

Beiträge zur Geologie der Schweiz
Geotechnische Serie • XIII. Lieferung, 8. Band

Die Eisen- und Manganerze der Schweiz

Herausgegeben
von der Studiengesellschaft
für die Nutzbarmachung schweizerischer Erzlagerstätten
und der Schweizerischen Geotechnischen
Kommission

Eisenerze und Eisenerzeugung der Schweiz

Von H. Fehlmann und F. de Quervain

Kommissionsverlag Kümmerly & Frey, Geographischer Verlag, Bern

1952

Offset- und Buchdruck: Hallwag AG, Bern

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

I. Allgemeines über die schweizerischen Eisenerzlagernstätten		III. Nichtoolithische Limonite	13
a) Der mittlere Eisengehalt des Untergrundes der Schweiz	5	Auberson	13
b) Die Eisenerzarten der Schweiz	5	IV. Die Hämatit-Lagerstätten	13
c) Zusammenhang der Lagerstätten mit der Geologie	7	Gonzen	13
		Mittelbünden (Val Tisch, Val Ferrera)	14
II. Die einzelnen Vorkommen und ihre Erzvorräte		V. Die Magnetit-Lagerstätten	14
a) Geographische Übersicht (Fig. 1)	9	Mont Chemin	14
b) Beschreibung der einzelnen Lagerstätten ..	8	Simplon-Binntal Gebiet	14
I. Die oolithischen Eisenerze	8	e) Das Inventar der schweiz. Eisenerze	14
1. Die Doggererze des Jura gebirges ..	8	d) Vergleich mit der letzten Schätzung	16
Fricktal	8	e) Zukünftige Förderung	16
Erlinsbach	10	f) Unbekannte Eisenerz-Lagerstätten	16
La Scheulte	10	g) Die schweiz. Eisenerzvorräte im Vergleich zu den Eisenerz-Vorräten der Erde	16
Kt. Schaffhausen	11		
Eisenschüssige Spatkalke	11	III. Statistische Angaben	
Humphriesi- und Murchisonae-Schichten	11	1. Förderung und Ausfuhr der Eisenerze (Tab. 6 und 7)	17
2. Die alpinen Doggererze	11	2. Eisenerzeugung und Eisenverbrauch (Tab. 8, 9, 10)	17
Chamoson	11	IV. Historische Angaben	
Erzegg-Planplatte	11	1. Die Technik der Eisenerzverhüttung	21
Blegi-Oolithe	12	2. Bergbau und Eisenerzeugung zur Zeit des Rennherdes	22
II. Die Bohnerz-Lagerstätten	12	3. Bergbau und Eisenerzeugung zur Zeit des Holzkohlen- und Kokshochofens	24
Reyath und Klettgau	12	4. Bergbau und Verhüttung nach dem Ersten Weltkrieg	27
Jurarand — Aarau — Biel	12	5. Zusammenfassung	29
Dünnern- und Münstertal	12	V. Literaturverzeichnis	30
Delsberger Becken	12	VI. Verzeichnis der Abbildungen	2
Goumoëns-le-Jux	12		
Dents du Midi	13		

VI. Verzeichnis der Abbildungen

Fig. 1. Übersichtskarte der Eisenerzvorkommen der Schweiz	9	Abb. 7. Prospekt der Oberhaslischen Eisenschmelze im Mülihal	22
Fig. 2. Stratigraphisches Profil des Erzlagern von Herznach	8	Fig. 8. Schematische Darstellung einer Bohnerzgrube mit Schachtförderung um 1890 ..	23
Fig. 3. Schematisches Profil des Bohnerzlagern bei Delémont	12	Abb. 9. Plons bei Mels: Ansicht der ehemaligen Eisenschmelze um 1830 (Kunstdenkmäler des Kt. St. Gallen, Seite 113)	23
Fig. 4. Profil durch das Hämatitlager am Gonzen	13	Abb. 10. Entwicklung der Verhüttungsöfen in Choindéz von 1846—1943	27
Abb. 5. Alter Schmelzofen (bei Undervelier)	21	Fig. 11. Elektrischer Widerstand von Erzen und Reduktionskohlen	30
Abb. 6. Schachtofen	21		

Vorwort

Die vorliegende Arbeit stellt im wesentlichen den Beitrag der Schweiz zur Zusammenstellung der Eisenerzlagerrstätten der Erde (Symposium sur le fer) für den internationalen Geologenkongress dar, der 1952 in Algier stattfindet. Mit der Berichterstattung wurden die «Schweizerische Geotechnische Kommission» und die «Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung schweizerischer Erzlagerrstätten» betraut. Der Bericht ist in grossen Zügen nach dem Schema aufgebaut, welches das Sekretariat des «Symposium sur le fer» zur Erzielung einer einheitlichen Bearbeitung allen zum Kongress eingeladenen Ländern zugestellt hat.

Die Studiengesellschaft hat ihre Untersuchungen unter dem Titel «Die Eisen- und Manganerze der Schweiz» gemäss einer Vereinbarung mit der Geotechnischen Kommission als Beitrag zur «Geologie der Schweiz», Geotechnische Serie, XIII. Lieferung, herausgegeben. Bis heute sind sechs Bände dieser Lieferung erschienen. Der siebente und vorläufig letzte Band befindet sich gegenwärtig in Bearbeitung und wird voraussichtlich gegen das Ende des nächsten Jahres erscheinen.

Da der erste Band der «Eisen- und Manganerze» schon im Jahre 1923 publiziert wurde, beabsichtigte die Studiengesellschaft ursprünglich, nach Erscheinen des 7. Bandes eine kurze Zusammenfassung über die Lieferung XIII der geotechnischen Serie zu veröffentlichen, in der auch die wesentlichen Resultate der in der Zwischenzeit durchgeführten Untersuchungen nachgetragen werden sollten. Mit Rücksicht darauf, dass das «Symposium sur le fer» ein ganz ähnliches Ziel verfolgt, nämlich einen Überblick über die gegenwärtige Beurteilung unserer Eisenerzvorräte und den heutigen Stand des Eisenerzbergbaus und der Eisenerzerzeugung zu geben, hat sich die Studiengesellschaft entschlossen, auf diese Zusammenfassung zu verzichten, aber dem Wunsche Ausdruck gegeben, der schweizerische Beitrag zum Symposium möge so ausgearbeitet werden, dass er als vollwertiger Ersatz gelten könne. Über die schweiz. Manganerze wird Band 7 eine besondere Zusammenfassung enthalten. Unser Beitrag zum «Symposium sur le fer» kann deshalb gleichzeitig als Schlussband der «Eisen- und Manganerze der Schweiz» betrachtet werden. Unter diesem Titel wird er in deutscher Sprache veröffentlicht, während er als Beitrag zum «Symposium sur le fer» in französischer Sprache erscheint.

Es bleibt uns noch die angenehme Pflicht, den Verfassern, Professor Dr. F. de Quervain (Kap. I mit Beiträgen zu Kap. II und V) und Ing. H. Fehlmann, Dr. phil. h. c. (Kap. II, III, IV, V), sowie Herrn Professor Dr. L. Déverin für die mustergültige, etwas gekürzte Übersetzung unseren besten Dank auszusprechen. Diesen Dank möchten wir aber auch ausdehnen auf Herrn Ing. Miescher, den früheren Sekretär der Sektion für Eisen und Maschinen des Kriegsindustrie- und Arbeitsamtes, der uns einen Teil der statistischen Angaben (Roheisen- und Rohstahlerzeugung seit 1930, Einfuhrzahlen Pos. 710a—742 usw.) der Tabellen 7, 9 und 10 zur Verfügung gestellt hat.

Bern, den 31. Dezember 1951.

Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung
schweizerischer Erzlagerrstätten

Der Präsident:
J. Funk

Der Geschäftsleiter:
H. Fehlmann

Zürich, den 31. Dezember 1951

Schweizerische Geotechnische Kommission

Der Präsident:
F. de Quervain

Der Aktuar:
P. Esenwein

Eisenerze und Eisenerzeugung der Schweiz

I. Allgemeines über die schweizerischen Eisenerzlagerstätten

a) Der mittlere Eisengehalt des Untergrundes der Schweiz

Um wirtschaftlich auf Eisen verarbeitet werden zu können, muss die Mineralmasse einen Eisengehalt von mindestens 25—30% (in seltenen Ausnahmefällen bis hinab zu ca. 18%) aufweisen. In Zusammenhang mit solchen Konzentrierungen zu nutzbaren Eisenerzlagerstätten mag es von Interesse sein, festzustellen, wie gross der durchschnittliche Gehalt an Eisen in den verbreiteten Gesteinen des Untergrundes der Schweiz ist. Die zahlreichen chemischen Analysen, die von Gesteinen unseres Landes vorliegen (20) gestatten eine statistische Verarbeitung der Variationsbreite der Eisengehalte der wichtigen Gesteinsarten. Wir beschränken uns hier auf die Berechnung mittlerer Eisengehalte für die oberflächennahen Bereiche (etwa bis in 1000 m Tiefe) der vier geologischen Hauptzonen der Schweiz: Juragebirge, Molasseregion, Kalkalpenzone und kristalline Alpenregion, anhand von Analysen der hier besonders verbreiteten Gesteine (Tabelle 1). Die Übersicht zeigt deutlich, dass selbst die ärmsten Erze mindestens zehnmal mehr Eisen enthalten als im Durchschnitt die Gesteine unseres Bodens.

Für die Schweiz spielen oberflächliche Eisenanreicherungen durch geologisch junge Verwitterungsprozesse keine Rolle, im Gegensatz zu zahlreichen andern Regionen.

b) Die Eisenerzarten der Schweiz

An den nutzbaren Eisenerzen nehmen folgende Mineralien mit hohem Eisengehalt in grösseren Mengen teil:

Oxyde und Hydroxyde: Hämatit, Magnetit, Goethit-Limonit;

Karbonate: Siderit, Ankerit;

Silikate: Chamosit, Stilpnomelan.

An verschiedenen dieser Mineralien sind in den letzten Jahren eingehende Untersuchungen ausgeführt worden, chalkographischer Art besonders an Hämatit und Magnetit (13, 15), petrographisch-mikroskopischer und chemischer Art an Chamosit der alpinen Eisenoolithe (17) und an Stilpnomelan, beide sonst in nutzbaren Erzen nicht sehr häufige eisenreiche Silikate. In Tabelle 2 finden sich Analysen dieser Mineralien; für weitere Angaben muss auf die zitierten Autoren verwiesen werden.

Es lassen sich in der Schweiz regional verbreitete (d. h. gleichartig an zahlreichen Stellen auftretende) und nur lokal vorkommende Eisenerzarten auseinanderhalten.

Regional verbreitete Erze sind: Die Eisenoolithe: Diese bestehen aus Ooidkörnern (Ovulite) von ca. 0,3—2 mm, umgeben von einer sehr feinkörnigen Zwischenmasse. Die Ovulite zeigen konzentrisch-schaligen Bau, oft um ein Fossilbruchstück aus Calcit. Sie bestehen offenbar ursprünglich aus Chamosit, der Calcit verdrängte. Sekundär haben sich daraus Siderit-Ankerit, Limonit-Goethit und Tonmineralien gebildet (vereinzelt auch

Tabelle 1. Fe-Gehalt und Fe-Menge der geologischen Hauptzonen

Zonen (Hauptgesteine)	Mittlerer Fe-Gehalt	Fe-Menge pro 100 m Tiefe und km ² Mio t
Juragebirge (Kalksteine, Kalkmergel, Tone)	1,3%	3,4
Molasseregion (kalkige Sandsteine, Mergel, Tone, Konglomerate)	1,9%	4,8
Kalkalpenzone (Kalksteine, Dolomite, Sandsteine, Mergel, Kalkphyllite, Tonschiefer)	2,3%	6,2
Kristalline Alpen (Granite, Quarzdiorite bis-syenite, sehr variable Gneise, Glimmerschiefer, Phyllite, Amphibolite, Grünschiefer, Serpentine)	3,9%	10,5

Tabelle 2. Chemische Analysen von Chamosit und Stilpnomelan

	A	B
SiO ₂	30.07	39.14
Al ₂ O ₃	17.26	4.45
Fe ₂ O ₃	3.66	7.96
FeO	37.61	27.77
MnO	0.02	0.02
MgO	1.69	1.62
CaO	—	3.44
Na ₂ O	0.44	1.37
K ₂ O	0.16	1.00
H ₂ O+	9.01	8.11
H ₂ O—	—	2.46
CO ₂	—	2.71
TiO ₂	0.12	0.00
	100.04	100.05

A Chamosit, Chamoson (17). Reines Mineral aus Ader in Eisenoolith.

B Stilpnomelan, Gonzen (13). Aus Kluft, grün, mit wenig Calcit verunreinigt.

Magnetit oder Hämatit). Der Fe-Gehalt der Ovulite beträgt 35—50%. Die Zwischenmasse ist kalkig, mergelig bis tonig, mit meist untergeordnetem Fe-Gehalt (16, 17).

Die Bohnerze: Es handelt sich um eine Art Konglomerat von erbsen- bis nussgrossen Konkretionen in einer tonigen Zwischenmasse. Verwertbar ist nur der Fe-Gehalt (41—48%) der Konkretionen (Erzbohnen). Er ist als Limonit oder Goethit vorhanden; daneben enthalten die Erzbohnen noch einen beträchtlichen Gehalt an Tonmineralien (Ana-

lyse Tabelle 3). Die tonige Zwischenmasse ist ein relativ eisenreicher, meist fetter Boluston mit einem Tonmineral der Kaolingruppe; Hydrargillit wurde bisher nicht festgestellt.

Lokal auftretende Eisenerztypen sind: Hämatite verschiedener Art, z. T. mit Magnetit. Magnetite (am Mont Chemin vermengt mit Stilpnomelan und andern Silikaten). Weiter finden sich verschiedene nicht-oolithische Limoniterze, vereinzelt Sideriterze.

In der Schweiz zeigen die Vorkommen der Bohnerze und der Eisenoolithe deutlich, dass der Begriff der Eisenerzlagerstätte ein rein praktischer ist. Ein Bohnerzorkommen stellte nach den Verhältnissen der letzten Abbauperioden nur dann ein «Erz» dar, wenn das Verhältnis der Erzbohnen zum Boluston mindestens 60:40 betrug (was einem minimalen Fe-Gehalt der Fördermasse von 30% entspricht). Nur ein Teil der Vorkommen weist diesen Gehalt an Erzbohnen auf. Es finden sich innerhalb eines Profiles oder auch von Gebiet zu Gebiet alle Übergänge vom bohnerzfreien Boluston bis zur verwertbaren Anreicherung. In ähnlicher Weise zeigen sich bei den Eisenoolithen alle Übergänge vom Eisenovulite führenden Mergel oder Kalkstein zum «Erz», je nach dem Verhältnis der Ovulitkörner als Hauptträger des Fe-Gehaltes zu der vorwiegend kalkig-mergeligen bis tonigen Zwischenmasse.

Die obenerwähnten lokalen Erztypen stellen dagegen zur Hauptsache anormale

Tabelle 3. Typische Analysen schweizerischer Eisenerze (Einzelproben)

	Eisenoolithe		Bohnerz		Hämatit	Magnetit
	Jura	Alpen	Bohnen	Bolus		
	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	13.95	13.70	12.06	43.95	1.18	24.98
Al ₂ O ₃	6.41	9.04	13.95	31.94	1.30	1.38
Fe ₂ O ₃	46.92	15.15			85.73	40.60
FeO		36.47			10.16	20.06
Fe	(32.81)	(39.0)	41.86	8.34	(67.9)	(44.1)
MnO	0.08		0.31	0.09	0.30	0.03
MgO	1.55	2.26	0.09	0.12	0.06	0.70
CaO	9.13	6.48	0.13	0.09	0.00	6.56
Na ₂ O					0.08	0.50
K ₂ O					0.25	0.38
H ₂ O	17.50	6.31	13.43	11.90	0.77	0.74
CO ₂		8.95			Sp.	3.27
P ₂ O ₅	1.23	1.73	0.008	0.033	0.12	Sp.
TiO ₂	0.37*	0.62	0.17*	0.03	Sp.	0.05
S	0.10		0.12		0.00	Sp.
V	0.086*		0.009*			
Cr	0.034*		0.022*			

Die mit * bezeichneten Werte entstammen einer andern Probe.

- 1 Herznaeh, obere Erzschieht, Schlitzprobe (14)
- 2 Chamoson, Wallis (7)
- 3 Delémont, Puits Blancherie (12)
- 4 Delémont, Puits Blancherie, «Bolus jaune» (12)
- 5 Gonzen, reines Erz mit etwas Magnetit (13)
- 6 Mont Chemin, Wallis. Normaler Typus mit Quarz, Karbonat und Silikaten (15)

Tabelle 4. Übersicht der Eisenoolithhorizonte im Dogger des Juragebirges und der Kalkalpenzone

Stufe	Zone von	Vorkommen	
		Juragebirge	Kalkalpenzone
Callovien	Peltoceras athleta und Reineckea anceps , z. T. inkl. Macrocephalenzone	Geringmächtig und Fe-arm verbreitet (Bern, Aargauer Jura, Randen), lokal mächtiger und Fe-reich werdend: Herznach-Fricktal Erlinsbach	Im südhelvetischen Faciesgebiet lokale Anschwellungen: Chamoson, Erzegg. Im nordhelvetischen Gebiet als Blegioolith verbreitet, aber Fe-arm, nicht abbauwürdig.
Bathonien	Parkinsonia Parkinsoni	ganz lokal	verbreitet, aber geringmächtig (1–2 m), Fe-arm, ohne Bedeutung (Parkinsonioolith),
Bajocien	Coeloceras Humphriesianum	verbreitet, geringmächtig, Fe-Gehalt bis 16%	bedeutungslos
Aalénien	Ludwigia Murchisonae	verbreitet, besonders im Berner Jura, bis mehrere m, Fe-Gehalt zu gering	ganz lokal (Klöntal)

Fe-Anreicherungen dar, die nicht allmählich Übergänge in regional verbreitete Gesteinstypen zeigen.

c) Zusammenhang der Lagerstätten mit der Geologie:

Eisenerzvorkommen treten im Juragebirge, in der Kalkalpenzone und in der kristallinen Alpenregion auf. Eine nähere Beziehung zur regionalen Geologie zeigen nur die Eisenoolithe und die Bohnerze. Die eisenoolithischen Ablagerungen (die allerdings nur teilweise als Erze anzusprechen sind) finden sich als dünne (< 1 bis wenige m, nur an wenigen Stellen mächtiger werdende) Horizonte innerhalb des vielfach als Kalkoolith oder Echinodermenbreccie ausgebildeten Doggers des Juragebirges und der helvetischen Gesteinsausbildung der Kalkalpen (Tabelle 4). Die heutige geologische Lage der Lagerstätten

ist durch die tertiäre Alpen-, resp. Jura-faltung oder durch die mit letzterer in Beziehung stehende Bruchtektonik des Tafeljuras bedingt. Die regional verbreiteten Bohnerze sind an Gebiete gebunden, in denen mächtigere Kalksteinschichten frühtertiär (Eocaen) einer festländischen Verwitterung ausgesetzt waren, was besonders für die Kalke des Malms oder der Kreide in grossen Teilen des Juragebirges der Fall war. Ihre heutige Lage ist auch hier durch die tertiäre Faltung oder Bruchtektonik bedingt.

