmerk auf die bereits früher entdeckten Trichterfelder im Gebiet Langental-Großwarasdorf (Djela Wald) gelegt. Fragen der Abbautechnik, der Art der Lagerstätte, sein mineralogischer Inhalt, Lage und Ausbildungsart der Schurfgruben und eventuell die zeitliche Erstreckung der Bergbautätigkeit standen im Mittelpunkt dieser Arbeiten. Schließlich sollte auch die Konsequenz der ehemaligen Bergbautätigkeit in diesem Gebiet auf die damalige Kulturlandschaft mit ihrer Besiedlung gezogen werden.

## 2. Die geologischen Verhältnisse des Oberpullendorfer Beckens:

Die Voraussetzung für die Entstehung der Eisenlagerstätten im bearbeiteten Gebiet liegt im geologischen Werdegang der Landschaft begründet. An dieser Stelle sollen daher einige wesentliche Daten über die Geologie dieses Raumes gebracht werden. Regional gesehen handelt es sich hier um das sogenannte Oberpullendorfer Becken, ein Randbecken der Kleinen Ungarischen Tiefebene. Die Umrahmung des Oberpullendorfer Beckens ergibt sich von drei Seiten, durch typische Mittelgebirgsränder. Teile der Zentralalpen im Osten werden vorwiegend aus paläozoischen Schiefen und Gneisen aufgebaut, während der nördliche Teil (Ödenburger Gebirge) neben dem Kristallin auch helvetische Schotter und Konglomerate aufweist. Im Süden stellt das Günser Gebirge (Geschriebenstein) die Beckengrenze dar. Zwischen diesen Mittelgebirgen liegt ein niedriges Hügel- und Plattenland mit Höhen zwischen 100 — 300 m. An dessen Aufbau beteiligen sich zum überwiegenden Teil jungtertiäre Sedimente. Dieses Hügel- und Plattenland geht im Osten in die Kleine Ungarische Tiefebene über. Das landschaftlich vorherrschende Formenelement des Oberpullendorfer Tertiärbeckens stellen langgestreckte Rücken und Platten dar, deren Hänge weiter durch Terrassen gegliedert sind. Die Schichtfolge der Beckenfüllung reicht vom Helvet über Torton, Sarmat bis in das Pliozän. Somit ist die Sedimentationsabfolge ident mit dem Wiener Becken, wobei der Zyklus marin-brackisch zu limnisch charakteristisch ist. Das generelle Einfallen dieser jungtertiären Schichtfolge ist gegen Südosten und Osten gerichtet, wobei sich die zeitlich verschiedenartigen Ablagerungen gleichsam schalenförmig an das Grundgebirge anlagern.

Die Tektonik des Oberpullendorfer Beckens ist durch eine markante Störungslinie (Stooper Verwurf) gekennzeichnet, die sich in NNW-SSE Richtung von Kobersdorf, über Oberpullendorf bis in die Gegend von Klostermarienbergr verfolgen läßt.

Damit ist gleichzeitig auch eine Gliederung des Beckens in zwei tektonische Staffeln gegeben, wobei der östliche Teil gegenüber dem Westteil des Beckens stark abgesunken ist. Die zeitliche Einordnung dieser Struktur dürfte mit dem Absinken im Helvet beginnen und bis in die Pliozän reichen. Damit sind ähnliche tektonische Vorgänge gekennzeichnet, wie sie auch für das Eisenstädter Becken, als Randbucht des südlichen inneralpinen Wiener Beckens, zutreffen.

Bezeichnend für die geomorphologische Gesamtkonzeption des Raumes ist die bis zu 3 m mächtig werdende Akkumulation auf allen Rücken. Die einst

zusammenhängende Verebnung ist ursprünglich als kalteiszeitlich Solifluktsionsdecke bezeichnet worden. Heute spricht man dieser Akkumulation eine fluviatile Entstehung zu. Diese Aufschotterung wurde von Gerinnen herbeigebracht, die in den Rahmen des Beckens wurzeln.

### 3. Bildungsvorgänge und Erscheinungsformen der Eisenerze:

#### a) Allgemeines:

Alle näher untersuchten Eisentonlagerstätten gehören dem chemisch-sedimentären Zyklus an. Diese meist unter limnisch-fluviatilen Bedingungen entstehenden Lagerstätten liegen in unmittelbarer Nähe von Gebirgsrändern und begleiten diese häufig als Saum auf größere Erstreckung. Bevorzugt werden bei der Entstehung und Ablagerung Fe-reicher Sedimente Gebiete, in deren Hinterland relativ Fe-reiche Gesteine, meist in metamorpher Form vorliegend, anstehen. Diese können teilweise auch als Lesesteine über lange Zeiträume angereichert werden.

Häufig im Anschluß an lokale tektonische Verstaltungen der Festlandsränder werden diese zunächst mechanisch vorbereiteten Lesesteine abgeräumt und in tiefere Senken verfrachtet. Für die späteren Lagerstättenverhältnisse sind die in diesen Senken und Kleinbecken herrschenden Bildungsbedingungen von entscheidender Bedeutung. Bezeichnend dabei ist, daß die Lagerstätte selbst nur relativ bescheidene Kubatur erreicht.

Die Entstehung dieser sekundären Eisenerze bzw. Sphärosiderite ist nicht auf lateralsekretionäre Konzentrationen eines schon vorher diffus vorhandenen Eisengehaltes um bestimmte organische Keime herum zurückzuführen. Dagegen spricht die große Fe-Menge aller untersuchten Proben. Viel eher ist anzunehmen, daß durch lange Zeiträume hindurch, nach Beendigung der Absatzbedingungen des Sand-Tonpaketes, eisenreiche Lösungen in den Gesteinen zirkulierten. Die meist schichte Anordnung aller beprobten Kleinstlagerstätten beruht auf der horizontalen Ausbreitung der Eisenlösung oder der Fällungsagentien innerhalb des Grundwassers. Die tonigen Anteile des Sedimentpaketes wurden meist in die Peripherie der Lagerstätten geschoben. Die genannten Vorgänge der Lösung und Ausfällung, die Mächtigkeit und der Gehalt bzw. die Art und Form der Lagerstätte ist, da das Eisenhydroxyd eine sehr geringe Löslichkeit besitzt, weitgehend von der Temperatur der Eisenlösung und der Zeitdauer der Einwirkung auf das Nebengestein abhängig. Daher dürften die Klimabedingungen bei der Bildung der hier beschriebenen burgenländischen Lagerstätten eine wesentliche Rolle spielen. Bei kühlem Klima wird zwar relativ viel Eisen in Lösung gehen, aber in der stark durchlüfteten Verwitterungszone wird nur relativ wenig ausgeschieden werden können.

Eigentliche Verwitterungserze, wie sie hier zum überwiegenden Teil vorliegen, sind an Gebiete mit Wechselklima gebunden. Nur in Trockenzeiten kann der Grundwasserspiegel in den Verwitterungsboden aufsteigen und durch die vorherrschende hohe Außentemperatur verdunsten. Dabei wird sich das Eisenhydroxyd in der Nähe der Erdoberfläche anreichern. Die Menge und die Konzen-

tration des neu ausgeschiedenen Erzes geht einerseits auf die Niederschlagsmenge, andererseits auf die Höhe der herrschenden Außentemperatur zurück.

Die hier angeführten Bildungsbedingungen führten nur zur Ausbildung von Kleinstlagerstätten. Der Eisengehalt stammt dabei entweder aus dem unmittelbar liegenden Gesteinspaket, oder wurde auf relativ schmalen Zonen durch Verwitterungsvorgänge angereichert.

Bezeichnend für alle untersuchten Toneisenlagerstätten ist ein relativ hoher Gehalt an Tonmineralien (z. B. Kaolinit). Diese kommen überwiegend in den Sedimenten der Nebengesteine im Verband mit den sedimentären Eisenerzen vor. Diese Tatsache läßt einen gewissen Schluß auf die stratigraphische Einordnung der untersuchten Lagerstätten zu. Der hohe Gehalt an Tonmineralien spricht für eine Bildungszeit dieses Erzes unter feucht-heißen-tropischen oder subtropischen Klimaverhältnissen. Es ist daher berechtigt, die Bildungszeit der vor- und frühgeschichtlich abgebauten Toneisensteine in das oberste Pliozän zu legen. In diesen Zeitabschnitt fällt der Übergang vom tropisch-wechselfeuchten Tertiär zum kaltzeitlich-gemäßigten Quartär.

#### b) Art und Vorkommen der Eisenerze:

Die Eisenspatkonkretionen aller beobachteten Vorkommen (Mittelburgenland, Oberpullendorfer Becken) liegen als kugelig-laib- bis linsenförmige Knollen und Geoden vor. Diese erreichen ein oft sehr unterschiedliches Ausmaß. Das Einbettungsmedium ist überwiegend sandiges Sediment. Die in den Aufschlüssen beobachteten Eisennieren entsprechen ihrem Material nach dem roten Toneisenstein. Unter dieser Bezeichnung wird allgemein Hämatit verstanden, der mit Tonkomponenten mehr oder weniger stark verunreinigt sein kann. Dabei dürfte die Eisenniere ursprünglich als sedimentär gebildeter Brauneisenstein vorgelegen sein, der infolge Vereisung bzw. Wasserentzug zu roten Toneisenstein umgewandelt wurde.