Diese regionalen sedimentären Erze lassen keine Beziehungen zu eruptiven Vorgängen erkennen. Solche sind dagegen bei den lokalen Erzvorkommen der Alpen möglich oder wahrscheinlich. So wird z. B. für die marinsedimentären Hämatite des Gonzen von Epprecht (13) eine Beziehung zu den gleichaltrigen, z. T. untermeerischen effusiven

Tabelle 5. Übersicht über die Entstehung der schweizerischen Eisenerzvorkommen

Vorkommen	Fe-Herkunft	Fe-Ablagerung	spätere Veränderungen
Fe-Oolithe Jura	festländische Verwitterungsprodukte	marin-biochemisch Chamositbildung (Ovulite)	sekundäre Limonitisierung und Sideritbildung
Fe-Oolithe Alpen	id.	id.	Umlagerung des Chamosites, z. T. alpin-metamorph, Hämatit- und Magnetitbildung
Bohnerze	id.	Rückstandsediment auf Karstoberfläche	verschiedene Umlagerungen
Hämatit Gonzen	ascendent, telemagmatisch (frühalpin)	marin-biochemisch, Hämatit- (und Hausmannit-) Bildung	hydrothermale Veränderungen und Klufatabsätze (Stilpnomelan, Karbonate). Alpin-tektonische Störungen
Hämatit-Siderit Val Ferrera	hydrothermal (alpin)	Metasomatose von Altkristallin, Trias und Lias (karbonatisch)	schwach alpin-tektonisiert
Magnetit Mont Chemin	pneumatolytisch-hydrothermal (hercynisch)	Metasomatose von Karbonatgestein	alpin-tektonisiert

Ophiolithen Graubündens mit guten Gründen vermutet; deutlicher ist der Zusammenhang der metasomatischen, mit Skarnen und Marmoren verknüpften Magnetite des Mont Chemin mit den benachbarten granitischen Massen des Mont Blanc-Massivs (15).

Die Tabelle 5 gibt eine Übersicht über die Entstehung der wichtigeren Eisenerzlagstätten. Besonders eingehend diskutiert wurde neuerdings die Genese der alpinen Eisenoolithe durch L. Déverin (17) und des Hämatitlagers am Gonzen durch W. Epprecht (13).

II. Die einzelnen Vorkommen und ihre Erzvorräte

- a) Geographische Übersicht (Fig. 1)
- b) Beschreibung der einzelnen Lagerstätten

I. Die oolithischen Eisenerze

1. Die Doggererze des Juragebirges:

Die oolithischen Doggererze des *Callovien* erstrecken sich vom Berner Jura über den Erzberg (am Scheltenpass) im Kt. Solothurn und das Fricktal bis in den Kanton Schaffhausen und finden ihre Fortsetzung jenseits der Grenze in den Lagerstätten von Zollhaus-Blumberg, Gutmadingen bis Gaisslingen und Wasseralfingen bei Stuttgart. Ihre reichste Ausbildung besitzen sie in unserem Lande im Fricktal.

In den fricktalischen Lagern enthalten die Oolithkörner etwa 84%, die Grundmasse etwa 16% des Gesamteisens der Erze. Der Eisengehalt der Oolithkörner beträgt im Mittel 50%, während die Grundmasse nur etwa 10% Fe enthält. Die bis heute ausgebeuteten Erze haben einen Eisengehalt von 29–31%, je 13–16% SiO₂ und CaO sowie etwas Schwefel, Phosphor, Mangan und Vanadium. Die Fricktaler Erze besitzen einen kleinen Säureüberschuss. Ihr scheinbares spezifisches Gewicht (11) beträgt im Anlieferungszustand 2,96, auf 105° C getrocknet 2,78; das wahre spezifische Gewicht 3,5.

Die Fricktaler Lagerstätte gehört der *Anceps-Athleta-Schicht* (oberstes *Callovien*) an. Sie wird im Hangenden durch die *Coratenschicht*, im Liegenden durch die *Macrocephalusschichten* begrenzt (Fig. 2) und zeichnet sich durch einen überaus grossen Reichtum an Ammoniten und Nautiliden aus, die neuerdings durch A. Jeannet eine eingehende Bearbeitung erfahren haben (19). Viele Spezies sind von hier erstmalig beschrieben und abgebildet worden. Wissenschaftlich von Interesse sind auch die zahlreichen Funde von zum Teil klaren und flächenreichen Coelestinkristallen (besonders charakteristisch in Kammerhohlräumen von

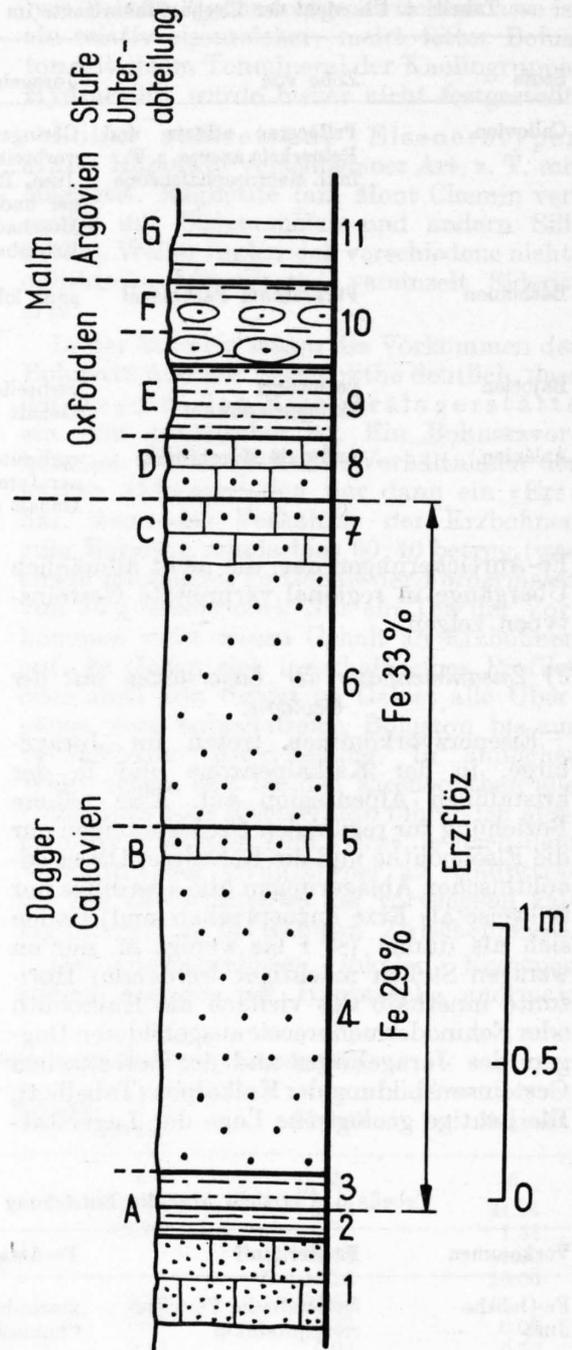


Fig. 2. Stratigraphisches Profil des oolithischen Eisenerzlager v. Herzach nach A. Jeannet (19), Stratigraphische Unterabteilungen: A. Macrocephalusschichten; B. Zone von *Reineckeia anceps*; C. Zone von *Peltoceras athleta*; D. Zone von *Quenstedticeras Lamberti*; E. Zone von *Quenstedticeras Mariae*; F. Zone von *Cardioceras cordatum*; G. Birnenstorfer Schichten. Lithologische Zonen: 1) feinspätige, sandige Kalke; 2) bräunlichgraue Mergel; 3) mergeliger Fe-Oolith; 4) graubraune Fe-Oolithe; 5) Fe-oolithischer Kalk (Leitschicht); 6) rotbraune Fe-Oolithe; 7) rotbraune Fe-oolithische Kalke (Schutzschicht); 8) braune Fe-oolithische Kalke; 9) Fe-oolithische Mergel; 10) Mergel mit Kalknollen; 11) graue Mergel.

Erläuterung:

Grosses Zeichen: Vorräte (sicher oder wahrscheinlich) über 5 Mio t. Mittleres Zeichen: Vorräte zwischen 100 000 und 5 Mio t. Kleines Zeichen: Vorräte unter 100 000 t oder Eisengehalt ungenügend.

Zeichen gefüllt: Bergbau 1950; Zeichen schraffiert: Bergbau zwischen 1900 und 1950; Zeichen leer: Bergbau vor 1900.

- 1) Randen (Bargen); 2) Fricktal (Spatkalk);
- 3) Berner Jura; 4) Lauterbrunnental; 5) Urbachtal; 6) Windgälle; 7) Glärnisch; 8) Goumoëns-le-Jux; 9) Denis-du-Midi; 10) Arosa;
- 11) Ofenpass; 12) Val Tisch; 13) Rosswald;
- 14) Binntal; 15) Truns. Die bedeutenderen Vorkommen sind auf der Karte direkt bezeichnet.

□ Molassebecken (Oligozän bis Miozän);

▨ Juragebirge (Trias bis Tertiär);

▩ nördliche Kalkalpenzone (Perm bis Alttertiär);

▧ hercynische Zentralmassive (vor-karbonisches Kristallin);

▦ penninische, ost- und süd-alpine Region (alkristalline bis frühtertiäre Gesteine);

○ oolithische Erze;

□ Bohnerze;

□ nichtoolithische Limoniterze;

△ Hämatiterze (z. T. mit Siderit oder Magnetit);

▽ Magnetiterze;

□ Elektro-Nieder-schachtofen von Choindex.

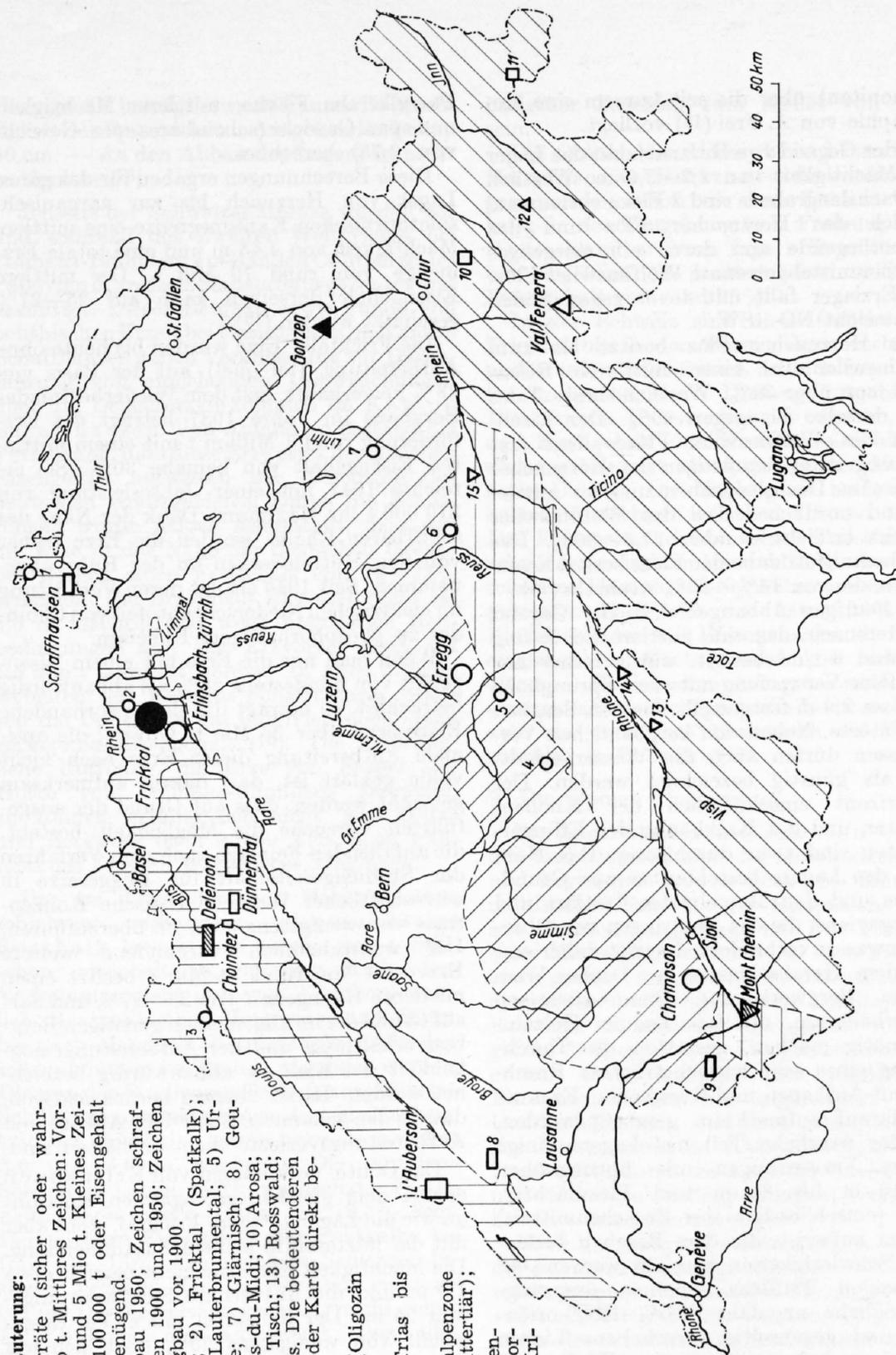


Fig. 1. Uebersichtskarte der Eisenvorkommen der Schweiz zusammengestellt nach den Untersuchungen der Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung schweizerischer Erzlagertstätten und der Schweizerischen Geotechnischen Kommission.

Ammoniten) über die seit kurzem eine Monographie von A. Frei (18) vorliegt.

In der Gegend von Herznach hat das Lager eine Mächtigkeit von 2,2—3,0 m. Westlich des Dachslengrabens sind 2 Flöze vorhanden, nämlich das Herznacher Flöz und das darüberliegende und durch ein mergeliges Zwischenmittel getrennte Wölflinswiler Flöz. Das Erzlager fällt mit 4—5° gegen Süden und streicht NO—SW.

Das Herznacher Flöz besitzt bis zum Wölflinswiler Tal einen mittleren Eisengehalt von über 30%. Westlich dieses Tales sinkt derselbe bis gegen 20%. Der Eisengehalt des Wölflinswiler Flözes liegt fast durchweg unter demjenigen des Herznacher Flözes. Im Dachslengraben und im mittleren und nördlichen Teil des Wölflinswiler Grabens erreicht er aber 27,5—30%. Das Zwischenmittel der beiden Flöze besitzt Eisengehalte, die von 15%—25% wechseln (16).

Im heutigen Abbaugebiet in der Gegend von Herznach, das eine mittlere Schüttung von rund 6 t/m² besitzt, wurde bisher nur eine kleine Verwerfung mit einer Sprunghöhe von etwa 2,0 m festgestellt, die den Bergbau etwas störte. Neben den bergbaulichen Verhältnissen dürfen auch die Wasserverhältnisse als günstig bezeichnet werden. Der Erzhorizont einschliesslich der Knollenschichten und der Kalkbänke der Effingerschichten sind zwar durchlässig. Das Hangende des Lagers besteht aber aus Grundmoräne und den Mergeln des Tertiärs und des Argoviens, die das Eindringen von Oberflächenwasser verhindern. Es tritt daher erst nach dem Herabschiessen des Daches Wasser im Bergwerk auf. Diese günstigen Bauverhältnisse, die fast keinen Holzeinbau nötig machen, gestatten die Durchführung eines sehr wirtschaftlichen Bruchbaus mit Aufhauen und Rückbauen. Es muss aber darauf aufmerksam gemacht werden, dass der westliche Teil des Lagers einige grössere Verwerfungen mit Sprunghöhen von 40 m bis 80 m und Flözmächtigkeiten (einschliesslich des Zwischenmittels) bis 7 m aufweist, die dem Bergbau bedeutende Schwierigkeiten bereiten werden (16). Die beiden Teilflöze scheinen ursprünglich längliche, ungefähr WSW—ENE orientierte und gegenseitig verschobene Linsen gebildet zu haben, von denen die Erosion ungefähr einen Drittel übriggelassen hat. Die abbauwürdige Flözfläche bildet einen Streifen von rund 6 km Länge mit stark wechselnder Breite. Die gesamte für den Abbau in Betracht kommende Flözfläche beträgt 5,63 km². Zur Ermittlung der vorhandenen Erzmenge wurde die Flözfläche in Parzellen aufgeteilt und die Erzmenge jeder

Parzelle aus Fläche, mittlerer Mächtigkeit und spez. Gewicht (scheinbares spez. Gewicht von 2,75) berechnet.