Alle untersuchten Eisennieren enthalten eine dunkelocker gelbe, limonitische Kernbildung, die von einer mehreren cm-mächtigen Schale umgeben ist. Davon weist der dunkelrote Farbton auf erhöhten Fe-Gehalt gegenüber der Kernpartie hin. Gegen den äußeren Rand der Schale zu, treten wieder ocker gelbe Farbtöne auf, die auf nachträgliche Verwitterungseinflüsse zurückzuführen sind. Der überwiegende Mineralbestand der bis zu 200 kg schweren Eisennieren (Bereich Unterpullendorf, Sportplatz) besteht in den Kernpartien aus Siderit sowie Maghemit. Goethit ist untergeordnet vertreten. Dazu kommt fraglicher Quarz. Für sicher kann angenommen werden, daß reichlich Eisenhydroxydgelbe am Aufbau der Kernpartie beteiligt ist. Siderit ist für alle Toneisensteinbildungen typisch. Die Veränderung des Siderits durch Brauneisenstein dürfte auf eine relativ lange Zeitspanne der Verwitterungseinflüsse zurückzuführen sein. Der Siderit ist daher megaskopisch schwer erkennbar. Die kubische Form des  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , der Maghemit, ist durch Wasserentzug aus Brauneisenstein und Eisenhydroxydgelen hervorgegangen. Die Hauptgemengteile der Schale besteht aus Maghemit, untergeordnet ist auch Hämatit beteiligt. Siderit ist nur als Nebengemengteil vertreten. Gewisse Anreicherungspartien von Eisenhydroxydgelen lassen sich auch in den Schalenpartien annehmen.

Eisenniere: (Kern)

Gesamteisen als  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 69,7 %

$\text{Al}_2\text{O}_3$  ist qualitativ und quantitativ nicht festzustellen.

Eisenniere: (Schale)

Gesamteisen als  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 82,4 %

$\text{Al}_2\text{O}_3$  : 2,8 %

Der für die Verhüttung ausschlaggebende Gesamtanteil hängt vom Verhältnis Kern : Schale ab. Der erhöhte  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalt der Schale dürfte als eine sekundäre Verunreinigung durch Verwitterungseinflüsse entstanden sein.

Auf Grund der Art des Auftretens von Toneisenvorkommen, können in der Hauptsache drei Entstehungsgruppen unterschieden werden:

Lagiger-plattiger Typus (Vorkommen um Großwarasdorf)

rot-gelber Toneisenstein, liegt meist im Bereich von Verebnungsflächen, Nebengestein: lehmiger Löß, relativ weitflächige Verbreitung, Auftreten in Form eines 2-Schichtpaketes, Maximalmächtigkeit der Toneisensteinlagen: 5 cm

Typus »Eisenniere« (Vorkommen Unterpullendorf)

bis zu 300 kg schwere, meist kugelförmige Toneisensteine, Lagerung überwiegend in sandigem Material, Vorkommen im Bereich von Terrassenrändern, ohne erkennbare Orientierung, rasch auskeilend nach allen Richtungen.

Typus Raseneisenerz (Vorkommen in Hammerteich und Siegendorf)

Hier handelt es sich um flächenförmig entwickelte, ockergelbe bis braune, limonitische Erze mit reichen Einschlüssen von Gesteins- und Quarzbruchstücken. Die Größe dieser Einschlüsse kann bis zu 5 cm im Durchschnitt erreichen. Das Material ist im trockenen Zustand kompakt. Eine gewisse Tonsubstanzanreicherung ist in der limonitischen Grundmasse der beiden untersuchten Proben zu erkennen. Die limonitische Grundmasse der Raseneisenerzvorkommen besteht aus Goethit. Die angetroffenen Eisendihydroxyde sind in allen Verwitterungs- und sedimentären Eisenerzen weit verbreitet. Die Einschlüsse selbst bestehen aus Quarz, Feldspat und Glimmer. Das Mengenverhältnis Limonitsubstanz : Einschlüsse ist ausgeglichen. Der hier angeführte Mineralbestand bezieht sich auf 2 Querschnittsproben (Hammerteich, Siegendorf) mit entsprechenden Einschlüssen.

Gesamteisengehalt  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 38 %

$\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  auf Grund der Einschlüsse reichlich vorhanden.

Die Entstehung dieser beiden untersuchten Vorkommen kann wie folgt erklärt werden:

Aus den eisenreichen Phylliten des nahe anstehenden Grundgebirges wird unter feucht-warmen Klimabedingungen Eisen aus dem Gestein gelöst. Die dabei entstehende Eisenbikarbonatlösung ist bei Zutritt des Sauerstoffes nicht beständig. Es fällt Eisenhydroxyd aus. Das bei der Verwitterung in Lösung gegangene Eisen wird chemisch wieder abgesetzt.

In der Lagerstätte von Hammerteich ist auch wiederholt ein weiches, weißes Ferrokarbonat zu beobachten.