Diese Berechnungen ergaben für das ganze Lager von Herznach bis zur aargauisch-solothurnischen Kantongrenze eine mittlere Mächtigkeit von 4,45 m und eine totale Erzmenge von rund 70 Mio t. Der mittlere Eisengehalt derselben kann auf 25—27% geschätzt werden (16).

Die Fricktaler Erze wurden bis heute ohne Aufbereitung (tel quel) auf der Basis von 28% Fe verkauft. Seit dem Wiederbeginn des Bergbaus im Jahre 1937 beträgt die Erzförderung rund 1 Million t mit einem mittleren Eisengehalt von beinahe 30%. Sie erreichte 1941 mit einer Jahresleistung von 210 000 t ihr Maximum. Dank der Nähe des schiffbaren Rheins wurden die Erze früher von den Hüttenwerken an der Ruhr abgenommen. Seit 1946 erfolgt deren Verhüttung im elektrischen Niederschachtofen von Choindez zu phosphorhaltigem Roheisen.

Wenn man nur die Erze mit einem Eisengehalt von mindestens 28% als abbauwürdig betrachtet, so beträgt die sicher vorhandene Erzreserve über 36 Mio t. Obwohl die optimale Aufbereitung dieser Erze noch nicht völlig geklärt ist, darf darauf aufmerksam gemacht werden, dass auf Grund der ausgeführten Versuche die Möglichkeit besteht, die anfallenden Feinerze nach dem Verfahren der Studiengesellschaft für Doggererze in wirtschaftlicher Weise in basische Konzentrate von wenigstens 35% Fe überzuführen. Der wahrscheinlich vorhandene weitere Erzvorrat von rund 34 Mio t besitzt einen mittleren Eisengehalt von 25—27% und darf auf Grund der im allgemeinen günstigen Bergbauverhältnisse und der Aufbereitungsmöglichkeit der Erze als abbauwürdig bezeichnet werden. Es ist aber zu berücksichtigen, dass in den genannten Zahlen die Abbau- und Aufbereitungsverluste nicht enthalten sind.

Das Oolith-Vorkommen von Erlinsbach gehört dem gleichen geologischen Horizont an wie die Lagerstätte im Fricktal, steht aber mit der letzteren in keinem Zusammenhang. Die Mächtigkeit der Erzschiefer beträgt etwa 1,0 m und die unverritzte Flözfläche ungefähr 35 ha. Der Erzvorrat mit einem Eisengehalt von wenigstens 25% lässt sich auf etwa 875 000 t berechnen, wovon rund 350 000 t über dem Grundwasserspiegel. — Infolge ihrer geringen Mächtigkeit und ihres ungenügenden Eisengehaltes kann die Lagerstätte heute nicht als bauwürdig betrachtet werden (16).

Die Erze am Scheltenpass (La Scheulte) gehören ebenfalls der Anceps-Athleta-Schiefer an, sind aber viel kalkreicher. Ihr mittlerer

Eisengehalt beträgt etwa 25% und die Mächtigkeit der Erzsicht am Ausgehenden knapp 40 cm. — An den Abbau des Lagers ist nicht zu denken (16).

Jenseits der Schweizer Grenze wurden vor und während des Zweiten Weltkrieges bei Zollhaus-Blumberg am Randen Oolitherze des Calloviens in grossem Maßstab ausgebeutet und verhüttet. Dieser Bergbau sowie Funde von oolithischen Erzen bei Merishausen im Kanton Schaffhausen gaben Veranlassung zur Durchführung von eingehenden Untersuchungen über die Doggererzvorkommen im Kanton Schaffhausen. Von Anfang an bestand die Vermutung, dass diese Erze etwa den gleichen Eisengehalt aufweisen wie diejenigen des deutschen Grenzgebietes. Durch die Schürfungen wurde jedoch festgestellt, dass nur die Erze in der Nähe der deutschen Grenze bei Barga einen Fe-Gehalt von 19—22% erreichen. Die Erzsicht ist selten mehr als 1,0 m mächtig und weist ungünstige Baubedingungen auf. Der Erzvorrat kann auf 1,5 Mio t bewertet werden. In allen übrigen Gebieten des Kantons Schaffhausen besitzen die Oolitherze des Calloviens noch einen geringeren Eisengehalt (16). Die ursprüngliche Hoffnung, die Erze von Barga der Hütte von Zollhaus-Blumberg verkaufen zu können, erfüllte sich nicht, weil Hütte und Bergwerk nach kurzer Zeit, noch während des Zweiten Weltkrieges, eingingen.

Der im Liegenden der Macrocephalus-schichten vorhandene eisenschüssige Spatkalk besteht aus einem grob-oolithischen, eisenhaltigen, spätigen Kalk. Das Vorkommen zieht sich vom Kornberg westlich Herznach über Hornussen und Bözen bis nach Mandach. Betrachtliche Teile desselben könnten im Tagbau abgebaut werden. Die von der Studiengesellschaft ausgeführten Schürfungen haben gezeigt, dass die Mächtigkeit der Spatkalke normalerweise zwischen 3,0 und 5,0 m wechselt. Die einzelnen Schichten haben stark wechselnde Fe-Gehalte, deren obere Grenze bei 19,5% liegt. Der mittlere Eisengehalt der Spatkalke beträgt 10—13%. Eisenreichere Schichten besitzen nirgends Mächtigkeiten von mehr als 0,5 m. Der Kieselsäuregehalt erreicht selten 5%, während der Kalkgehalt etwa 40% beträgt (16).

Die während des Zweiten Weltkrieges ausgeführten Untersuchungen haben bestätigt, dass die eisenschüssigen Spatkalke nicht als Erze angesprochen werden dürfen. Sollten die Fricktaler Erze früher oder später in der Nähe der Lagerstätte zur Verhüttung gelangen, so könnten die eisenschüssigen Spatkalke unter Umständen als eisenhaltiger

basischer Zuschlag zum Möller von Wert sein.

Die Oolithe des Humphriesi- und des Murchisonae-Horizontes des untern Doggers wurden schon vor dem Zweiten Weltkrieg in der Umgebung von Freiburg i. Br. (Deutschland) z. T. am Tage, z. T. im Stollenbau abgebaut. Sie besitzen einen mittleren Eisengehalt von rund 20%.

In der Schweiz sind diese Oolithe vom Fricktal bis in den Berner Jura verbreitet und wurden früher auch an einzelnen Stellen in bescheidenem Umfang ausgebeutet. Die neueren Untersuchungen ergaben, dass der Eisengehalt der Humphriesi-Schichten etwas grösser ist als derjenige der Murchisonae-Oolithe. Die Mächtigkeit beider Erzhorizonte wechselt zwischen 1,5 und 3,5 m. Der Eisengehalt der einzelnen Teilschichten schwankt zwischen 10 und 23%. Auch die reicheren Humphriesi-Schichten weisen einen mittleren Fe-Gehalt von kaum 16% auf. Einzelschichten mit Eisengehalten über 20% erreichen nie Mächtigkeiten von mehr als 40 cm. — Da sie zudem einen grösseren Kieselsäuregehalt als die Spatkalke besitzen, kommen sie weder als Erze noch als Möllerschlag in Betracht (16).

2. Die alpinen Doggererze:

Die Lagerstätte von Chamoson tritt in den Callovienschichten der Morclesdecke auf und liegt etwa 1900 m hoch. Sie führt ein oolithisches Erz, das der Hauptsache nach aus Chamosit aufgebaut ist. Das Flöz mit einer Mächtigkeit von 2—4 m ist tektonisch stark gestört. Aus den in den Jahren 1942/43 systematisch durchgeführten Schlitzproben lässt sich ein mittlerer Eisengehalt von ungefähr 31% errechnen. Das Erz ist sauer und enthält etwas Schwefel und ziemlich viel Phosphor. Neben den ungünstigen Bergbau-Verhältnissen und dem geringen Wert des Erzes wird die Abbauwürdigkeit der Lagerstätte durch die Lage im Hochgebirge und die dadurch bedingten hohen Transportkosten stark beeinträchtigt.

Nach den neuen Untersuchungen beträgt die sichtbare Erzmenge etwa 200 000 t. Die wahrscheinlich vorhandene Erzmenge kann auf 300 000 t geschätzt werden (16).

An der Planplatte und ebenso an der Erzegg treten in der Höhenlage von 2200 m ebenfalls oolithische Eisenerze auf, die dem Dogger angehören. Auch hier handelt es sich der Hauptsache nach um Chamosit. Im Liegenden des Erzhorizontes findet sich gelegentlich etwas Siderit. Das Vorkommen auf der Planplatte ist ohne jede wirtschaftliche Bedeutung. Von der Erzegg bis zum Balmeregghorn sind Ausbisse mit Mächtigkeit

keiten von 1,5 bis 4,0 m auf eine Länge von etwa 1500 m vorhanden. Infolge zahlreicher Verwerfungen tektonischen Ursprungs und der Konzentrierung der Erze in sehr kompliziert gelagerten Linsen ist das Lager un stetig, schwer vorzurichten und abzubauen.

Nach den im Sommer 1940 durchgeführten Untersuchungen, wechselt der Fe-Gehalt von 31,5 bis 43,8%. Der mittlere Eisengehalt des Lagers kann auf Grund zahlreicher Schlitzproben zu etwa 38% angenommen werden. Die Erze besitzen einen starken Säureüberschuss und einen verhältnismässig hohen Phosphorgehalt (0,7—0,9%). Die Schätzung der Erzmenge bereitet infolge der komplizierten Gestaltung der Lagerstätte grosse Schwierigkeiten. Der sichtbare, durch Schürfungen und Ausbisse festgestellte Erzvorrat beträgt etwa 300 000 t. Die wahrscheinlich vorhandene Erzmenge kann zu 1 Million t angenommen werden (16).

Das chamositreiche Erz von Erzegg führt, ähnlich wie die Erze von Chamoson, etwas Magnetit, der nachträglich durch tektonische Beanspruchung entstanden ist. Da die Magnetitverteilung in der Erzschieht jedoch sehr unregelmässig ist, gaben die in den Jahren 1942 und 1944 ausgeführten magnetischen Untersuchungen keine Anhaltspunkte über die Menge der vorhandenen Erze und über die Ausdehnung der Lagerstätte. Dagegen konnte festgestellt werden, dass magnetitreiche Partien an eisenreiche Partien gebunden sind, und dass die Erschliessung und Vorrichtung solcher Lagerstätten durch ihre magnetische Vermessung erleichtert werden könnte.

Obwohl die Lagerstätte wegen dem Mangel günstigerer Vorkommen bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts intensiv ausgebeutet wurde, bestand nie ein wirtschaftlicher Bergbau. Die schwierigen Abbau- und Transportverhältnisse sowie der geringe Fe- und der hohe P-Gehalt lassen auch in Zukunft die Bauwürdigkeit sehr fraglich erscheinen.

Der Vollständigkeit halber seien auch die sogenannten Blegi-Oolithe im Lauterbrunnen- und Urbachtal erwähnt, die in den Kalkalpen vom Lauterbrunnental bis zum Calanda verbreitet sind und früher an einzelnen Stellen (Lauterbrunnen- und Urbachtal, Windgälle) in geringem Ausmass abgebaut und verhüttet wurden. Da ihr Eisengehalt selten 10% übersteigt, können sie nicht als Erze angesprochen werden.

II. Die Bohnerz-Lagerstätten

Bis zum Ersten Weltkrieg besaßen die Bohnerze von allen schweizerischen Eisenerzen die grösste wirtschaftliche Bedeutung. Wie oben erwähnt, sind sie bezüglich Mäch-

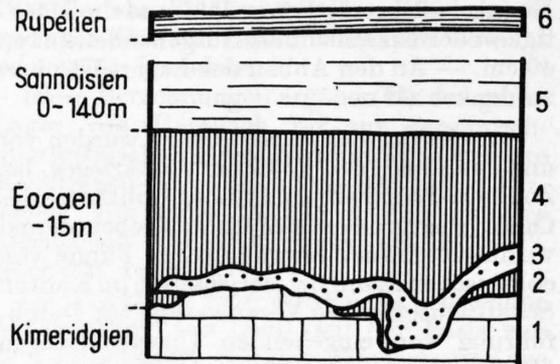


Fig. 3. Schematisiertes Profil durch das Bohnerzlager bei Delémont (nach Baumberger (12)). 1) Jurakalk mit Karstoberfläche; 2) Boluston; 3) Anreicherung von Erzbohnen; 4) Boluston, meist ohne Erzbohnen; 5) eisenschüssiger Lehm, kalkhaltig (Gelberde); 6) Mergel (Septarienton).

tigkeit und Erzführung starken Schwankungen unterworfen (Fig. 3). Lokale Anreicherungen an Erzkörnern werden «mines grasses», erzarme Zonen «mines maigres» genannt. Das gewaschene Erz besitzt einen mittleren Eisengehalt von 44%, einen starken Säureüberschuss, aber wenig Schwefel und fast keinen Phosphor. Das spezifische Gewicht der Bohnerzkörner beträgt im Durchschnitt 3,2. — Dank ihres geringen P-Gehaltes waren die Bohnerze früher sehr begehrt, da aus ihnen im Holzkohlenhochofen ein Eisen von vorzüglicher Qualität hergestellt wurde, das dem schwedischen Holzkohlen-eisen gleichwertig war.

Die Bohnerzorkommen verteilen sich über einen grossen Teil des Juragebirges vom Kanton Schaffhausen bis in den Kanton Waadt. Sie wurden früher im Reyath und Klettgau, am Fusse des Kettenjuras von Aarau bis Biel, hauptsächlich aber im Dünner- und Münstertal und im Delsberger Becken ausgebeutet. Man schätzt die vom Mittelalter bis zum Zweiten Weltkrieg abgebaute Erzmenge auf rund 1,8 Mio t (1, 12).

Die heute noch vorhandenen Erzvorräte der kleinen Vorkommen im Kanton Schaffhausen und längs des Kettenjuras sind infolge Erschöpfung oder zu geringer Entwicklung ganz unbedeutend.

Die Lagerstätte von Goumoëns-le-Jux im Waadtland weist zwar eine grössere Ausdehnung auf. Das Erz besitzt aber nur einen mittleren Eisengehalt von 12,5%. Die Bohnerzkörner sind konglomeratartig mit dem Boluston verwachsen, so dass sie nicht ausgewaschen werden können. Das Vorkommen wurde nie ausgebeutet und ist unter den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen wert-

los (12). Dagegen sind im Dünner- und im östlichen Münstertal (ca. 2,0 Mio t gewaschenes Erz) sowie im Delsberger Becken (ca. 2,5 Mio t gewaschenes Erz) noch mutmassliche Erzvorräte mit einem gesamten Eiseninhalt von etwa 2 Mill. t vorhanden (12).

Bei der Beurteilung der Abbauwürdigkeit dieser Lagerstätten ist zu berücksichtigen, dass die Erze im Grubenbau mit Wasserhaltung auf 100—130 m Tiefe abgebaut werden müssen, und dass die unregelmässige Erzführung kostspielige Erschliessungsarbeiten bedingt (Fig. 3). Wenn sodann in Rechnung gestellt wird, dass die Schüttung in den verhältnismässig ergiebigen Gruben des Dünnerntales und des Delsberger Beckens im Mittel nur 70—120 kg gewaschenes Erz pro m² beträgt und für 1 t dieses Erzes 2 t Roherde abgebaut werden müssen, so kann von der Bauwürdigkeit dieser Erzvorräte nicht die Rede sein. Nur in Kriegs- und Mangelzeiten, wenn es der schweizerischen Eisenindustrie nicht möglich ist, ihren Bedarf an Roheisen zu decken und die Gesteungskosten keine Rolle spielen, ist es nicht ausgeschlossen, dass die Grube von Delsberg vorübergehend wieder in Betrieb genommen wird, wie es während des letzten Weltkrieges (1941—1945) der Fall war. Während dieser Zeit wurden aus der Grube Prés Roses 30 627 t gewaschenes Bohnerz gefördert und im elektrischen Niederschachtofen von Choindez verhüttet (8).

Die alpine Ausbildung der Bohnerzformation an den Dents du Midi bietet nur wissenschaftliches Interesse (12).

III. Nichtoolithische Limonite

Im Neuenburger und Waadtländer Jura führen die Kalke der unteren Kreide lokal Einlagerungen von limonitreichen Schichten. Das bedeutendste Vorkommen befindet sich bei Auberson, wo es früher ausgebeutet wurde. Da sein Eisengehalt aber nur 14 bis 23% beträgt und das Lager eine Mächtigkeit von nicht mehr als 0,3 m besitzt, ist an einen Abbau nicht zu denken. Es ist nur wegen seiner mutmasslichen Ausdehnung erwähnenswert. Heute bedeutungslos sind auch die früher abgebauten Limoniterze von Arosa und vom Ofenpass (Il Fuorn).