In die Gruppe der chemisch-sedimentären Eisenbildungen sind auch die Vorkommen in überwiegend tonigen Ablagerungen zu zählen. (Stoob, Deutschkreutz, Draßmarkt, Piringsdorf). Hier ist das Eisenhydroxyd durch ein bloßes Verdunsten des Lösungsmittels ausgeschieden. In den dichten, tonigen Sedimentlagen bildet sich um bestimmte Kerne herum eine konkretionsartige Masse, von der Art der Bohnerze.

Die Eisenerzvorkommen im Raume Siegraben und Lockenhaus dürften ursprünglich infolge ihrer schweren Aufbereitbarkeit für eine »historische« Verhüttung wohl kaum in Frage gekommen sein. An dieser Stelle sollen sie daher nur kurz der Vollständigkeit halber erwähnt werden

**H ä m a t i t :** in phyllitischen Glimmerschiefern der Siegrabener Deckenscholle sind an 3 Stellen (nordwestlich der Kirche von Siegraben, in einer Entfernung von rund 3,5 km), geringmächtige Hämatitquarzgänge bekannt geworden. Der heute noch erkennbare, allerdings stark verstürzte Stolleneingang dürfte auf Versuchsschurfarbeiten einer relativ jungen Epoche hinweisen.

**L i m o n i t :** im Tauchental soll nach H. BANDAT nördlich von Schlaining limonitisches Erz in geringem Umfang abgebaut worden sein. In den Grünschiefern der Rechnitzer Serie können auch heute noch wiederholt knollenartige Anreicherungen von Limonit beobachtet werden. Ein alter Stollen an der Straße Lockenhaus — Staatsgrenze dürfte ferner auch ein Hinweis dafür sein, daß hier vermutlich oxydische Eisenerze abgebaut wurden. Ferner soll in der Nähe des Paulsbrunnens bei Lockenhaus nach BANDAT Schurfarbeit durchgeführt worden sein. Hier treten im Nebengestein reichlich Hämatitflitter auf.

#### Erzprobe aus dem alten Stollen bei Lockenhaus:

SiO <sub>2</sub>	30,21	CaO	4,21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,92	TiO <sub>2</sub>	0,19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	57,51	MnO	0,90
MgO	0,59	P	0,10

**Mineralbestand:** Goethit Chlorit  
Lepidocrocit Kalzit  
Quarz Feldspat  
Muskowit

Somit liegt hier ein sekundär imprägnierter Gesteinsgrus vor.

### c. Mineralbestand der untersuchten Toneisensteinproben:

1. **Großwarasdorf**, es handelt sich um roten Toneisenstein, der aus überwiegend Hämatit besteht. Dazu kommen weitere Eisenoxyde: Goethit, Lepidocrocit etwa zu gleichen Anteilen. Quarz, Muskowit, Feldspat liegen an Verunreinigungen vor. Sie treten jedoch stark gegenüber den Erzmineralen zurück.
2. **Klostermarienber**g, die als imprägnierter Mittelsand eingestufte Probe besteht hauptsächlich aus Quarz und Goethit. Quarz und die sehr untergeordneten Minerale liegen hierbei als Einsprenglinge in der feinkörnigen Goethitmatrix, die auch als Bindemittel aufzufassen ist.
3. **Djela - Wald**, Goethit, Lepidocrocit und Hämatit als Eisenoxyde, Quarz, Feldspat und Muskowit, an Silikaten sind in den dichten Brauneisenstein enthalten. Die Zusammensetzung entspricht weitgehend der Probe Großwarasdorf, nur liegt hier die Goethitanreicherung erheblich über den Hämatit.
4. **Klostermarienber**g, der Mineralbestand dieser als vererzter Feinsand eingestuften Probe entspricht Probe 3. Lediglich der Verfestigungsgrad und der Gesamtfeinkornanteil sind geringer.
5. **Nebersdorf**, auch hier handelt es sich um imprägnierte Lockersedimente dessen silikatische Komponente Quarz, Muskowit und Feldspat mit Goethit verkittet sind.
6. **Csaterber**g, der grobe Sand (Stein) vom Csaterberg ist frei von feststellbaren Eisenmineralen. Statt dessen ist Pyrolusit vertreten, ein Manganoxyd das gleichfalls sedimentärer Bildung ist und gelegentlich als Ausfällungsprodukt in Lockersedimenten beobachtet werden kann.
10. **Deutschkreutz**, das Erz ist ebenfalls ein Brauneisenstein mit Gemengteilen an Goethit, Hämatit, Quarz und Muskowit.
11. **Großwarasdorf 2**; diese Probe aus Großwarasdorf entspricht vermutlich dem Verwitterungsprodukt des »Roten Toneisensteines«. Lepidocrocit und Goethit sind die weit überwiegenden Gemengteile. Hämatit tritt stark zurück. Verunreinigungen silikatischer Phasen haben nur beschränkte Verbreitung.
15. **Raiding**, die beiden Proben aus Raiding entsprechen dem imprägnierten Sand von Klostermarienber

### Zusammenstellung der Proben:

Probennummer Lokalität

1. Großwarasdorf (rotes Erz)
2. Klostermarienber
3. Djela — Wald
4. Klostermarienber (östlich des Entnahmepunktes Probe 2)
5. Nebersdorf (östlich des Friedhofes)

7. Nebersdorf (südlich der Ortschaft)
8. Lockenhaus (Abfaltergraben)
9. Lutzmannsburg
10. Deutschkreutz (Rudolfsgraben)
11. Großwarasdorf (gelbes Erz)
12. St. Martin — Neutal
13. St. Martin — Neutal (Bach)
14. St. Martin — Neutal (Unterführung)
15. Raiding
16. St. Martin — Neutal (Unterführung, braunes Erz)
17. Raiding (zweite Probe)
20. Draßmarkt, Kuhriegel (Sed. Eisenerz)
21. St. Martin — Neutal, N-Bach am Steilhang (Toneisenstein)
22. Weppersdorf, Fundstelle 1 (roter Toneisenstein)
23. Kroatisch Gerersdorf, Siedlung Nr. 391-92 (Fe-Erz)
24. Frankenau, Grenze nach Klostermarienberg (Sed. Fe-Erz)
25. Welgersdorf (Toneisenstein)
26. Eisenzicken (röm. Schlacke)
27. Oggau (Toneisenkonglomerat)
28. Neusiedl-See (roter Toneisenstein)
29. Parndorf, Schottergrube (Eisenkongkretion)

### Ergebnisse:

	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	19,31	24,91	29,50	25,76	32,20	66,07	25,87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,29	4,48	6,82	6,38	7,23	3,03	3,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	73,01	66,29	61,27	64,37	56,11	4,68	64,10
MgO	0,44	0,38	0,32	0,76	0,86	0,21	0,82
CaO	0,23	0,50	0,23	0,40	1,26	0,16	1,59
TiO <sub>2</sub>	0,17	0,05	0,26	0,24	0,31	0,02	0,06
MnO	1,08	0,74	0,94	1,49	2,32	23,98	2,57
P	0,22	0,77	0,06	0,08	0,28	0,05	0,16
S	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,10	0,12
	99,87	98,24	99,51	99,60	100,69	98,30	98,59
	8	9	10	11	12	13	14
SiO <sub>2</sub>	50,34	50,66	13,97	22,93	48,52	49,92	12,47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,53	7,42	3,78	5,93	16,30	14,96	3,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38,60	17,85	77,52	69,38	31,55	31,89	79,39
MgO	0,49	0,88	0,57	0,49	1,05	0,90	0,74
CaO	0,24	21,76	0,49	0,21	0,32	0,28	0,69

TiO <sub>2</sub>	0,47	0,21	0,06	0,10	0,61	0,58	0,06
MnO	0,18	0,42	3,03	0,22	0,05	0,05	1,17
P	0,11	0,16	0,31	0,07	0,19	0,12	0,06
S	0,11	0,11	0,12	0,11	0,18	0,16	0,11
	101,07	99,47	99,85	99,44	98,77	98,86	98,49

15      16      17      20      21      22      23

SiO <sub>2</sub>	44,66	24,68	44,90	38,84	49,71	11,22	27,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,04	5,26	4,94	3,12	16,40	3,86	7,62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43,61	66,81	44,46	59,23	29,62	80,59	60,34
MgO	0,58	0,48	0,24	0,15	1,49	1,25	0,77
CaO	0,33	0,66	0,34	0,05	0,14	0,46	0,95
TiO <sub>2</sub>	0,18	0,19	0,17	0,11	0,59	0,18	0,36
MnO	3,06	1,43	3,32	0,11	0,03	1,20	2,12
P	0,11	0,24	0,11	0,42	0,15	0,37	0,11
S	0,12	0,12	0,12				
	98,69	99,87	98,60	102,03	98,13	99,13	99,28

24      25      26      27      28      29

SiO <sub>2</sub>	25,58	19,28	28,25	56,80	17,17	30,33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,36	7,63	7,58	13,52	4,98	5,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	64,35	69,18	56,81	27,08	73,32	64,09
MgO	0,33	0,56	1,06	2,05	0,74	0,81
CaO	0,13	0,05	3,40	0,28	0,32	0,77
TiO <sub>2</sub>	0,34	0,33	0,38	0,59	0,25	0,30
MnO	1,54	0,89	1,74	0,27	1,16	0,04
P	0,16	0,15	0,24	0,07	0,08	0,05
	99,79	98,07	99,46	100,66	98,02	101,49

#### Methodik der Untersuchungen:

Alle Bestimmungen wurden mit Hilfe von Röntgen Fluoreszenz durchgeführt. Als Vergleichstandards wurden Erze aus Großbritannien verwendet.