IV. Die Hämatit-Lagerstätten

Gonzen (12, 13)

Diese Lagerstätte spielte in der Geschichte der schweizerischen Eisenerzzeugung seit dem Mittelalter eine wichtige Rolle und ist auch heute für den schweizerischen Bergbau noch von Bedeutung. Der Gonzen erhebt sich nördlich Sargans bis auf eine Höhe von 1833 m

und bildet den südöstlichen Eckpfeiler der Alviergruppe zwischen Rhein- und Seeztal. Er gehört der Säntis-Drusberg-Decke (helvetische Serie der nördlichen Kalkalpenzone) an, die bei der Faltung der Alpen aus ihrem südlich des Aarmassivs gelegenen Standort nach Norden geschoben wurde. Das Erzlager liegt vollkommen konkordant zwischen dem oberen und unteren Quintnerkalk (mittlerem Malm). Es bildet ein bis über 300 m breites und einige Kilometer langes Band von 1,5—1,8 m Mächtigkeit (Fig. 4), das ausser

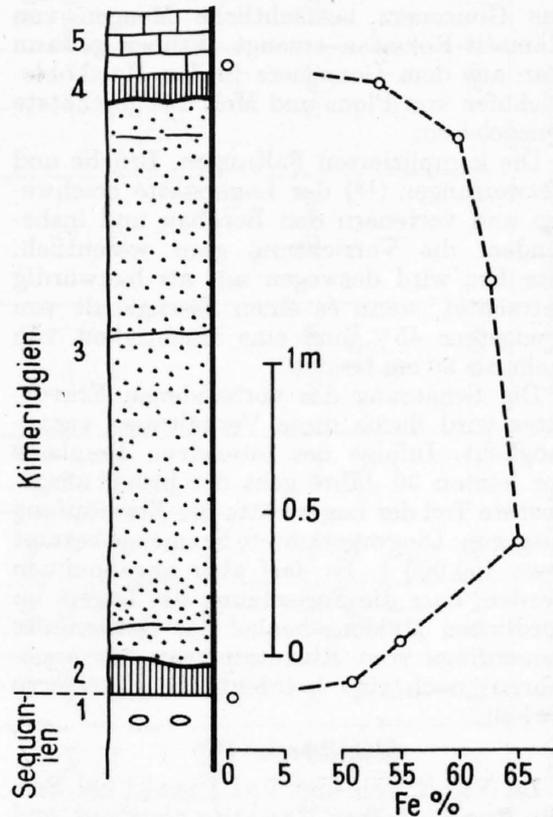


Fig. 4. Profil durch das Hämatitlager vom Gonzen (nach Epprecht (13)). 1) Knollenkalk (unterer Quintnerkalk); 2) kalkiges Roteisenerz; 3) Hämatiterz, massig bis etwas schichtig; 4) kalkiges Roteisenerz; 5) Plattenkalk.

der von SW—NO streichenden Faltung ein Axialgefälle von ca. 30° gegen NO aufweist und neben vielen kleineren Verwerfungen durch einige grössere Brüche gestört ist, die schon im äusseren Gebirgsbild auffallen.

Der Hauptbestandteil des Erzes, das ein spezifisches Gewicht von 4,4 besitzt, ist feinkristalliner Hämatit. Stellenweise ist auch etwas Magnetit beigemischt. Kennzeichnend für die Lagerstätte sind Einschaltungen von Manganerzen (Hausmannit und Rhodochrosit). An Kluftflächen und bei tektonischen Störungen kann der wenig erwünschte Pyrit auftreten (13).

Der chemischen Zusammensetzung nach enthält das Gonzenerz im Mittel 50% Eisen. Ausserdem ist Mangan, etwas mehr Kalk als Kieselsäure und sehr wenig Phosphor vorhanden. Der Schwefelgehalt ist ziemlich hoch. Ein grosser Teil des im Erz enthaltenen Pyrites kann aber auf dem Leseband entfernt werden.

Das Gonzenerz ist nach seiner Zusammensetzung ein hochwertiges Erz, das vorzugsweise zur Verbesserung des Möllers Verwendung findet. Infolge seines geringen P-Gehaltes wurden während des Zweiten Weltkrieges aus Gonzenerz beträchtliche Mengen von Hämatit-Roheisen erzeugt. Früher gewann man aus dem Gonzenerz in den Holzkohlehochöfen von Plons und Mels das geschätzte Spiegeleisen.

Die komplizierten Faltungen, Brüche und Verwerfungen (13) der Lagerstätte erschweren und verteuern den Bergbau und insbesondere die Vorrichtung ganz wesentlich. Das Erz wird deswegen nur als bauwürdig betrachtet, wenn es einen Eisengehalt von wenigstens 45% und eine Mächtigkeit von mehr als 80 cm besitzt.

Die Schätzung des vorhandenen Erzvorrates wird durch diese Verhältnisse verunmöglicht. Infolge des intensiven Bergbaus der letzten 30 Jahre geht der bisher ausgebeutete Teil der Lagerstätte der Erschöpfung entgegen. Die vorgerichtete Erzmenge beträgt etwa 150 000 t. Es darf aber angenommen werden, dass die Fortsetzung des Lagers im nördlichen Muldenschenkel der Gonzenfalte (neuerdings vom Rheintalniveau aus angefahren) noch eine beträchtliche Erzreserve enthält.

Mittelbünden (12)

Im Val Tisch und Val Plazbi bei Bergün wurden früher Hämatite abgebaut und im Holzkohlen-Hochofen zu Bellaluna verhüttet. Der vorhandene Erzvorrat umfasst nur einige tausend Tonnen.

Ebenfalls ohne wirtschaftliche Bedeutung jedoch wissenschaftlich interessant sind die zahlreichen Hämatit- und Sideritvorkommen des Val Ferrera. Es handelt sich um typische Verdrängungslagerstätten rasch wechselnder Mächtigkeit, z. T. begleitet von Manganerzen. Die meisten Erze sind sehr quarz- oder silikatreich.

V. Die Magnetitlagerstätten

Mont Chemin (15)

Die einzige Magnetitlagerstätte von einiger Bedeutung befindet sich am Mont-Chemin, einem Bergrücken zwischen dem Rhone- und dem Dransetal oberhalb Martigny. Die Erze bilden auf einer rund 3 km langen Zone

Linien oder besser gesagt, unregelmässig ausgebildete Erznesten an Skarn- und Marmorlagen gebunden, innerhalb der steilstehenden Gneise des östlichen Endes des Mont Blanc-Massivs. Während des Zweiten Weltkrieges wurden verschiedene dieser Linien mit Erzmengen von 6000—30 000 t abgebaut (15).

Der mittlere Eisengehalt der Mont Chemin-Erze beträgt 25—30%. Sie wurden auf der Setzmaschine zu Konzentraten aufgearbeitet, deren Eisengehalt etwa 43% erreichte. Die Erze führen etwas Phosphor und Schwefel und besitzen einen schwachen Säureüberschuss.

Der Bergbau geht bis ins 18. Jahrhundert zurück, war aber nie erfolgreich. Auf Grund von magnetometrischen Vermessungen, die mehrere Erzlinien feststellten, wurde er im Frühling 1940 wieder aufgenommen. Es zeigte sich im Verlauf der Arbeiten, dass die Vererzung der Linien ausserordentlich unregelmässig ist. Zonen mit einem Eisengehalt von 40—50% wechseln unvermittelt mit eisenarmen oder sogar erzfreien Zonen. Ebenso sprunghaft sind Ausdehnung und Mächtigkeit der vererzten Schichten. Durch diese Verhältnisse wurde der Bergbau stark erschwert und verteuert. Bis zur Einstellung des Bergwerkes im Jahre 1943 wurden im ganzen 54 000 t Roherze bzw. 33 000 t Konzentrate mit einem Eisengehalt von rund 40% ausgebeutet.

Über den vorhandenen Erzvorrat lässt sich infolge der unregelmässigen Erzführung der Lagerstätte nichts Bestimmtes aussagen. Es ist anzunehmen, dass sich die Erznesten nach der Tiefe fortsetzen und vielleicht eisenreicher werden. Irgendwelche Anhaltspunkte für die Schätzung der Erzreserve sind aber nicht vorhanden.

Der Bergbau während des letzten Weltkrieges hat gezeigt, dass die Lagerstätte unter normalen wirtschaftlichen Verhältnissen nicht abbauwürdig ist, obwohl die selbstgängigen Konzentrate infolge ihres geringen Phosphorgehaltes gerne verhüttet wurden (15).

Im Simplon- und Binntalgebiet sind verschiedene Fundstellen von Eisenerzen mit vorwiegend Magnetit bekannt, meist an Triasdolomit gebunden, so bei Rosswald, Helsen, Feldbach etc., wo früher zum Teil Bergbau umging. Sie sind aber ohne jede wirtschaftliche Bedeutung (15), ebenso ein Magnetitvorkommen bei Truns im östlichen Aarmassiv.

c) Das Inventar der schweizerischen Eisenerze

Der Vorrat der Schweiz an Eisenerzen und Eisen ist in Tabelle 6 zusammengestellt und ergibt folgendes Bild:

Tabelle 6.

Inventar der schweizerischen Eisenerze.

Art der Erze	Vorkommen	Mittel-Analyse ¹⁾ in % (auf 105° C getrocknet)							Bisherige ²⁾ Ausbeutung		Sichtbar od. aufgeschlossen		Wahrscheinl. vorhanden ³⁾		Bauwürdig ⁴⁾		
		Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S	Glühverlust	Erz-Vorrat t	Eisen-Vorrat t	Erz-Vorrat t	Eisen-Vorrat t	Erz-Vorrat t	Eisen-Vorrat t	
I. Eisenoolithe																	
Jura	Schaffhausen	20	0,01	20	8	15	3	0,4	0,2	20	—	—	1 500 000	300 000	—	—	
Jura	Fricktal	28	0,3	15	6,5	11,6	1,9	0,5	0,16	18,5	1 350 000	10 000 000	34 000 000 ⁵⁾	9 000 000	70 000 000	19 000 000	
Jura	Erlinsbach	25	0,3	14	11	15	1	0,3	0,2	21,0	—	—	875 000	220 000	—	—	
Jura	Scheulte	25	0,24	10,6	3,6	25,9	—	0,39	0,11	25	—	—	—	—	—	—	
Jura (Spatkalk)	Wölfinswil/Mandach	12	—	5	—	40	1	0,12	0,2	34	—	—	75 000 000 ⁶⁾	9 000 000	—	—	
Alpen	Erzegg	38	0,1	14	10	4	2	0,7	0,9	11	150 000	114 000	1 000 000	380 000	—	—	
Alpen	Chamoson	31	0,3	16,4	12	5,8	1,8	0,4	0,3	14	40 000	62 000	300 000	93 000	—	—	
II. Bohnerze⁸⁾																	
Jura	Schaffhausen	43	0,34	11,4	12,6	0,1	0,1	0,03	0,07	12,8	172 000	—	160 000	70 000	—	—	
Jura	Aarau-Biel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57 000	—	—	—	—	—	
Jura	Dünnern-u. Münsterla ¹⁾	44	—	11,8	7,9	0,09	0,06	0,06	—	11,0	100 000	—	2 000 000	880 000	—	—	
Jura	Delsberger Becken	44	0,3	11,5	11	0,13	0,10	0,02	0,1	13,5	1 530 000	—	2 500 000	1 100 000	—	—	
Jura	Goumoëns-le-Jux	12,5	0,3	50	18,7	0,4	0,06	0,04	0,3	8	—	—	200 000 000 ⁶⁾	25 000 000	—	—	
Alpen	Dents du Midi	30	0,07	36	15,5	0,1	1,2	0,06	0,5	5	—	—	—	—	—	—	
III. Limonite																	
Jura	Auberson	19	—	4,6	16,8	28,8	2,2	0,2	0,1	10	—	—	—	—	—	—	
IV. Hämatite																	
Alpen	Gonzen	50	0,8	5,25	0,6	7,5	0,9	0,05	0,6	5,6	1 650 000	75 000	1 000 000 ⁶⁾	500 000	1 000 000	500 000	
Alpen	Val Tisch ¹³⁾	51,5	1,25	12,7	3,7	3,6	0,6	0,02	1,2	2	2 200	—	1 500	—	—	—	
Alpen	Val Ferrera(Stariera) ¹³⁾	30	21	12	0,2	6,2	1,5	0,1	0,2	—	—	—	—	—	—	—	
Alpen	Mont Chemin	30 ¹²⁾	—	17	2	5	12,5	0,1	0,3	—	67 000	2 100	—	—	—	—	

Bemerkungen: 1) Die Analysen entsprechen dem Mittel der Lagerstätten. Es wurden hauptsächlich die neuen Analysen berücksichtigt. 2) Totalförderung bis 1950. 3) Auf die Angabe der möglicherweise vorhandenen Erzvorräte wurde wegen Mangels an Indikationen verzichtet. 4) Als bauwürdig werden die Lagerstätten betrachtet, die gegenwärtig ausgebeutet werden. 5) Mittlerer Eisengehalt über 28%. 6) Mittlerer Eisengehalt 25—27%. 7) Kann eventuell als basischer Zuschlag zum Möller verwertet werden. 8) Gewaschene

Erze. 9) Nur der Vollständigkeit halber aufgeführt. Ist eigentlich kein Erz. 10) Da vom Bergwerk keine Schätzung erhältlich war, wurde diese Zahl vom Autor eingesetzt. 11) Auf eine Schätzung der möglicherweise in der Tiefe vorhandenen Erzinseln wurde mangels aller Anhaltspunkte verzichtet. 12) Mittlerer Fe-Gehalt der Roherze. 13) Einzelanalyse.

1. Als abbauwürdig dürfen unter normalen wirtschaftlichen Verhältnissen nur die Lagerstätten am Gonzen und im Fricktal betrachtet werden.
2. Die sichtbare oder aufgeschlossene Erzmenge dieser beiden Vorkommen beträgt etwa 36 Mio t mit einem Eiseninhalt von rund 10 Mio t.
3. Die (sichtbare und) wahrscheinlich vorhandene Erz- und Eisenmenge dieser Lagerstätten kann unter der Voraussetzung der Aufbereitung der Fricktaler Erze auf 71 Mio t beziehungsweise 19,5 Mio t geschätzt werden.
4. In diesen Zahlen sind weder die Abbaunoch die Aufbereitungsverluste enthalten.

d) Vergleich mit der letzten Schätzung

Der letzte von C. Schmidt für den internationalen Geologenkongress von Stockholm im Jahre 1910 verfasste Bericht (6) kam zum Schluss, dass das Hämatitvorkommen am Gonzen und die Bohnerze des Delsberger Beckens mit einem gesamten Erzvorrat von 1,6 Mio t entsprechend 750 000 t Eisen die einzigen Lagerstätten seien, die unter gewissen Voraussetzungen als abbauwürdig betrachtet werden dürfen. Das heutige Erzinventar zeigt gegenüber den Schätzungen Schmidts eine auffallende Verschiedenheit, die für ein geologisch so gut erforschtes Land, wie es die Schweiz schon zu Beginn dieses Jahrhunderts war, nicht ohne weiteres verständlich ist. Dass Schmidt nicht seine persönliche Meinung vertrat, geht daraus hervor, dass Albert Heim noch im Jahre 1917 behauptete, es seien in der Schweiz keine unbekannt Lagerstätten nutzbarer Rohstoffe vorhanden*).

Diese Meinung war allgemein verbreitet, weil sich die Erforschung der Lagerstätten damals auf geologische und mineralogische Untersuchungen beschränkte. Für die bergwirtschaftliche Erschürfung der Vorkommen wurden weder vom Staat, noch von privaten Interessenten die nötigen Mittel zur Verfügung gestellt. Auch die äusserst bescheidenen Subventionen der Schweiz. Geotechnischen Kommission, die damals gerade ihre Untersuchungen begannen, reichten dafür nicht aus.

Erst als im Laufe des Ersten Weltkrieges die Versorgung des Landes mit ausländischen mineralischen Rohstoffen gefährdet war, erinnerte man sich wieder an die früher ausgebeuteten Lagerstätten. Es ist das Verdienst der Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung schweizerischer Erzlagerstätten (4), die Bauwürdigkeit der einheimischen Eisenerzvorkommen abgeklärt zu haben. Für die

*) **Albert Heim:** Vaterländische Naturforschung. Vortrag gehalten vor Vertretern der Bundesversammlung am 24. Sept. 1917. Bern 1917.

Hämatitlagerstätte am Gonzen verfolgte das «Gonzensyndikat Sargans», das im Mai 1917 gegründet wurde, das gleiche Ziel (13).

e) Zukünftige Förderung

Seit der Beendigung des Zweiten Weltkrieges sind nur noch die Eisenerzgruben Gonzen und Herznach in Betrieb mit einer Jahresproduktion von 50 000 bis 100 000 t Erzen. Der grösste Teil derselben wird exportiert.

Ein rohstoffarmes Land wie die Schweiz sollte eigentlich keine Erze ausführen, wenn nicht, wie z. B. während des Zweiten Weltkrieges, zwingende Gründe (Kompensation mit Eisen) vorliegen. Es ist deswegen zweckmässig, nur diejenigen Erzmengen an das Ausland zu verkaufen, deren Erlös zur Aufrechterhaltung der Bergbaubetriebe nötig ist.

Da das Bergwerk Herznach für eine maximale Tagesförderung von 1000 t, das Bergwerk Gonzen für eine solche von 500 t ausgebaut sind, könnte im Bedarfsfalle eine maximale Jahresproduktion von 450 000 t Erz mit einem Eisengehalt von rund 165 000 t erreicht werden.

f) Unbekannte Eisenerzlagerstätten

Die Frage ist berechtigt, ob mit den modernen geophysikalischen Methoden nicht Eisenerzlagerstätten festgestellt werden können, die heute noch unbekannt sind. Die Erfahrungen haben gerade in der Schweiz gezeigt, dass es gefährlich ist, diese Möglichkeit rundweg in Abrede zu stellen.

Durch die systematischen Untersuchungen der Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung schweizerischer Erzlagerstätten wurde diese Frage weitgehend abgeklärt. Leider muss festgestellt werden, dass die Möglichkeit, neue abbauwürdige Eisenerzvorkommen zu finden, sehr gering ist; eher ist die Feststellung von grösseren abbauwürdigen Erzvorräten im Anschluss an bekannte Vorkommen möglich. Dies gilt besonders für die Magnetitlagerstätte Mont-Chemin. Es wurde darauf hingewiesen, dass das Vorhandensein von Erzkonzentrationen in der Tiefe nicht ausgeschlossen sei. Es wäre in Anbetracht des geringen Phosphorgehaltes der Erze von Wert, wenn diese Frage in nächster Zukunft abgeklärt werden könnte.

g) Die schweizerischen Eisenerzvorräte im Vergleich zu den Eisenerzvorräten der Erde

Die sicher vorhandenen beziehungsweise aufgeschlossenen Eisenerzvorräte der Erde werden auf Grund der neuesten Ermittlungen (10) zu rund 35 Mia t angegeben. Da die gesamte Bevölkerung der Erde im Jahre 1949 auf 2378 Mio geschätzt wurde, berechnet sich der Eisenerzvorrat per Kopf

auf rund 15 t. — Im Vergleich dazu betragen die Erzreserven der Schweiz pro Kopf der Bevölkerung nur 8 t oder die Hälfte.