Bei Röntgenfluoreszenzanalysen sind Summen zwischen 98,00 und 102,00 % statthaft.

#### 4. Geomagnetische Untersuchungsergebnisse:

Im Zuge der umfangreichen Untersuchungsverfahren zur Ergründung der historischen Eisenverhütung im Burgenland, kam auch die geomagnetische

Das Ziel dieser Untersuchung war nach mehreren Seiten hin ausgerichtet:

1. sollten Gebiete ausfindig gemacht werden, in denen Hinweise einer historischen Verhüttung vorliegen,
2. sollten bereits erkannte Gebiete näher untersucht werden,
3. schließlich sollte ergründet werden, ob die magnetische Methode in der Lage ist, Vorratsabschätzungen von Toneisensteinvorkommen oder von abgebauten Erzen zu geben.

Die Meßergebnisse im einzelnen sind noch keineswegs abgeschlossen und sollen daher einem späteren Bericht vorbehalten werden. An dieser Stelle soll daher nur folgendes festgehalten werden:

Die Zielsetzung 1 und 2 kann als durchaus geglückt bezeichnet werden. Bei einer ganzen Reihe von Profilen (Weppersdorf, Nebersdorf, Unterpullendorf) treten zusammenhängende Störungen auf, die sich nur auf historische Ursachen (Verhüttungsplätze, Röststellen, Aufbereitungsplätze) zurückführen lassen. Treten innerhalb eines Profiles nur einmalige und zusätzlich nicht bei Nachbarprofilen mehr registrierbare Störungen auf, so liegt der Grund dafür nicht in historischen Ursachen.

Der Toneisenstein zeigt bei über 1000 durchgeführten Einzelmessungen eine mittlere, induktive Magnetisierung. Eine stärkere, remanente Magnetisierung zeigen alle Proben, die eine Röstung oder weitgehende Verhüttungsprozesse erfahren hatten (Luppe, Schlacke).

Die unter 3 angeführte Zielsetzung ist bis heute ungelöst. Das wird darauf zurückgeführt, daß die relativ geringe Stör-Amplitude des Toneisensteines regional überlagert wird durch tiefe Kristallingesteine (Basalt etc.), sodaß nicht einmal das gewünschte Vorzeichen in Toneisensteingebieten und solche ohne Toneisenstein erhalten werden konnte.

## 5. Methode des Abbaues:

Die Gewinnung von mineralischen Grundstoffen hing in den einzelnen Kulturperioden weitgehend vom jeweiligen Stand der Technik ab.

Als Hauptquelle früherer Eisenproduktion auf burgenländischen Gebiet (Becken von Oberpullendorf) sind die relativ seicht unter der Geländeoberkante liegenden Toneisensteinbildungen anzusehen. Dieses Rohmaterial wurde entweder nur im einfachen Klauverfahren oder durch flache Gruben und größere Trichter abgebaut. Schwach im Gelände angedeutete Schächte, Gruben mit einem Durchmesser bis zu 15 m und einige langgezogene Schurfanlagen sind in Form der heute noch zu erkennenden Trichter im Djela-Wald bei Großwarasdorf und in der weiteren Umgebung von Großmutschen vermessen und kartographisch festgehalten worden. Die Ergebnisse dieser Arbeit soll einer späteren Publikation vorbehalten bleiben. Bei der Anlage dieser Schurfrichter ist eindeutig die Technik des Ver-

satzes zu erkennen. Beim Aushub eines Schurfrichters wurde die geförderte Abraummasse rings um den Trichter gelagert. Sobald die Grube bis in eine max. Tiefe von 6 m ausgebeutet war, legt man im unmittelbaren Anschluß daran eine neue an. Der Abraum des neuen Schurfrichters gelangt dabei in die Nachbargrube. Mit dieser durchaus modern anmutenden Technik erreichte man eine schnelle und wirtschaftliche Beseitigung des Abraumes. Die unnütze Bewegung des unproduktiven Nebengesteines ist bei dieser Art der Abbautechnik auf ein Minimum reduziert. Der Vorrang dieser Erzgewinnung ist durchaus als Bergbau auch im heutigen Sinn zu bezeichnen. Es ging dabei um ein zielbewußtes Aufschließen von obertags nicht anstehenden Rohstoffen.

## 6. Einiges über die Art der Verhüttungstechnik:

Eine Reihe von Schlackenuntersuchungen aus diesem Raum deutet darauf hin, daß der ur- und frühgeschichtliche Eisenschmelzprozeß nach dem Prinzip des Rennofens durchgeführt wurde.

Unter Rennprozeß wird die Reduktion von Eisenerzen mit Holzkohlen in einem relativ niedrigen Schachtofen verstanden. Die in den letzten Jahren durch das Burgenländische Landesmuseum freigelegten historischen Öfen (Anm. 4) haben hauptsächlich eine kuppelförmige Gestalt, einen Bodendurchmesser von 100 cm und erreichen Höhen bis zu 100 cm. Das untere Drittel des Rennofens liegt meist im gewachsenen Boden. Die Luftzufuhr erfolgt durch mehrere ca. 20 cm lange Tondüsen. Bis zur Höhe der Düseneinsätze wurde der untere Teil des Ofens mit Holzkohle angefüllt. Dieser Holzkohlenstoß wurde entweder durch natürliche Aufwinde oder durch einfache Blasbälge mit Hilfe der Wind- und Düsenkanäle in Brand gesetzt. Die eigentliche Füllung des Schachtzylinders über der Holzkohle erfolgt durch kleinstückiges Eisenerz. Bei Temperaturen von 650 — 700° wurde das Metall reduziert, bei Bereichen um 1000° — 1200° erfolgte der Vorgang des Schmelzens. Die zum Ofenboden hin abtropfende Schlacke führt kleinere Eisenanteile. Darüber lagert eine eher schwammartige, sogen. eiserne Luppe, jenes schmiedbare Produkt, auf das der ganze Vorgang abgestellt war. Der Ofen selbst wurde aus magerem Ton, wie er überall im Burgenland zu finden ist, gebaut. Zuschläge, wie sie bei den heutigen Verhüttungstechniken gefordert werden, waren nicht notwendig, da die unerwünschten Elemente Phosphor und Mangan mit den Verunreinigungen des Eisenerzes in der Schlacke gebunden wurden.

Bei dieser Art des Eisenschmelzprozesses handelt es sich grundsätzlich um das älteste Verfahren der Eisengewinnung aus Erzen, das nur im Laufe der Jahrhunderte einige technische Vervollkommnungen erfahren hatte. Das reduzierte Eisen fiel im Gegensatz zu einem Hochofenprozeß nicht in flüssiger Form, sondern teigig (als Luppe) an und hatte im Gegensatz zum Roheisen, das im Hochofen entsteht, nur wenig Kohlenstoff gelöst, so daß es gut schmiedbar ist. Das Ausbringen an Eisen aus dem Erz war natürlich ungleich schlechter als im Hochofenprozeß. Das zeigt sich insbesondere daran, daß die untersuchten

Schlacken noch sehr viel unreduziertes Eisen enthalten, während dieses bei einer neuzeitlichen Hochofenschlacke unter 1 % liegt.

Auffallend bei allen untersuchten Schlacken ist der hohe Gehalt an Eisen und Mangan. Der Hauptteil des Eisens geht infolge der niedrigen Temperaturen in diesen Öfen direkt in die Schlacke. Dies trifft im erhöhten Maße auch für das Mangan zu. In einigen Schlacken ist auch ein erhöhter Phosphorgehalt festzustellen, sodaß man von einer Anreicherung der beiden letztgenannten Elemente in den Erzen sprechen kann. Der erhöhte  $\text{SiO}_2$ -Gehalt der Schlacke gegenüber dem Erz dürfte sowohl aus der Gangart als auch aus den Ofenteilen stammen. Die erhöhten  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -,  $\text{CaO}$ -,  $\text{K}_2\text{O}$ - und  $\text{MgO}$ -Gehalte kommen dagegen auch aus der Holzkohlenasche.

## 7. Werte der ur- und frühgeschichtlichen Bergbauproduktion im untersuchten Gebiet:

Obwohl die Forschung auf dem Gebiet der ur- und frühgeschichtlichen Eisenverhüttung im Burgenland noch keineswegs abgeschlossen hat, sollen an dieser Stelle übersichtshalber einige wesentliche Daten wiedergegeben werden. Theoretische Berechnungen und Überlegungen haben ergeben, daß aus einem damaligen Rennofen, der mit 100 kg Erz und 45 kg Holzkohle beschickt wurde, maximal 10 kg schmiedbares Eisen (Luppe) gewonnen werden konnte.

Kubaturberechnungen haben andererseits ergeben, daß aus 1 m<sup>3</sup> ungestörten Sand-Tonmaterial durchschnittlich 30 — 40 kg  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  in Form von Toneisenstein gefördert werden konnte. Bemerkenswert ist dabei die Tatsache, daß der Fe-Gehalt dieser sedimentären Hämatite bis zu 80 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  betragen kann.

Endgültige Produktionszahlen können derzeit noch nicht gegeben werden, da im untersuchten Gebiet noch umfangreiche Vermessungsarbeiten durchgeführt werden. Um sich allerdings bereits jetzt schon eine gewisse Vorstellung über die bedeutende Abbaumengen von schmiedbarem Eisen in ur- und frühgeschichtlicher Zeit machen zu können, soll hier nur ein Beispiel zur besseren Illustration wiedergegeben werden.