III. Statistische Angaben

1. Förderung und Ausfuhr der Eisenerze (Tabelle 6 und 7)

- a) Die Erzförderung bis zum Jahre 1878 (1) darf nur als rohe Schätzung betrachtet werden.

Von 1878 bis 1920 beschränkte sich der schweizerische Eisenerzbergbau auf das Delsberger Becken. Von dieser Zeit an sind die statistischen Angaben genauer. 1920 kam der Bergbau am Gonzen in Gang. 1926 wurde der Bohnerzbau eingestellt. Dafür werden seit 1937 die oolithischen Doggererze im Fricktal abgebaut. In den Jahren 1940—1945 wurden vorübergehend die Lagerstätten Mont-Chemin und Delsberg wieder ausgebeutet, so dass während des Zweiten Weltkrieges 4 Eisenerzgruben in Betrieb standen.

- b) Tabelle 6 zeigt, dass bis heute schätzungsweise etwas über 5 Mio t Eisenerze gefördert wurden. Fast genau die Hälfte dieser Erze wurden von 1920—1950 abgebaut, und zwar in den modernen Bergwerken Gonzen und Fricktal. Daraus geht hervor, wie klein die früher gewonnenen Erzmengen waren.
- c) Abgesehen von den unbedeutenden Lieferungen von Bohnerz aus dem bernischen Aargau und der Grafschaft Baden zur Zeit der Holzkohlen-Hochöfen an die Hütten von Wehr und Albrugg, wurden bis 1920 keine Schweizer Erze ausgeführt. Die Gonzen- und Fricktaler Erze waren auf den Export angewiesen, weil sie im Inland nicht wirtschaftlich verhüttet werden konnten. Erst seit 1946 werden die letzteren dem elektrischen Ofen von Choindez zugesetzt, wobei als Reduktionsmittel hauptsächlich Walliser Anthrazit Verwendung findet.
- d) In Tabelle 7 ist die Einfuhr der Pyriterze, die ausschliesslich zur Fabrikation von Schwefel und Schwefelsäure dienen, und die Ausfuhr der Pyritasche nicht enthalten, weil die letztere während längerer Zeit an die Exportländer zurückging.
- e) Die Jahresförderung des schweizerischen Eisenerzbergbaues erreichte 1941 mit über 314 000 t und einem Eisengehalt von rund 113 000 t ihr Maximum. Im gleichen Jahre wurde mit 236 000 t Erzen, denen ein Eisengehalt von über 92 000 t entsprach, die grösste Ausfuhr erzielt. Aus diesen Zahlen geht die wirtschaftliche Bedeutung des schweizerischen Eisenerz-

bergbaues klar hervor. Um seine kriegswirtschaftliche Bedeutung richtig zu verstehen, muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass während des Ersten Weltkrieges nur die Grube von Delsberg mit einer mittleren Jahresförderung von 6 200 t Erz (1914—1918 im ganzen 31 246 t Erze mit rund 12 500 t Eisen) in Betrieb stand.

2. Eisenerzeugung und Eisenverbrauch (Tabellen 8, 9, 10)

- a) Über die Eisenerzeugung vom ausgehenden Mittelalter bis zum Ende des 19. Jahrhunderts gibt Tabelle 8 Auskunft (1). Die Produktionszahlen umfassen die Werke des Hammerbundes und sämtliche Holzkohlen-Hochöfen. Sie beruhen zum grossen Teil auf Schätzungen, deren Grundlagen recht unsicher sind. Sie dürfen daher nur als eine ganz allgemeine Orientierung über die Grössenordnung der Eisenerzeugung während der Zeit des Holzkohlen-Hochofens angesprochen werden.

Im 19. Jahrhundert fliessen die Quellen reichlicher. Im Jahre 1849 bestanden 10 Hochöfen (Plons, Bellefontaine, Courrendlin, Undervelier, Delsberg, Choindez, Rondez, Klus, Laufen, Ardon) und 30 Frischfeuer mit den dazugehörigen Hammer- und Walzwerken. Im Jahre 1858 erreichte die Erzeugung von Holzkohlen-Roheisen mit 13 700 t ihren höchsten Stand. Schon 9 Jahre später war sie auf 7900 t gesunken. Im Jahre 1877 wurde der Holzkohlen-Hochofen von Choindez auf Koks umgebaut, 1935 abgetragen und 1943 durch einen elektrischen Niederschachtofen ersetzt.

- b) Für die Stahlerzeugung bildete der Schrott von jeher das Ausgangsmaterial. Die ursprünglich verwendeten Schweiss- und Martinöfen wurden nach dem Ersten Weltkrieg durch die den schweizerischen Verhältnissen besser entsprechenden elektrischen Öfen verdrängt.

Aus der Tabelle 9 ist ersichtlich, dass die Erzeugung von Roheisen und Rohstahl seit dem Ersten Weltkrieg stark gestiegen ist. Wenn die grösste Jahresproduktion (ohne Ferrolegierungen) während des Ersten Weltkrieges noch 70 000 t betrug, so erhöhte sie sich während des Zweiten Weltkrieges auf 144 000 t und übertraf damit für das Jahr 1944 die Einfuhr. Die Erzeugung deckte somit für dieses Jahr über 50% des Verbrauches. Seither ist die Produktion von Eisen und Stahl infolge der Koreakrise weiter auf 164 000 t angestiegen.

Tabelle 7. Förderung und Ausfuhr der schweizerischen Eisenerze in den Jahren 1800—1950

Jahr	Bohnerzlagerrstätten ¹⁾		Gonzen		Fricktal		Mont Chemin		Total		Ausfuhr (in Tonnen)	
	Erze	Fe-Gehalt	Erze	Fe-Gehalt	Erze	Fe-Gehalt	Erze	Fe-Gehalt	Erze	Fe-Gehalt	Erze	Fe-Gehalt
1800	4 500 ²⁾	1 800	—	—	—	—	—	—	4 500	1 800	—	—
1850	15 000 ²⁾	6 000	—	—	—	—	—	—	15 000	6 000	—	—
1875	12 000 ²⁾	4 800	—	—	—	—	—	—	12 000	4 800	—	—
1900	8 000 ²⁾	3 200	—	—	—	—	—	—	8 000	3 200	—	—
1910	5 600	2 200	—	—	—	—	—	—	5 600	2 200	—	—
1920	5 936	2 400	12 000	6 000	—	—	—	—	17 936	8 400	10 000	5 000 ³⁾
1930	—	—	66 900	35 000	—	—	—	—	66 900	35 000	60 000	30 000
1937	—	—	43 139	21 560	33 334	9 999	—	—	76 473	31 559	100 380	43 500 ⁴⁾
1938	—	—	63 371	31 580	44 070	13 421	—	—	107 441	45 001	115 007	47 900 ⁴⁾
1939	—	—	46 941	23 470	72 872	21 861	—	—	119 813	45 331	143 403	56 800 ⁴⁾
1940	—	—	51 713	25 850	112 565	33 768	—	—	169 070	61 618	160 776	59 000
1941	69	28	100 418	50 000	209 907	62 310	4 792 ⁵⁾	2 000	314 230	113 938	236 576	92 300
1942	8 052	3 200	107 329	53 700	175 068	52 500	3 836 ⁵⁾	1 600	304 673	115 400	221 458	89 200
1943	11 988	4 800	98 074	49 100	156 505	46 950	14 224 ⁵⁾	6 000	276 959	105 250	205 210	85 000
1944	8 472	3 400	93 288	46 700	112 739	33 828	10 393 ⁵⁾	4 400	214 499	83 928	176 935	74 500
1945	2 046	800	15 289	7 770	—	—	—	—	17 385	8 570	11 881	5 900
1946	—	—	53 618	26 800	—	—	—	—	53 618	26 800	51 042	25 500
1947	—	—	51 240	25 600	13 700	3 810	—	—	64 940	29 410	41 709	20 800
1948	—	—	60 531	30 250	26 759	8 028	—	—	87 290	38 278	63 859	32 000
1949	—	—	68 345	34 170	22 058	6 618	—	—	90 403	40 788	68 605	34 000
1950	—	—	38 128	19 060	17 187	5 857	—	—	55 315	24 917	37 309	18 000

Bemerkungen:

1) Der Einfachheit halber wurde die Förderung von 1800—1878 unter die Bohnerzlagerrstätten eingerechnet. 1878—1920 wurde nur Bohnerz in Delsberg abgebaut.

2) Geschätzt auf Grund der Roheisenerzeugung.

3) Im Jahre 1920 wurden zum erstenmal schweizerische Eisenerze, und zwar Gonzenenerze, ausgeführt.

4) Ausfuhr grösser als Förderung infolge der vor dem Krieg angelegten Erzlager.

5) Aufbereitete Erze.

Tabelle 8.

Produktion der schweizerischen Holzkohlen-Hochöfen (einschliesslich der Rennherde des Hammerbundes)

Art der Erze	Holzkohlen-Hochöfen	1500—1599			1600—1699			1700—1799			1800—1889	
		In Betrieb während den Jahren	Produktion		In Betrieb während den Jahren	Produktion		In Betrieb während den Jahren	Produktion		In Betrieb während den Jahren	Maximale Produktion Einzeln
			Einzeln	Jahresmittel		Einzeln	Jahresmittel		Einzeln	Jahresmittel		
I. Eisenerze Jura und Alpen	1) Hammerbund	1500—1599	ca. 100 ¹⁾	1600—1699 ²⁾	ca. 150 t ²⁾	1700—1743	—	100 t ²⁾	—	—	—	—
	2) Mühletal	1500—1600	ca. 30 t	1600—1699	50 t	1700—1799	ca. 50 t	25 t	1800—1813	—	?	?
	3) Melchtal	1551—1556	?	1620—1689	50 t	—	—	—	—	—	—	—
	4) Laufen a. Rh.	—	—	1693—1699	—	1700—1770	?	—	—	1810—1850	—	300 t
	5) Gänssbrunnen	1512—1585	—	1690—?	—	—	—	—	—	1804—1846	—	1500 t
	6) Erschwil	1500—1590	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	7) Bassecour ⁴⁾	1516—1535	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8) Charmoille	1563—1584	33 t	ca. 50 t	—	1769—1799	150 t	—	—	—	—	—
	9) Bellefontaine	—	40 t ²⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10) Reuchenette	—	—	1654—1694	?	—	—	—	—	—	—	1500 t
	11) Courrendlin	1599	—	1600—1699	250 t	1700—1799	320 t	—	—	1800—1866	—	2700 t
	12) Undervelier	—	—	1626 ⁶⁾	?	1746—1767	240 t	—	—	1800—1880	—	1500 t
	13) Klus	—	—	—	—	—	—	—	—	1811—1877	—	1500 t
	14) Delsberg	—	—	—	—	—	—	—	—	1838—1863	—	1500 t
	15) Rondez	—	—	—	—	—	—	—	—	1854—1889	—	2000 t
	16) Choindez	—	—	—	—	—	—	—	—	1843—1877 ⁸⁾	—	2000 t
III. Limonite	17) Mouille-Mougnon	1572—1599	ca. 30 t	1600—1607	30 t	—	—	—	—	—	—	—
	18) Noirvaux	—	—	1603—1640	30 t	—	—	—	—	—	—	—
	19) Jougnenaz	—	—	—	—	1761—1785	100 t	75 t	—	—	—	—
IV. Hämatite	20) Plons (Flums, Mels)	1500—1599	?	1600—1699	—	1700—1744	—	ca. 100 t	1825—1868	—	800 t	—
	21) Bergün und Bellaluna	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	22) Ferrera	1568—?	—	—	—	—	—	—	1833—1837	—	500 t	—
	23) Truns	—	—	1609—1656	—	—	—	—	1820—1845	—	?	—
V. Magnetite	24) Ardon	—	—	—	—	—	—	—	1826—1862	—	1700 t	—
Mittlere gesamte Jahresproduktion		1500—1599	ca. 250 t	1600—1699	ca. 650 t	1700—1799	800 t	800 t	um 1858	ca. 13 700 t		

Bemerkungen: ¹⁾ In Roheisen umgerechnet; das Kontingent der Hammerbündwerke betrug etwa 70 t Schmiedeseisen. ²⁾ Der erste Hochofen am Rhein entstand 1684. ³⁾ Ausschliesslich Roheisen, das aus Fricktader Erz erzeugt wurde. ⁴⁾ In Bassecour bestand nur ein Rennfeuer. ⁵⁾ Nach Wurstiesen. ⁶⁾ Betrieb

häufig wegen Kohlen- und Erz mangels unterbrochen; 1649—1651 jährlich 75 t. ⁷⁾ Die angegebenen Zahlen geben die Roheisenproduktion an, woraus 66—75% Schmiedeseisen erzeugt wurden. ⁸⁾ Seit 1877 mit Koks betrieben.

Tabelle 9. Roheisen- und Rohstahlerzeugung und Eisenverbrauch

Jahr	Roheisen t	Erzeugung Rohstahl t	Total	Einfuhr Pos.	Total Verbrauch t
				710a bis 742 (ohne 711 [Schrott] 732, 734—36, 738—41) t	
1800	2 000	—	2 000	1 000	3 000
1850	9 100 ¹⁾	—	9 100	16 400	25 500
1875	8 400	3 000	11 400	121 300	132 700
1900	9 700	36 700 ²⁾	46 400	257 600	304 000
1910	17 700	36 800 ³⁾	54 500	352 900	407 400
1920	— ⁴⁾	46 400	46 400	341 300	387 700
1930	20 000	23 700	43 700	524 900	568 600
1937	— ⁴⁾	40 000 ⁵⁾	40 000	510 700	550 700
1938	— ⁴⁾	40 000 ⁵⁾	40 000	335 000	375 000
1939	1 700	40 000 ⁵⁾	41 700	513 100	554 800
1940	6 400	39 900	46 300	397 500	443 800
1941	9 500	74 200	83 700	225 800	309 500
1942	12 400	82 300	94 700	284 000	378 700
1943	19 500	92 200	111 700	157 000	268 700
1944	31 000	113 200	144 200	140 400	284 600
1945	5 200	106 800	111 000	125 100	236 100
1946	11 600	34 000	45 600	570 100	615 700
1947	12 000	92 000	104 000	585 900	689 900
1948	36 000	120 000	156 000	653 900	809 900
1949	32 000	124 000	156 000	354 300	510 300
1950	34 000	130 000	164 000	499 100	663 100

Bemerkungen: ¹⁾ Roheisen und Rohstahl zusammen. ²⁾ Schweiss- und Flusseisen. ³⁾ Schweiss-, Fluss-, Elektroisen und synthetisches Roheisen, aber ohne Ferrolegierungen. ⁴⁾ Hochofen Choindez wurde 1918 vorübergehend und 1935 definitiv ausgeblasen. ⁵⁾ Geschätzt. ⁶⁾ Rohstahl wird weder ausgeführt noch eingeführt. Es wird nur Halbzeug eingeführt.

Tabelle 10. Ein- und Ausfuhr von Schrott

Jahr	Einfuhr t	Ausfuhr t
1910	18 389	35 145
1920	27 670	6 217
1930	2 760	65 215
1937	3 052	97 553
1938	1 512	77 215
1939	13 777	43 786
1940	117	29 851
1941	204	33 114
1942	711	732
1943	768	424
1944	591	—
1945	334	—
1946	6 814	19 501
1947	57 331	11 024
1948	58 129	3 636
1949	59 189	1 007
1950	4 340	31 800

c) Die Weltstahlproduktion wurde anfangs der 40er Jahre aus rund 60% Erzen und 40% Schrott erzeugt (10). Für den Alteisenverbrauch der Schweiz geben die Einfuhr- und Ausfuhrzahlen der Tab. 10 kein richtiges Bild, da in derselben der inländische Schrottanfall nicht erfasst ist. Dieser wurde vor dem Zweiten Weltkrieg auf jährlich 100 000 t geschätzt und verteilte sich zu 60% auf Eisenschrott, zu 20% auf Eisenspäne, zu 15% auf Gussbruch und zu 5% auf Gußspäne. — Aus der Tabelle geht hervor, dass mit Ausnahme der Kriegs- und Nachkriegsjahre der Schrott-

export bedeutend grösser ist als der Import. Wenn der Verbrauch der schweizerischen Eisenindustrie an Schrott vor dem Krieg im Mittel auf 70 000 t jährlich geschätzt wurde, so konnte dank der Organisation der Kriegswirtschaft (Sektion für Eisen und Maschinen) dem Verbrauch während der Jahre 1941—1946 im Jahresmittel rund 145 000 t Schrott zur Verfügung gestellt werden (10).

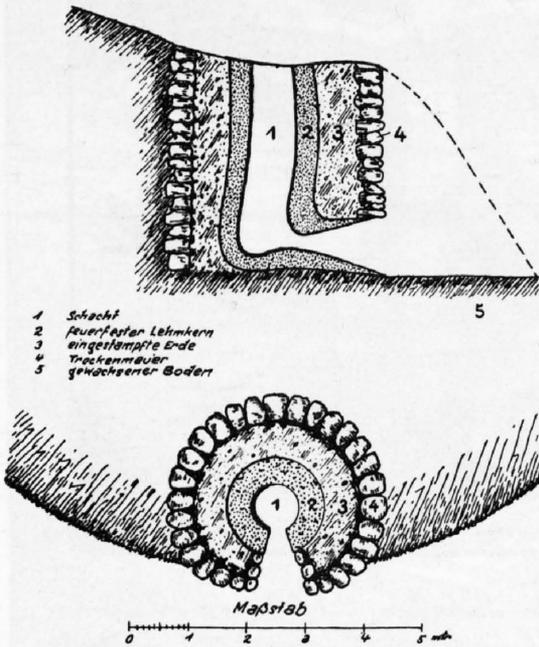
d) In den Einfuhrzahlen für Stahl und Eisen (Pos. 710a—742 der Tabelle 9) sind neben dem Alteisen (siehe Tabelle 10) verschiedene kleine Positionen nicht erfasst. Sie machen im ganzen jedoch nur 0,75% der Totaleinfuhr aus und fallen daher nicht in Betracht.

e) Der Eisen- und Stahlverbrauch betrug im Jahre 1800 pro Kopf der Bevölkerung rund 1 kg. Er erreichte im Jahre 1850 etwa 10 kg und stieg um die Jahrhundertwende auf mehr als 100 kg. Diese Zahlen illustrieren die rasche Anpassung unseres Landes an die moderne Technik in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts. Der totale Eisen- und Stahlverbrauch der Schweiz erreichte im Jahre 1950 mit 663 000 t sein vorläufiges Maximum und betrug pro Kopf der Bevölkerung rund 150 kg, d. h. das Doppelte des auf 75 kg geschätzten mittleren Verbrauches pro Kopf der Erdbevölkerung.

IV. Historische Angaben

1. Die Technik der Eisenerzverhüttung

Die Eisenerzeugung im Rennherd oder Rennfeuer (Fig. 5) geht in der Schweiz bis auf die Kelten und Römer zurück. Der Ofen wurde



- 1 Schacht
- 2 feuerfester Lehmkern
- 3 eingelampte Erde
- 4 Trockenmauer
- 5 gewachsener Boden

Fig. 5. Alter Schmelzofen (bei Undervelier).

durch die obere Öffnung des Schachtes beschickt. Der Möller bestand abwechselungsweise aus einer Schicht Holzkohle und einer Schicht Erz. Als Zuschlag fand gebrannter Kalk Verwendung. Nach der Erreichung einer genügend hohen Temperatur tropfte das flüssige Eisen auf den Herd und bildete hier die sogenannte Luppe. Mit einer Schmelzung liessen sich im Rennherd 10 bis 20 kg Eisen erzeugen. Das Eisenausbringen betrug im Mittel nur 30%. Für die Erzeugung von 1 t Luppen-Eisen waren ungefähr 70 Ster Holz notwendig, das vorher im Meiler verkohlt werden musste. Die alten Schlacken enthielten bis 43% Eisen und wurden während des Krieges da und dort aufgearbeitet. Das charakteristische der Technik des Rennherdes bestand darin, dass er Luppen erzeugte, die sich zu schmiedbarem Eisen verarbeiten liessen.

Durch die Vergrößerung des Rennherdes und die Erhöhung seines Schachtes entstand der Schacht- oder Stückofen, der mit einem Gebläse

ausgestattet war, das in der Regel durch sein Wasserrad angetrieben wurde (Fig. 6). Eine Schmelzung in diesen Öfen dauerte 12—18 Stunden und ergab Luppen im Gewicht von 300—700 kg. Der einzige Unterschied gegenüber dem Rennherd bestand in der grösseren Leistung.

Erst mit der Einführung des Hochofens erfuhr die Hüttentechnik eine bedeutende Entwicklung. Sie war dadurch gekennzeichnet, dass im Hochofen nicht mehr, wie im Rennherd, eine schmiedbare Luppe, sondern flüssiges Roheisen entstand. Um daraus Schmiedeseisen zu erhalten, musste das Roheisen einer zweiten Operation, dem sogenannten Frischen, unterworfen werden. Das gefrischte Eisen hiess deshalb auch «zweigeschmelztes» Eisen. Gegenüber dem Rennherd besass der Hoch- oder Blasofen, wie er auch genannt wurde, neben der bedeutend grösseren Leistungsfähigkeit ein besseres Ausbringen. Der grösste Vorteil der neuen Technik bestand jedoch in der homogeneren Zusammensetzung und der besseren Qualität des gefrischten Eisens.

Die ersten Blashochöfen sind ungefähr um die Mitte des 15. Jahrhunderts am Niederrhein (in der Gegend von Lüttich) nachgewiesen. In die Schweiz kamen sie nicht vor dem Anfang des 16. Jahrhunderts. Wahrscheinlich wurde der erste schweizerische Blasofen in Erschwil aufgestellt, wo der Rat von Solothurn dem Basler Bürger Hans Rudolf Gowenstein im Jahre 1512 die Erlaubnis erteilte, einen Schmelzofen, ein Läuterfeuer und ein Hammerwerk zu bauen. Unter dem Läuterfeuer ist ohne Zweifel ein Frischfeuer zu verstehen, was auf die Verhüttung im Holzkohlen-Hochofen schliessen lässt. Im Jahre 1516 wurde dann im Auftrag

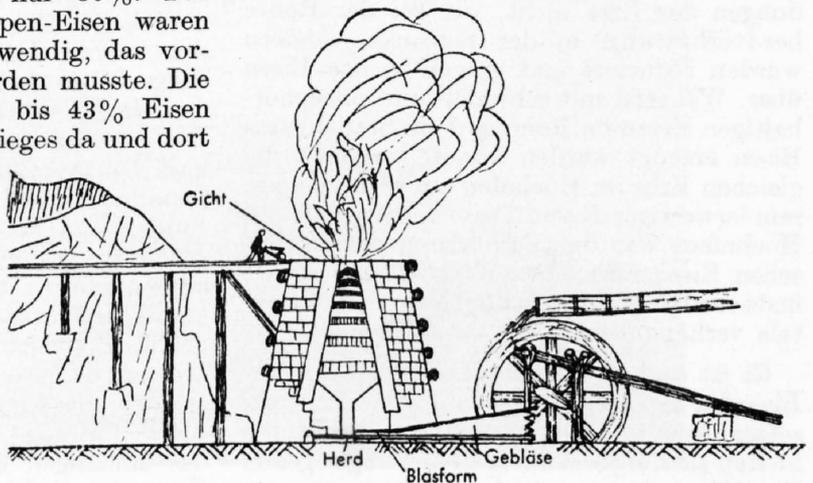


Fig. 6. Schachtöfen.

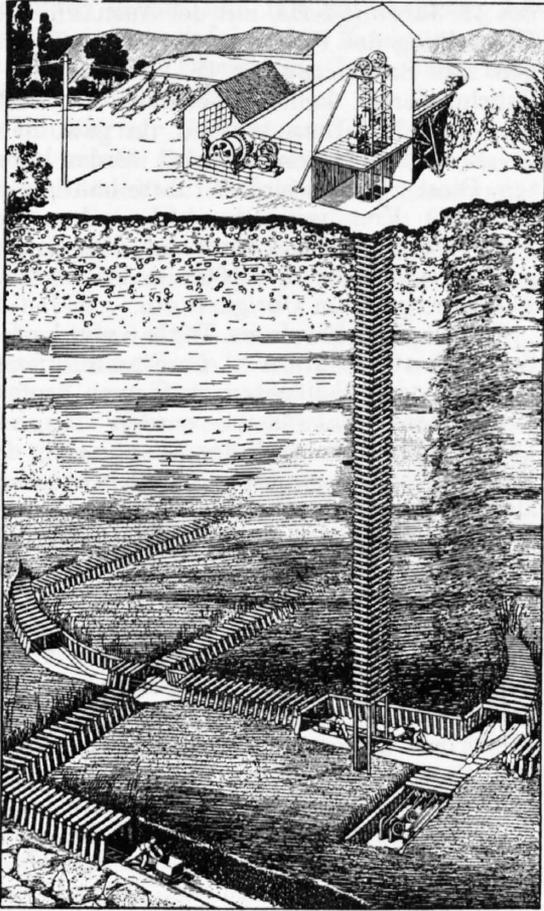


Fig. 8. Schematische Darstellung einer Bohnerzgrube mit Schachtförderung um 1890.

auch kleine Lagerstätten, wie sie in der Schweiz häufig vorkommen, wirtschaftlich ausgebeutet werden konnten.

Von mehr als lokaler Bedeutung war schon im Mittelalter der Bergbau am Gonzen

dank der Qualität seiner Erze, aus denen im Rennherd ein ausgezeichnetes Eisen hergestellt wurde. Im Jahre 1315 bestanden Schmelzöfen in Plons (Abb. 9), Mels und Flums, von denen gleichzeitig nur einer im Betrieb war. Das Bergrecht gehörte zuerst den Grafen von Werdenberg-Sargans, ging dann an die Herzöge von Österreich und nach dem Alten Zürichkrieg an die Eidgenossen über und wurde den «Isenherren» verpachtet. Obwohl die letzteren häufig wechselten und wenig Nachrichten aus dieser Zeit vorhanden sind, steht fest, dass Bergwerk und Hütte vom 14. bis zum 16. Jahrhundert ununterbrochen in Betrieb waren. Die Lage an einem internationalen Verkehrsweg brachte es mit sich, dass das Gonzen eisen bis in die Westschweiz und bis nach Italien verkauft wurde. Von ganz besonderer Bedeutung war es für die Stadt Zürich. Der Alte Zürichkrieg war zum grossen Teil ein Streit um den Besitz des Gonzen eisen.

Die Bohnerze wurden von jeher im Berner Jura am ausgiebigsten ausgebeutet. Mit der Goldenen Bulle (1356) wurde dem Bischof von Basel das Bergrecht in seinem Herrschaftsgebiet übertragen. Schmelzöfen waren in Lützel, Bellelay und Undervelier vorhanden. Bergbau ging in der Gegend von Delsberg, im Dünnerntal und im Münstertal um. Das Bohnerzeisen war dank seines geringen Phosphorgehaltes von sehr guter Qualität und wurde hauptsächlich im Herrschaftsgebiet der Städte Basel und Bern abgesetzt.

Von besonderer Bedeutung war der Bergbau im Fricktal. Die erste Urkunde über denselben geht auf das Jahr 1207 zurück. Die Erzgruben zu Wil (Wölflinswil) wurden im 14. und 15. Jahrhundert ohne Unterbruch ausgebeutet und das Erz in zahl-

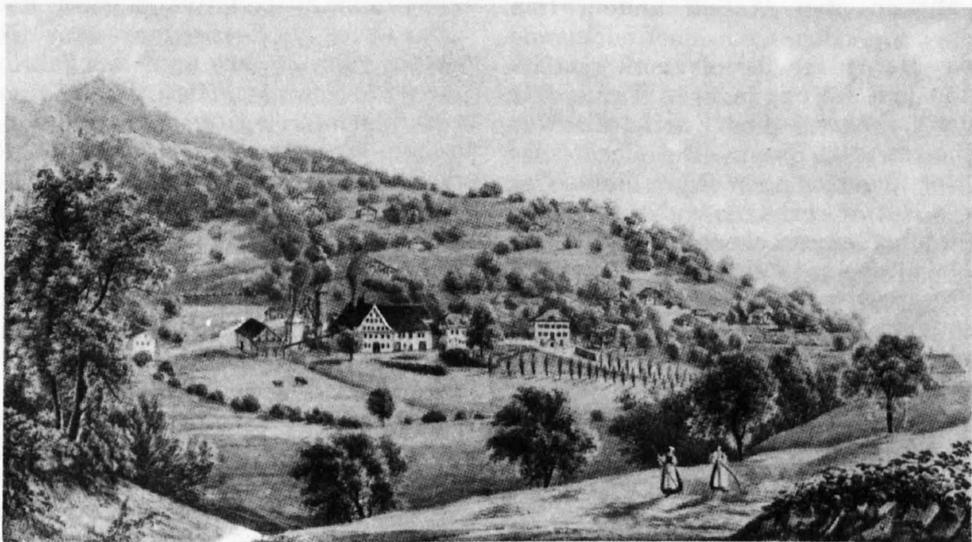


Abb. 9. Plons bei Mels: Ansicht der ehemaligen Eisenschmelze um 1830. («Kunstdenkmäler des Kantons St. Gallen, Seite 113.»)

reichen Rennherden, zuerst in der Nähe der Gruben, dann im ganzen «Frickgeüw» verhüttet und die Masseln in den nahegelegenen Städten am Rhein weiterverarbeitet. Im Jahre 1471 stellten die burgundischen Beamten (während der Besetzung durch Karl den Kühnen) fest, dass die Herrschaft Laufenburg neben den Erzgruben 17 Hammerwerke besitze. — Ein helles Licht wirft die Gründung des Hammerbundes im Jahre 1494 auf die Bedeutung der Fricktaler Erze. Aus der Gründungsakte (1) geht hervor, dass dem Bunde im ganzen 33 Hämmer angehörten, welche jährlich das aus rund 1000 t Erz erzeugte Eisen verarbeiteten, eine für die damalige Zeit sehr beträchtliche Menge. Jedem Hammer war ein Jahreskontingent von rund 1800 kg Schmiedewaren zugeteilt. Der Hammerbund wurde am Jakobstag des Jahres 1498 von Kaiser Maximilian I., als Herr der vorderösterreichischen Lande, bestätigt. Dass die Entstehung des Bundes gerade in die Regierungszeit Maximilians fällt, ist nicht ohne politische Bedeutung. Da der Kaiser dem Wehrwesen und besonders der Artillerie sehr grosses Interesse entgegenbrachte, ist anzunehmen, dass er die Gründung des Hammerbundes begünstigte, um sich in den isolierten Waldstädten am Rhein ein leistungsfähiges Eisengewerbe zu erhalten. Unter der wohlwollenden Fürsorge der Landesherren gedieh der Hammerbund vortrefflich und genoss eine langjährige Blütezeit (16).

Von den übrigen Lagerstätten war der Berg- und Hüttenbetrieb von Erzegg-Planplatte der wichtigste. Obwohl der Rat von Bern die Eisenindustrie im Oberland immer wieder unterstützte und mit Privilegien ausrustete, konnte sie sich nie lange mit eigenen Mitteln über Wasser halten. Der Holzmangel, der sich nach und nach einstellte, die Höhenlage des Erzvorkommens auf 2300 m und die ungünstigen Transportverhältnisse erhöhten ohne Zweifel die Gesteungskosten des Eisens. Die eigentliche Ursache der ungenügenden Rentabilität des Berg- und Hüttenwerkes lag aber im Erz, aus dem infolge seines hohen Phosphor- und Schwefelgehaltes nur ein minderwertiges Eisen hergestellt werden konnte. Das war der Grund, warum das Oberländer Eisen trotz seiner Monopolstellung in den bernischen Landen und trotz seiner Befreiung von Zöllen und Gebühren gegenüber dem fremden Eisen nie konkurrenzfähig war (1).

3. Bergbau und Eisenerzeugung zur Zeit des Holzkohlen- und Kokshochofens

Die Bergbautechnik der Schweiz wies vom ausgehenden Mittelalter bis zum Beginn

des 19. Jahrhunderts, mit der Ausnahme der Umstellung des Feuersetzens auf das Sprengen mit Schwarzpulver (2. Viertel des 17. Jahrhunderts), keine wesentliche Entwicklung auf. Die Erze wurden da gewonnen, wo sie am leichtesten abgebaut werden konnten. Diese Systemlosigkeit führte häufig zum Raubbau. Erst, wenn durch denselben «der ganze Berg zue Ruin undt zue Grundt» zu gehen drohte, wie dies 1663 im Fricktal der Fall war, griff die Obrigkeit ein.

Wo es ging, wurde im Tagbau gearbeitet. So wurden in Wölflinswil die Erze in offenen Gruben oder Schächten gewonnen, sofern die letzteren entwässert werden konnten. Die Gruben fielen nach der Ausräumung der Erze wieder zusammen und sind heute noch als «Pingen» erkennbar. Der Bergbau unter Tag mit sogenannten «Fuxlöchern» bildete die Ausnahme und bedurfte der besonderen Bewilligung des Bergvogts.

Eigentlicher Bergbau ging, abgesehen von einigen unbedeutenden Gruben in den Alpen, nur am Gonzen und im Berner Jura um. Am Gonzen wurde das Erz sehr früh im Pfeilerbau gewonnen. Holzeinbau war infolge des standfesten Gebirges kaum nötig. — Im Berner Jura waren die Abbaumethoden lange Zeit äusserst primitiv. Erst im Jahre 1624 machten die vom Bischof bestellten Ratgeber den Vorschlag, zum Tiefbau überzugehen.

Vor der Verhüttung wurden die Erze angereichert, um den Kohlenverbrauch zu vermindern. Die Aufbereitung der Bohnerze geschah durch das Auswaschen des Bolustons. Die Gonzenerze (und alle übrigen Erze mit grosser Druckfestigkeit) wurden im Pochwerk zerkleinert und von den Bergen getrennt. Die Fricktaler Erze wurden dem Möller ohne Aufbereitung zugegeben.

Das Berg- und Eisenwerk am Gonzen erlebte vom 16. bis zum 18. Jahrhundert gute und schlechte Zeiten. Durch seine Lage in einer gemeinen Herrschaft und den periodischen Wechsel der Vögte wurde der Geschäftsgang ungünstig beeinflusst. Er hing aber hauptsächlich von der Tüchtigkeit der Pächter ab. Während des 30jährigen Krieges vermochte das Werk der Nachfrage nicht mehr zu genügen, so dass die Eisenherren die Erlaubnis erhielten, auch an Sonn- und Feiertagen zu arbeiten. Durch Misswirtschaft geriet das Unternehmen bald darauf in Verfall. Im Jahre 1774 wurde der Betrieb eingestellt, die Vorräte veräussert und die Gebäude auf Abbruch verkauft. — Bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts ging am Gonzen kein Bergbau mehr um. Im Jahre 1823 erwarb die Familie Neher die Konzession (1, 13). Zwei Jahre später wurde ein Holzkohlen-

hochofen gebaut und mit gutem Erfolg betrieben, bis er infolge der Konkurrenz des ausländischen Eisens im Jahr 1868 stillgelegt werden musste.

Im Berner Jura hatte die Eisenerzeugung im 16. Jahrhundert noch handwerklichen Charakter. Erzgruben und Eisenwerke entstanden und verschwanden im Zeitraum von wenigen Jahren. Es scheint den Besitzern häufig an den nötigen Erfahrungen gefehlt zu haben.