Im sogenannten Djeawald, ein Gebiet von rund 2 km<sup>2</sup>, zwischen Langental und Großwarasdorf gelegen, wurde auf Grund von montangeologischen und geomagnetischen Untersuchungen eine Förderentnahme von rund 12.500 t Eisenerze in Form von sedimentären Limoniten gewonnen. Wenn man dazu in diesem Gebiet noch die imponierende Geschlossenheit der urzeitlichen Pingen und Trichter als Gewinnungsstätten für dieses Eisenerz betrachtet, so ist der Schluß zwingend, daß hier ein sehr wohl überlegter, in der Anlage der Abbaufelder sehr systematischer und nach wirtschaftlichem Gesichtspunkt ausgerichteter, keineswegs primitiver Bergbau betrieben wurde. Mit Hilfe der damals bekannten Verhüttungstechnik konnten aus den oben angeführten 12.500 t Eisenerz 2.000 t schmiedbares Eisen (Luppe) erzeugt werden. Für diese Mengen sind nicht nur bergmännisches Wissen, ein geschultes und ausreichendes Personal, sondern auch ein bedeutendes Absatzgebiet notwendig.

Ohne kommenden Forschungsergebnissen hier vorgreifen zu wollen, ist doch die Tatsache bemerkenswert, daß für die Gewinnung von 2.000 t schmiedbarem Eisen (Luppe) rund 200.000 Schmelzvorgänge notwendig waren. Dieser zunächst vielleicht spekulativ anmutende Wert basiert auf den oben angeführten Zahlen der errechneten Ofenfüllung.

Forderungen aus diesen Überlegungen in Richtung der benötigten Holzkohlenmengen und der enormen Anzahl von Einzelöfen sollen einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

Die Frage der Herkunft dieser Bergleute, die Form dieser durchaus modern anmutenden Industrieballung und schließlich das Schicksal des Endproduktes ist derzeit noch auf Grund von Fehlen archäologischen Tatsachenmaterials nicht gänzlich geklärt. Dies dürfte aber zum Teil auf eine noch zu schließende Forschungslücke zurückzuführen sein. Naheliegend dürfte vielleicht die Herkunft dieser ur- und frühgeschichtlichen Industriemanager aus dem benachbarten südeuropäischen Raum sein, wo bedeutende Siedlungen, die Bergbau betrieben, bekannt wurden.

#### Literaturangabe

- 1) A. B a r b: Spuren alter Eisengewinnung im heutigen Burgenland; WPZ XXIV, Wien 1937, S. 113 — 157.
- 2) R. E g g e r: Die Ausgrabungen auf dem Magdalensberg 1956 und 1957; Carinthia I, 149, 1959.
- 3) H. K u r z w e i l: Mineralogische und sedimentpetrographische Untersuchungen an pelitischen Lockersedimenten und sedimentären Eisenerzen aus dem Burgenland. Wissenschaftl. Arbeiten a. d. Bgl., Bd. 58, Naturwissenschaften, Eisenstadt 1977, S. 35 — 43.
- 4) G. N o v a k i: Überreste des Eisenhüttenwesens in Westungarn: WAB Heft 35, Eisenstadt 1966, S. 163 — 198.
- 5) A. O h r e n b e r g e r — K. B i e l e n i n: Ur- und frühgeschichtliche Eisenverhüttung auf dem Gebiet Burgenlands (informativer Bericht); Burgenländische Forschungen, Sonderheft II. (Kunnert-Festschrift), Eisenstadt 1969, S. 79 — 95.
- 6) R. R a m m n e r: Der Beitrag geomagnetischer Untersuchungsarbeiten zur Aufsuchung und Einengung ur- und frühgeschichtlicher Eisenverhüttungsvorkommen im Burgenland. Wissenschaftl. Arbeiten a. d. Bgl., Bd. 58, Naturwissenschaften, Eisenstadt 1977, S. 45 — 56.
- 7) H. S c h m i d: Die Toneisenlagerstätten des ur- und frühgeschichtlichen Hüttenwesens im Gebiet des mittleren Burgenlandes. Z. Angew. Geowiss., Heft 1, S. 43 — 50.
- 8) H. S c h n e i d e r h ö h n: Erzlagerstätten. Jena 1944.
- 9) H. S t r a u b e — B. T a r m a n n — E. P l ö c k i n g e r: Erzreduktionsversuche in Rennöfen norischer Bauart. Kärntner Museumsschriften XXXV, Klagenfurt 1964.
- 10) H. B a n d a t: Die geologischen Verhältnisse des Kőszeg-Rechnitzer Schiefergebirges. Főltani Szemle I., H. 2, Budapest 1932, S. 140 — 186.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland](#)

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: [059](#)

Autor(en)/Author(s): Schmid Hanns

Artikel/Article: [Die Montangeologischen Voraussetzungen des Ur- und Frühgeschichtlichen Eisenhüttenwesens im Gebiet des Mittleren Burgenlandes \(Becken v. Oberpullendorf\). 11-23](#)