Im Jahre 1576 wurde Christoph Blarer zum Bischof von Basel gewählt. In ihm erstand dem Bistum ein Reorganisator mit eisernem Willen und klarem Blick. Neben der Gegenreformation wandte er der Eisenerzeugung sein besonderes Interesse zu. Durch den Bau leistungsfähiger Werke schuf er die ersten Grossbetriebe in der Schweiz und legte den Grund zu einer Eisenindustrie, die noch heute für den Jura von grosser wirtschaftlicher Bedeutung ist. Er liess erfahrene Fachleute aus Deutschland kommen und gab Auftrag, im Delsberger Becken und im Münstertal nach Erzen zu schürfen. In Courrendlin wurde ein Hochofen errichtet und im Jahre 1599 angeblasen. Zum Frischen und Weiterverarbeiten des Roheisens wurde in Undervelier eine Schmiede gebaut und das Werk später durch einen Hochofen ergänzt.

Unter den weniger zielbewussten Nachfolgern Blarers riss bald eine Misswirtschaft ein. Zudem verwickelte der Beitritt des Bischofs zur Katholischen Liga das Fürstbistum in die Wirren des 30jährigen Krieges. Kurz nacheinander (1634) wurde das Land von kaiserlichen und französischen Truppen besetzt und verwüstet. Die Eisenwerke lagen still. Im Oktober 1637 bezog Herzog Bernhard von Sachsen-Weimar Winterquartier in Delsberg. Er war bestrebt, sich die Hilfsquellen des Landes zu erschliessen und liess deshalb die Werke von Undervelier und Courrendlin wieder in Gang bringen. Unter der Verwaltung des von ihm ernannten Bergvogtes Joseph Jakob Daler erlebte die Eisenindustrie eine neue Blütezeit.

Nach dem Westfälischen Frieden kam der Bischof wieder in den Besitz seines Fürstentums und seiner Eisenwerke. Über den Geschäftsgang in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts und im 18. Jahrhundert ist nicht viel Besonderes zu berichten. Den Verwaltern fehlte es in der Regel an den nötigen Fachkenntnissen; Erze und Kohlen wurden vergeudet. Nicht selten kamen Unterschleife vor. Versuche zur Verbesserung der Betriebe schlugen fehl oder waren nur von kurzem Erfolg. So blieben die Verhältnisse bis zum Übergang des Bistums an Frankreich im

Jahre 1793. Unmittelbar nachher wurden die bischöflichen Domänen zu Geld gemacht, zuerst Bellefontaine, etwas später Undervelier und Courrendlin. Die Käufer bauten die Hochöfen neu auf, um die Konjunktur der Napoleonischen Kriege auszunützen. In Undervelier befanden sich im Jahre 1813 ein Hochofen, drei Frischfeuer, zwei grosse und drei kleine Hämmer. Courrendlin besass einen Hochofen und eine Sensen- und Sichel-fabrik. Beide Werke erzeugten und verarbeiteten jährlich 800 t Roheisen.

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts gedieh die Eisenindustrie im Berner Jura vortrefflich, da der Eisenverbrauch infolge der Industrialisierung des Landes stark zunahm. Die Zahl der Öfen war (mit Choindez 1846 und Rondez 1856) auf 6 gestiegen. An Grösse übertrafen sie die früheren ganz beträchtlich. Der Ofen von Rondez allein war imstande, jährlich 24 000 Kübel Erz zu verhütten, was einer Erzeugung von etwa 2000 t Roheisen entsprach. Die Hüttenwerke wurden der modernen Technik angepasst. Gleichzeitig erfolgte die Bildung kapitalkräftiger Unternehmungen, die zum Teil verschiedene Werke mit den dazugehörigen Erzkonzessionen zusammenfassten. Zur Zeit ihrer höchsten Blüte, etwa um 1857, bestand die Eisenindustrie des Berner Jura aus 4 Gesellschaften, die zusammen über ein Aktienkapital von 8 Mio Franken verfügten.

Der Eisenerzeugung im Kanton Solothurn kommt deshalb eine geschichtliche Bedeutung zu, weil die moderne schweizerische Hüttenindustrie von ihr ausging. Als während der Helvetik die Firma Gebrüder Dürrholz & Co. die Erlaubnis bekam, den Hochofen von Gänsbrunnen zu bauen, entschloss sich der solothurnische Ratsherr Ludwig von Roll im Jahre 1809, in diese Gesellschaft einzutreten. Damit gewann das Unternehmen einen Leiter mit weitem Blick und grosser Erfahrung, der auch in schlechten Zeiten den Glauben an die Lebensfähigkeit des Bergbaus und der Hüttenindustrie nicht verlor. Die Firma L. von Roll & Co., wie sie sich nachher nannte, erstellte im Jahre 1811 einen weiteren Hochofen in der Klus und erwarb in Niedergerlafingen die alte Indienne-Fabrik mit Umschwung und Wasserrecht, um eine Hammerschmiede zu errichten. Für die Wahl des Ortes war nicht nur die Wasserkraft, sondern auch die Möglichkeit der Holzzufuhr auf Aare und Emme massgebend.

Die Hochöfen verhütteten anfänglich fast ausschliesslich Bohnerz aus den Gruben des Dünnerntales. Nach und nach wurde dieses Erz aber zu kostspielig. Schon 1842 waren die Öfen zum grössten Teil auf bernisches

Erz angewiesen. Damit verlegte sich der Schwerpunkt der Eisenerzeugung nach dem Berner Jura. Die Gesellschaft der Von-Roll-schen Eisenwerke bewarb sich im Delsberger Becken um eine Erzkonzession und beschloss, in Choindez (1846) einen Hochofen zu bauen.

Die Konzentration der Hüttenindustrie im Berner Jura war zweifellos den ergiebigeren Bohnerzvorkommen zu verdanken. Darauf und auch auf die Qualität des Erzes ist es zurückzuführen, dass sich die jurassischen Hütten am längsten halten konnten. Es würde zu weit führen, auf die Geschichte des Bergbaus und der Eisenerzeugung der übrigen Lagerstätten (Klettgau mit Hochofen in Laufen a. Rh., Erzegg mit Hochofen in Mühletal und Melchtal, Mont Chemin mit Hochofen in Ardon etc.) einzugehen (1). Sie zeigt das wechselreiche Bild des Gedeihens und des Verfalls, je nach den wirtschaftlichen Verhältnissen und der Tüchtigkeit der Werkleiter. Nur auf die Geschichte der Eisenindustrie des Fricktals muss noch kurz hingewiesen werden, weil dieselbe anderen Gesetzen folgte.

Während der Reformationszeit blieb das Fricktal von kriegerischen Ereignissen verschont. Sein Eisengewerbe erfreute sich eines ruhigen Gedeihens und galt als vorbildlich. In den 6 Jahren von 1596—1602 erzeugte der Ofen in Wölflinswil 339 und derjenige von Wittnau 467 Masseln. Diese Öfen — es handelte sich immer noch um Rennfeuer, obwohl sie wegen der kontinuierlichen Windzuführung Blasöfen oder «Blayen» genannt wurden — bezogen die Kohlen zuerst aus der Umgebung, dann aber aus den benachbarten bernischen, solothurnischen und baslerischen Vogteien. Nach und nach konzentrierte sich die Eisenindustrie am Rhein, weil dort die Kohlenbeschaffung aus dem waldreichen Schwarzwald leichter war (1).

Der Verfall der Eisenindustrie begann während des 30jährigen Krieges. Im Februar 1639 wurde Laufenburg nach vierwöchiger Belagerung durch Herzog Bernhard von Sachsen-Weimar erobert und zum grossen Teil eingeäschert. Vier grosse Eisenwerke wurden vom Feuer verwüstet. Die darauf folgende dreizehnjährige schwedisch-französische Besetzung zerstörte Gewerbe und Wohlstand. Von den ursprünglich 36 Werken des Hammerbundes waren im Jahre 1647 nur noch 13 in Betrieb. Mehr als ein Drittel der Häuser des besetzten Gebietes wurde eingeäschert (16).

Es ging lange Zeit, bis sich die Werke von den Folgen des Krieges erholt hatten. Inzwischen (1681/82) war aber in Albrugg ein neuer Hammer und ein Holzkohlen-Hochofen

gebaut worden, dem laut Konzession gestattet war, neben Fricktaler Erzen Bohnerze aus der Grafschaft Baden und dem bernischen Aargau zu verhütten. Dieses Werk war nicht Mitglied des Hammerbundes. Im Jahre 1684 gliederte sich auch das Hammerwerk von Wehr einen Hochofen an. Da dasselbe dem Hammerbund angehörte, war es gezwungen, ausschliesslich Fricktaler Erze zu verarbeiten. Es zeigte sich aber bald, dass diese Erze für den Hochofen ungeeignet waren. Das ausgebrachte Eisen war brüchig und liess sich nur für «Radschienen und Scharblätter» verwenden. Der Hochofen von Wehr musste sich wohl oder übel vom Fricktaler Erz abwenden und Bohnerz verhütten. Daraus entstand ein Prozess mit dem Hammerbund. Schliesslich überzeugte sich aber auch die vorderösterreichische Regierung, die den Hammerbund weitgehend unterstützt hatte, dass das Werk von Wehr dem sicheren Untergang entgegenginge, wenn es zur Verwendung von Fricktaler Erz gezwungen würde. Aus dieser Entwicklung erklärt sich der beständige Rückgang des Bergbaus. Während von 1686—1692 im Jahresmittel noch 2190 Karretten Erz zu 370 Pfund abgesetzt werden konnten, ging die Förderung von 1705—1712 im Mittel auf 760 Karretten zurück und betrug 1717 nur noch deren 352. Die Einstellung des Bergbaus war nur noch eine Frage der Zeit. Sie erfolgte kurz nach der Mitte des 18. Jahrhunderts. — Da vom alten Bergbau nichts übrigblieb, ging die Kenntnis des Erzvorkommens vollständig verloren.

* * *

Nach dem Anschluss der Schweiz an das europäische Eisenbahnnetz hatte die Hüttenindustrie mit immer grösseren Schwierigkeiten zu kämpfen, um gegenüber dem billigen Auslandeisen konkurrenzfähig zu bleiben. Während sich 1840 Inlanderzeugung und Einfuhr noch die Waage hielten, betrug 8 Jahre später die Einfuhr schon mehr als das Doppelte, um im Jahre 1875 auf das Zehnfache der Inlanderzeugung anzusteigen. Gegenüber der eisenverarbeitenden drang die eisenerzeugende Industrie mit ihren Begehren um Zollschutz nicht durch (1). Die Folge dieser Entwicklung war die Stilllegung eines Hüttenwerkes nach dem andern. Zu Beginn der 70er Jahre bestanden nur noch die Hochofen von Undervelier, Rondez, Klus und Choindez.

Während der günstigen Wirtschaftsperiode die nach dem Deutsch-französischen Kriege einsetzte, konnte sich die Eisenindustrie etwas erholen. Vorübergehend (1873/74) wurde sogar der Hochofen von Courrendlin wie-

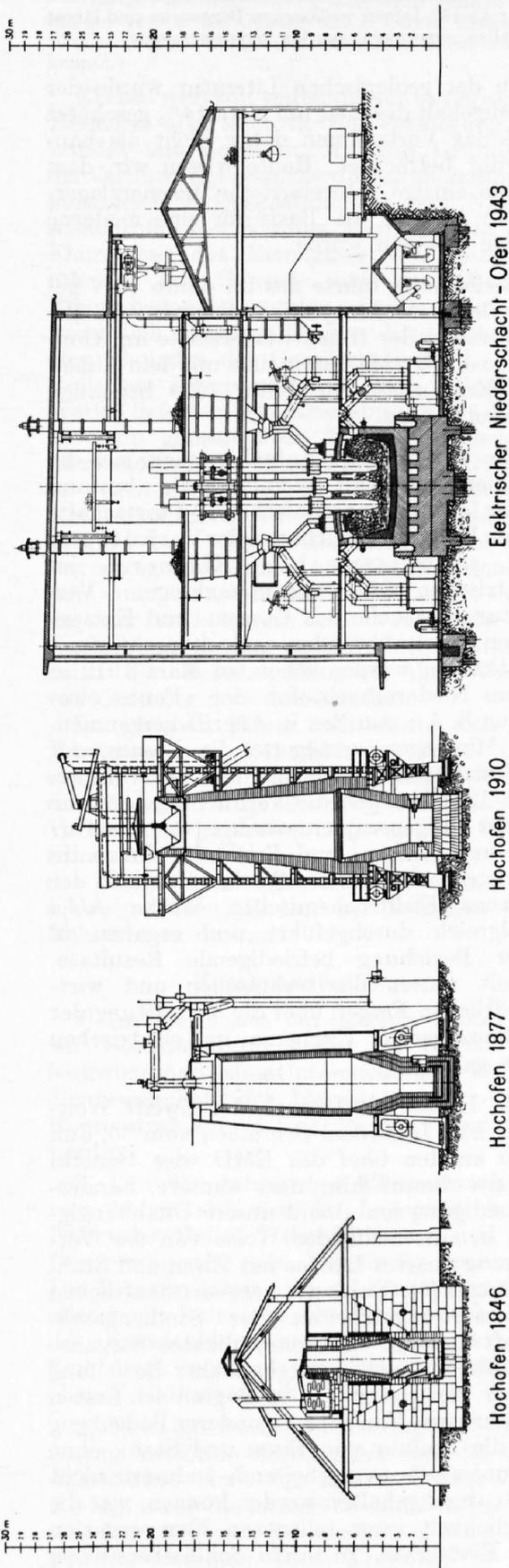


Fig. 10. Entwicklung der Verhüttungsöfen in Choindez von 1846—1943.

der angeblasen. Die Wirtschaftskrise, die kurz darauf folgte, überlebten nur die Von-Roll-schen Eisenwerke. — Sie erwarben nach und nach die Hochöfen, Grundstücke, Wasserkräfte und Erzkonzessionen aller übrigen Gesellschaften und blieben mit dem seit 1877 mit Koks betriebenen Hochofen von Choindez der einzige Roheisenerzeuger in unserem Lande (Fig. 10). Dank des Umstandes, dass das Roheisen im eigenen Werk weiterverarbeitet wurde, konnte der Ofen mit verschiedenen Unterbrechungen bis 1935 in Betrieb gehalten werden. Seine Jahreserzeugung betrug seit 1910 im Mittel 20 000 t Roh-eisen. Der Möller bestand aus Schweißschlak-ken, Pyritasche, Alteisen, Kalkstein und 20% gewaschenem Bohnerz.

4. Bergbau und Verhüttung nach dem Ersten Weltkrieg

Bei Ausbruch des Ersten Weltkrieges be-sass die Schweiz eine einzige unbedeutende Eisengrube, deren Erze im Kokshochofen von Choindez verhüttet wurden. Für seine Eisenversorgung war unser Land fast voll-ständig auf das Ausland angewiesen. Im Laufe des Krieges stiess die Beschaffung der Rohstoffe, insbesondere des Eisens, auf immer grössere Schwierigkeiten. Die krieg-führenden Staaten hatten Mühe, die Bedürf-nisse ihrer Heere zu befriedigen. Die Belie-ferung der neutralen Länder wurde kontin-gentiert. Gleichzeitig setzte eine unerhörte Preissteigerung ein. Für Hämatit-Roheisen, das vor dem Krieg zu 160 Fr./t erhältlich war, musste in den Jahren 1918/19 rund 650 Fr./t bezahlt werden. Um überhaupt Rohstoffe zu erhalten, war die Schweiz gezwungen, sowoh- mit der Entente als auch mit den Zentral-mächten besondere Handelsabkommen abzu-schliessen. Die ihr zugeteilten Kontingente waren ungenügend und gelangten häufig nicht einmal voll zur Ablieferung. Zudem wurden sie nur gegen Kompensation von Lebensmitteln, an denen unser Land selber knapp war, abgegeben. Da Deutschland vor dem Kriege etwa $\frac{2}{3}$ des schweizerischen Eisenbedarfes gedeckt hatte, war die Schweiz auch während des Krieges für diesen Roh-stoff hauptsächlich auf ihren nördlichen Nachbarn angewiesen. Gegen Ende des Krieges wurden die Eisenpreise noch mit Exportzuschlägen beaufschlagt. Die wirt-schaftliche und dadurch auch die politische Abhängigkeit war für die Schweiz fast un-tragbar geworden.

Es ist begreiflich, dass unter diesen Verhält-nissen nach Mitteln und Wegen gesucht wer-den musste, um unser Land in bezug auf seine Rohstoffversorgung unabhängiger zu machen. Insbesondere stellte sich die Auf-

gabe, die Abbauwürdigkeit der Eisenerz-lagerstätten erneut zu prüfen, war doch anzunehmen, die modernen Mittel der Technik würden eine Senkung der Abbau- und Transportkosten gestatten. Als besonders wertvoll wurde die Möglichkeit der Verwendung der elektrischen Energie für die Verhüttung der Erze angesehen, mit der $\frac{2}{3}$ des teuren und fast unerhältlichen Koks eingespargt werden konnten.

Das während des Krieges dem Kriegs-Industrie- und -Arbeitsamt angegliederte Bureau für Bergbau begann im Frühling 1918 mit der systematischen Untersuchung der Eisenerzlagerstätten. Da es demselben unmöglich war, diese grosse Aufgabe während der kurzen Zeit seines Bestehens (1917 bis 1919) zu lösen, regte dessen Chef die Gründung einer Studiengesellschaft an, deren Zweck folgendermassen umschrieben wurde (4):

«Die Studiengesellschaft hat die Abbauwürdigkeit der schweizerischen Erzlagerstätten, insbesondere der Eisenerzlagerstätten, festzustellen und zu diesem Zwecke nicht nur wissenschaftliche, sondern in erster Linie bergwirtschaftliche Untersuchungen durchzuführen. Im weitern hat sie das Studium der Verhüttung dieser Erze im elektrischen Ofen in technischer und wirtschaftlicher Beziehung abzuklären. Die Studiengesellschaft soll auf möglichst breiter Basis gegründet werden, weil es wünschenswert ist, dass alle schweizerischen Firmen, die sich mit der Erzeugung und der Verarbeitung von Eisen und Stahl beschäftigen, in ihr vertreten sind, damit alle Erfahrungen, die auf diesem Gebiete im In- und Auslande gemacht werden, im Schoosse der Studiengesellschaft behandelt werden können.»

Die Studiengesellschaft, an der das Eidg. Volkswirtschaftsdepartement namhaft beteiligt ist, erhielt die Rechtsform der Genossenschaft. Nach den Statuten ist die Erzielung eines Gewinnes nicht beabsichtigt. Der Erlös aus einem allfälligen Verkauf von Konzessionen oder Bergwerken soll ausschliesslich für die Durchführung von weiteren Untersuchungen verwendet werden.

Die Studiengesellschaft begann ihre Tätigkeit damit, dass sie in Ergänzung der Arbeiten des Bergbau-Bureaus die damals ganz ungenügend bekannten Eisenerz-Lagerstätten in geologischer und bergwirtschaftlicher Beziehung untersuchte. Im Zuge dieser Untersuchungen wurde die Lagerstätte im Fricktal am 5. Februar 1919 (4) neu entdeckt. Von diesen Eisenerzen war nur bekannt, dass sie bis zum Jahre 1743 in der Gegend von Wölflinswil ausgebeutet und in den Rennfeuern und Hammerwerken von Laufenburg verarbeitet wurden. Seither war der Bergbau in vollständige Vergessenheit geraten. In der Abhandlung Münchs über die Erzgruben und Hammerwerke am Oberrhein heisst es:

«Die ehemaligen Schächte und Stollen des seit mehr als 150 Jahren verlassenen Bergwerks sind längst verfallen, ertrunken, spurlos verschwunden.»

In der geologischen Literatur wurde der Eisengehalt der Erze auf etwa 14% geschätzt und das Vorkommen daher nicht als bauwürdig betrachtet. Heute wissen wir, dass es die einzige schweizerische Eisenerz-lagerstätte ist, die als Basis für eine moderne Hütte genügen würde.

Gleichzeitig führte das im Jahre 1917 gegründete «Gonzensyndikat Sargans» die Erschliessung der Hämatitlagerstätte am Gonzen so erfolgreich durch, dass mit dem Abbau der Erze schon im Jahre 1920 begonnen werden konnte.

Die zweite grosse Aufgabe, welche sich die Studiengesellschaft gestellt hatte, bestand in der Lösung der technischen und wirtschaftlichen Probleme, welche mit der Verhüttung der schweizerischen Eisenerze im elektrischen Ofen zusammenhingen. Verhüttungsversuche mit Gonzen- und Erzegg-Erzen, Pyritabbränden und eisenschüssigen Spatkalken wurden schon im März 1919 in einem Niederschachtofen der «Fonte électrique S. A.» von Bex in Angriff genommen. Ihr Misslingen verzögerte die Lösung der Verhüttungsfragen leider um viele Jahre. Erst 1937 konnten die Verhüttungsversuche wieder aufgenommen werden (4). Sie wurden mit Gonzen- und Fricktaler Erzen im Niederschachtofen des Werkes Burgholz der «Berner Elektrochemischen Werke AG.» erfolgreich durchgeführt und ergaben in jeder Beziehung befriedigende Resultate. Damit waren alle technischen und wirtschaftlichen Fragen über die Verhüttung der schweizerischen Eisenerze im elektrischen Ofen gelöst.

Im Herbst 1939 brach der Zweite Weltkrieg aus. In seinem Schreiben vom 30. Juli 1940 an den Chef des EMD wies General Guisan darauf hin, dass «unsere Landesverteidigung und damit unsere Unabhängigkeit in entscheidender Weise von der Versorgung unseres Landes mit Eisen und Stahl abhängen» (9). Dank der bergwirtschaftlichen Untersuchungsarbeiten der Studiengesellschaft und des «Gonzensyndikates Sargans» war die Schweiz in bergbaulicher Beziehung besser vorbereitet als zu Beginn des Ersten Weltkrieges. Von ganz besonderer Bedeutung für die Einfuhr von Eisen und Stahl, ohne die unsere eisenverarbeitende Industrie nicht hätte durchgehalten werden können, war die Möglichkeit ihrer teilweisen Kompensation mit Eisenerzen. In ihrem Schlussbericht (9) schreibt die Sektion für Eisen und Maschinen:

«Es darf mit Befriedigung festgestellt werden, dass mit der Ausfuhr von Gonzen- und Fricktaler Erzen eine fühlbare Verbesserung der Eiseneinfuhr erzielt werden konnte.»

Ebenso wertvoll waren die schweizerischen Eisenerze aber auch für die Versorgung des Landes mit Roheisen. Auf der Grundlage der Verhüttungsversuche von Burgholz konnte kurz nach Kriegsausbruch in den Niederschachtöfen von Wimmis, Martigny, Bex und Flums mit der Erzeugung von Hämatit-roheisen aus Gonzen- und Mont-Chemin-Erzen begonnen werden. Später kam der wesentlich leistungsfähigere Niederschacht-ofen Choindez der Gesellschaft der L. Von-Rollschen Eisenwerke AG. dazu. Alle diese Werke lieferten von Kriegsbeginn bis Ende 1945 im ganzen über 75 000 t Roheisen, hauptsächlich in Hämatitqualität. Obwohl es wegen Strommangels nicht möglich war, die elektrischen Öfen voll auszunützen, konnte dank der inländischen Roheisen-erzeugung nach und nach die Roheiseneinfuhr von 70 000 t im Jahr 1939 auf 11 000 t im Jahr 1943 (9) gedrosselt werden. In der Nachkriegszeit stieg die Roheisenproduktion dank der Leistungsfähigkeit des Werkes von Choindez noch beträchtlich.

Im gleichen Sinne entwickelte sich die Erzeugung von Rohstahl. Im Jahre 1950 erreichte die Inlanderzeugung von Roheisen und Rohstahl ungefähr 25% des gesamten Verbrauches gegenüber 8% vor dem Krieg. Ohne diese Inlanderzeugung wäre es während der Koreakrise schwierig gewesen, den schweizerischen Bedarf an Roheisen und Rohstahl zu decken.

Zusammenfassung

1) Im Gegensatz zur letzten Schätzung von Stockholm (6) kann auf Grund der bergwirtschaftlichen Untersuchungen der Studiengesellschaft der bauwürdige Erz- und Eisenvorrat auf 71 bzw. 19 Mio t geschätzt werden.

2) Von den zahlreichen Eisenerzvorkommen haben sich nur die Lagerstätten der Fricktaler Oolithe, der Bohnerze und der Gonzenhämatite als bauwürdig erwiesen. Die Bauwürdigkeit dieser Lagerstätten war aber nicht immer gleich. Sie wechselte mit der Entwicklung der Hüttentechnik und hing stark von den jeweiligen wirtschaftlichen Verhältnissen ab.

3) Nach einer rohen Schätzung (Tabelle 6) betrug die totale Eisenerzförderung bis zum Jahre 1950 etwa 5,2 Mio t, wovon rund 2,5 Mio t auf die letzten 30 Jahre fallen und aus den modernen Bergwerken Gonzen und Fricktal stammen. Diese Erzmenge ist fast gleich gross wie diejenige, die vom Mittel-

alter bis zum Ende des Ersten Weltkrieges ausgebeutet wurde.

4) Die Jahresförderung erreichte 1941 mit über 314 000 t Erzen und einem Eisengehalt von rund 113 000 t ihr Maximum. Vergleichsweise betrug die Jahresförderung des Eisenerzbergbaues während des Ersten Weltkrieges im Mittel 6 200 t (1914—1918 im ganzen 31 246 t) mit 2 700 t Eisen.

5) Vor 1920 konnten keine Eisenerze ausgeführt werden. Während des Zweiten Weltkrieges betrug der grösste Jahresexport 236 000 t Erze mit einem Eiseninhalt von 92 000 t.

6) Vom ausgehenden Mittelalter bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts besass der schweizerische Eisenbergbau eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung. Sebastian Münster schreibt in seiner Kosmographie (1544) von Laufenburg:

«Die Einwohner erlernen sich zum guten theil von dem Eysen, das man dort schmelzt; aber das Ertz gräbt man im Frickthal auss einem Berg: trägt ein jahr und alle jahr bey 20 000 Gulden.»

Von 1850 bis 1920 sank der Eisenerzbergbau bis zur Bedeutungslosigkeit, um mit der Inbetriebnahme der Bergwerke am Gonzen (1920) und im Fricktal (1937) eine neue Blütezeit zu erleben. Durch die Kompensierung der Ausfuhr der Schweizer Erze während des Zweiten Weltkrieges mit ausländischem Eisen und anderen Rohstoffen kam ihm eine sehr grosse kriegswirtschaftliche Bedeutung zu.

7) Dank der Lösung der Probleme der Verhüttung der Schweizer Erze im elektrischen Ofen konnte während und insbesondere nach dem Zweiten Weltkrieg die seit dem Erlöschen des Kokshochofens von Choindez (1935) stillliegende Roheisenerzeugung wieder aufgenommen werden. Obwohl dieselbe während des Krieges nicht sehr gross war, genügte sie doch, um die Roheiseneinfuhr drosseln zu können. Der Eisenbergbau war daher auch für die Erzeugung von Roheisen von grosser kriegswirtschaftlicher Bedeutung. Heute beträgt die jährliche Roheisenproduktion über 30 000 t und trägt dazu bei, den durch die Koreakrise ausgelösten Roheisenmangel zu mildern.

Von wesentlicher Bedeutung ist für unser Land die in Choindez gemachte Erfahrung, dass sich der aschenreiche Walliser Anthrazit für die Reduktion der Eisenerze im elektrischen Ofen infolge seines grossen elektrischen Widerstandes (Fig. 11, von B. B. C. zur Verfügung gestellt) sehr gut eignet. Die Schweiz ist deswegen heute in der Lage, Eisen aus eigenen Erzen und eigenen Kohlen zu erzeugen, sofern wirtschaftliche Erwägungen nicht zu berücksichtigen sind.

Elektrischer Widerstand von Erzen und Reduktionskohlen in Funktion der Temperatur.

in körnigem Zustand gemessen.

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. Mont Chemin Erz | 5. Anthrazit |
| 2. Fricktaler Erz | 6. Buchen Holzkohle |
| 3. Gonzen Erz | 7. Gaskoks |
| 4. Pyrit Asche, gesintert | |

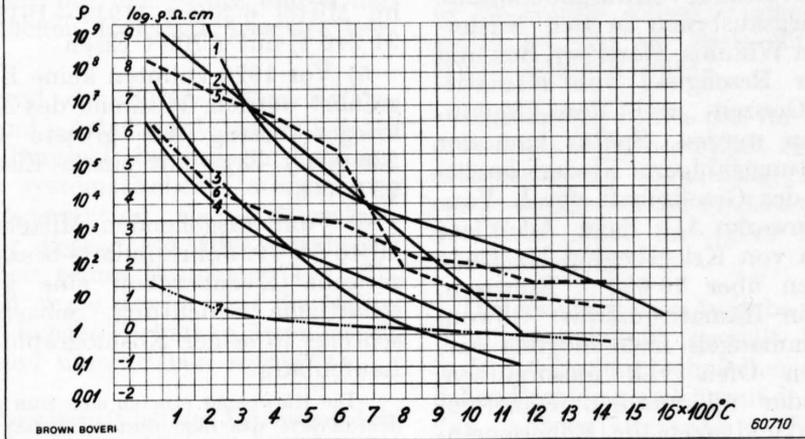


Fig. 11.

8) Eine ähnliche Entwicklung machte seit den 1930er Jahren die Rohstahlerzeugung durch. Während sie zur Zeit des Ersten Weltkrieges eine höchste Jahresproduktion von etwa 70 000 t erreichte, stieg sie 1944 auf über 113 000 t und deckte, zusammen mit der Roheisenerzeugung, für das genannte Jahr mehr als 50% des Verbrauches. 1950 betrug die eigene Erzeugung etwa $\frac{1}{3}$ der Einfuhr (Pos. 710a—742 ohne Schrott) und rund 25% des gesamten Eisen- und Stahlverbrauchs gegenüber 8% in der Vorkriegszeit. Aus diesen Zahlen geht die Entwicklung des Eisenbergbaus und der Eisenerzeugung und ihre wirtschaftliche Bedeutung für unser Land klar hervor.

V. Literaturverzeichnis

Übersichtspublikationen

- (1) **H. Fehlmann:** Die Eisen- und Manganerze der Schweiz, Band 3: Die schweizerische Eisenerzeugung, ihre Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. 13/3, 1932.
- (2) **H. Huttenlocher:** Die Erzlagerstättenzonen der Westalpen. Schweiz. mineral. petr. Mitt., Bd. 14, 1934.
- (3) **F. de Quervain und E. Kündig:** Fundstellen mineralischer Rohstoffe in der Schweiz. Mit Übersichtskarte. Geotechnische Kommission 1941.
- (4) **H. Fehlmann:** Die Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung schweiz. Erzlagerstätten 1918—1943. Bern 1943.
- (5) **H. Fehlmann:** Die Eisenerzlagerstätten der Schweiz Von-Roll-Mitteilungen, 4. Jahrgang Nr. 1/2. Solothurn 1945.
- (6) **C. Schmidt:** Die Eisenerzvorräte der Schweiz. The Iron Ore Resources of the World, Stockholm 1910.
- (7) **C. Schmidt:** Texte explicatif de la Carte des Gisements des matières premières minérales de la Suisse. Commission Géotechnique, 1920.
- (8) **H. Fehlmann:** Der schweizerische Bergbau während des Zweiten Weltkrieges (Manuskript). Bern 1947.
- (9) **E. Müller:** Sektion für Eisen und Maschinen in: Die schweizerische Kriegswirtschaft 1939/1948. Bern 1950.
- (10) **H. R. Wehrli:** Die Eisenerzeugung der Schweiz im Zweiten Weltkrieg. Dissertation. Bern 1952.

Einzelmonographien

- (11) **H. Saemann:** Untersuchung der Fricktaler Eisenerze und ihre Verhüttbarkeit. Aarau 1921.
- (12) **E. Baumberger, A. Chaix, H. Eugster, A. Heim, J. Oberholzer, H. Schardt, Ch. Tarnuzzer und Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung der schweiz. Erzlagerstätten:** Die Eisen- und Manganerze der Schweiz, Band 1: Bohnerz, Hämatit, Siderit. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. 13/1, 1923.
- (13) **W. Epprecht:** Die Eisen- und Manganerze des Gonzen. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. 24, 1946.
- (14) **H. Fehlmann:** Die Eisenerzlagerstätten der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung der Lagerstätte im Fricktal. Mitt. Aargauschen Naturf. Ges., Heft 20, 1937.
- (15) **E. Hugi, H. Huttenlocher, F. Gassmann, H. Fehlmann:** Die Eisen- und Manganerze der Schweiz, Band 4: Die Magnetitlagerstätten. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. 13/4, 1948.

(16) **H. Fehlmann und E. Rickenbach** Die Eisen- und Manganerze der Schweiz, Band 7: Die jurassischen und alpinen Eisenerzlagertstätten des Doggers. Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. 13/7, 1952/53.

Spezialuntersuchungen über Mineralogie,
Petrographie, Chemismus, Paläontologie

(17) **L. Déverin**: Les minerais de fer et de manganèse de la Suisse, vol. 2: Etude pétrographique des minerais de fer oolithiques du Dogger des Alpes suisses. Mat. Géol. Suisse, série géotechn., livr. 13/2, 1945.

(18) **A. Frei**: Die Eisen- und Manganerze der Schweiz, Band 6: Die Mineralien des Eisenbergwerkes Herznach und ihre Ausbildung im Lichte morphogenetischer Untersuchungen. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. 13/6, 1952.

(19) **A. Jeannot**: Die Eisen- und Manganerze der Schweiz, Band 5: Stratigraphie und Paläontologie des oolithischen Eisenerzlagers von Herznach und seiner Umgebung. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. 13/5, 1951.

(20) **P. Niggli, F. de Quervain, R. U. Winterhalter, C. Friedlaender**: Chemismus schweizerischer Gesteine. Beitr. Geol. Schweiz. Geotechn. Serie, Lief. 14, 1930 und 1. Nachtrag, Lief. 20, 1942.

Beiträge zur Geologie der Schweiz

Geotechnische Serie • XIII. Lieferung

Die Eisen- und Manganerze der Schweiz

Herausgegeben von der
Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung schweizerischer Erzlagerstätten
und der Geotechnischen Kommission der Schweizerischen
Naturforschenden Gesellschaft

- Band 1: **Bohnerz, Hämatit, Siderit und Manganerze**, von E. Baumberger, H. Schardt, A. Chaix, J. Oberholzer, H. Eugster, Arn. Heim, P. Arbenz, Ch. Tarnuzzer und der Studiengesellschaft. Bern 1923
- Band 2: **Etude pétrographique des Minerais de fer oolithiques du Dogger des Alpes suisses**, par L. Déverin. Bern 1945
- Band 3: **Die schweizerische Eisenerzeugung, ihre Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung**, von H. Fehlmann, mit einem Beitrag von R. Durrer. Bern 1932
- Band 4: **Die Magnetit-Lagerstätten**, von E. Hugli, H. Huttenlocher, F. Gassmann, H. Fehlmann. Bern 1948
- Band 5: **Stratigraphie und Palaeontologie des oolithischen Eisenerzlagers von Herznach und seiner Umgebung**, von A. Jeannot. Bern 1951
- Band 6: **Die Mineralien des Eisenbergwerkes Herznach und ihre Ausbildung im Lichte morphogenetischer Untersuchungen**, von A. Frei. Bern 1952
- Band 7: **Die jurassischen und alpinen Eisenerzlagerstätten des Doggers. Die schweizerischen Manganerze**, von H. Fehlmann und E. Rickenbach. Erscheint 1953
- Band 8: **Eisenerze und Eisenerzeugung der Schweiz**, von H. Fehlmann und F. de Quervain. Bern 1952

Kommissionsverlag Kümmerly & Frey, Geographischer Verlag, Bern