

Einführung zum Rennfeuerversuch "ELIGIUS"

Autor(en): **Britt, Hans-Peter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG**

Band (Jahr): **57 (1986)**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-378193>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

7. *Experimentelle Montanarchäologie:* Der für die Schmelzversuche verwendete Ofen in Vordernberg verfällt nun langsam (Bild 4–6), so dass man hier Erfahrungen über den Zerfall solcher Konstruktionen durch Witterungseinflüsse gewinnen kann. Leider ist ein Schutz vor mutwilliger Zerstörung nicht möglich, vielleicht auch ein weiterer Erfahrungswert für die praktische Ausgrabungstechnik an Schmelzöfen.

Literatur:

¹ G. Sperl: *Diskussionsbeitrag zur Herstellung der Mikrotontafeln*, in: *ORIENTALIA*, Vol. 36, Fasc. 3, 1967

² F. Rodolico: *Sulla Varia Fortuna Dell'arte Mineraria in Toscana*, in: *Atti e Memorie dell'Accademia Toscana di Scienze e Lettere Verlag La Colombaria*, Vol. XLIX, Neue Serie XXXV, Florenz 1984

³ E. Apfelknab: *unveröffentlichtes Manuskript von 1982 mit dem Arbeitstitel «Die Umstellung vom Stuckofen- zum Flossofenprozess in Vordernberg und Eisenerz um 1760».*

⁴ G. Sperl: *Das LD-Verfahren als Fallbeispiel einer erfolgreichen Innovation im Eisenhüttenwesen (Manuskript)*

⁵ G. Sperl: *100 Jahre Schmelzversuche zur frühen Eisenerzeugung in: Leobner Grüne Hefte, Neue Folge, Heft 2, «Eisengewinnung und -verarbeitung in der Frühzeit», S. 93–99, 1981*

⁶ G. Wurmbrand: *Bericht über die Versuche*, in: *Korrespondenzblatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte*, S. 156–165, 1877

⁷ *Die Versuchserschmelzen und ihre Bedeutung für die Metallurgie des Eisens und dessen Geschichte*. Hg.: *Comité pour la Sidérurgie ancienne UISPP*. Schaffhausen 1973

⁸ G. Sperl: *Das Eisen in Afrika; Vortragsmanuskript vom 9.6.1983*

⁹ *Fondsprojekt Nr. P 5640 «Verhalten von Phosphor und Kohlenstoff bei der Direktreduktion von Eisen aus Erzen, 1986*

¹⁰ D.A. Avery: *The iron bloomery*, in: *Early Pyrotechnology, The Evolution of the First Fire-Using Industries*, Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 1982, S. 205–214

¹¹ *Die von Straube-Plöckinger-Tarmann verwendete Terminologie «Öfen norischer Bauart» ist nicht mehr haltbar, da keiner der dort angeführten Beispiele, weder Feistawiese, noch Lölling, in die keltische Periode gehören, sondern hochmittelalterlich sind. Siehe auch: Straube H., Tarmann B., Plöckinger E: *Erzreduktionsversuche in Rennöfen norischer Bauart, Kärntner Museumschriften XXXV*, Klagenfurt 1964*

¹² B. Osann: *Rennverfahren und Anfänge der Roheisenerzeugung; Fachausschussbericht des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute Nr. 9.001*, Düsseldorf 1971

¹³ G. Sperl: *Über die Typologie urzeitlicher, frühgeschichtlicher und mittelalterlicher Eisenhütten-schlacken; Studien zur Industrie-Archäologie VII, Österr. Akademie der Wissenschaften, Wien 1980*

¹⁴ R.F. Tylecote, A.E. Wraith: *The Mechanism of the bloomery process in shaft furnace*, in: *Journal of the Iron and Steel Institute*, S. 341–364, 1971

Einführung zum Rennfeuerversuch «ELIGIUS»

Hans-Peter Britt, Winterthur

Im Rahmen des 10jährigen Bestehens der Schmiedezunft ELIGIUS wurde am 7. September 1985 den Teilnehmern der 8. Technikgeschichtlichen Arbeitstagung im Klostersgut Paradies die frühe Eisenerzeugung mit dem Rennfeuer vorgeführt. Nachstehend kurz die Geschichte der Schmiedezunft Eligius.

Im Laufe unseres Jahrhunderts hat die Entwicklung der modernen Technik einschneidende Veränderungen im Schmiedehandwerk mit sich gebracht. Viele Werkstätten mussten aus wirtschaftlichen Gründen stillgelegt werden. Die Tradition drohte verloren zu gehen. Diese Erkenntnisse gaben den Impuls, diese fast vergessenen Traditionen neu aufleben zu lassen.

Es fanden sich genügend interessierte Schmiede, so dass im August 1975 die Schmiedezunft Eligius gegründet werden konnte. Aus dem Kern von 7 initiativen Leuten entwickelte sich innert 10 Jahren eine Zunft von heute 36 Leuten.

Die Ziele der Zunft waren und sind es noch heute:

- Pflege des Schmiede-Handwerks

- Erhaltung kultureller Werte
- Förderung von Nachwuchs
- Pflege der Geselligkeit

Im Rückblick zeigte sich, dass die Zunft aktiv war.

1976 wurde eine Ausstellung «Eisen, Schmiedehandwerk, Künstler, Kunst» durchgeführt. Ein schönes Buch mit diesem Titel zeugt von dieser Aktion.

1978 trat man in die Öffentlichkeit mit der Demonstration des Kohlebrennens. Weite Kreise der Bevölkerung verfolgten die Arbeit der Köhler.

1981 bot man wieder der Öffentlichkeit die Möglichkeit, das Nagelschmieden kennenzulernen. Rund 5000 Besucher zog diese Schau an.

Auch als im benachbarten Winterthur 1982 das Schweizerische Technorama entstand, wurde man wieder aktiv. Man richtete eine kleine Schmiede ein, in welcher seither von Zeit zu Zeit das Handwerk vorgeführt wird.

Und nun, 10 Jahre nach der Gründung, hat man sich der Rennfeuer-technik angenommen, um der Öffentlichkeit zu zeigen, wie früher Eisen erzeugt wurde.

Was bei all diesen Aktivitäten mit Freude festzustellen ist: Es gibt noch Leute, die freiwillig, meist in der Freizeit, ohne primär ans Geld zu denken und mit viel Enthusiasmus etwas für die Allgemeinheit leisten.

Das Rennfeuer

Durch Vorversuche wollte man einen gangbaren Weg finden Eisen aus Erz zu erzeugen. Verschiedene Einschränkungen musste man leider in Kauf nehmen; die Rennfeuerdemonstration sollte ja nicht wissenschaftlichen Zwecken dienen, sondern es sollte eine für das Publikum begreifbare Vorführung durchgeführt werden:

- Leicht aufschliessbares Erz
- Windzuführung mit modernen Gebläsen
- Moderne Chamottesteine

In insgesamt 7 Versuchen tastete man sich an die am 7.9.1985 vorgeführte Darstellung heran.

In der *Tabelle 1* erkennt man die Fakten der Versuchsreihe.

Ofenform

Grundsätzlich wurde festgelegt, dass man ein Rennfeuer nachbauen wollte, durch Blasebalg (oder Bälge)

Versuch	OFEN	ERZ	HOLZKOHLE	WIND	ZEIT	RESULTAT
1	Ofen Nr. 1 Porphyrsteine Inhalt: ≈ 70 l.	Gonzenerz 5-20 mm Chargiert: 14 kg (14 x 1 kg)	Eigenprodukt 8-30 mm Chargiert: 14 kg (14 x 1 kg) Total: 20 kg	Gebälse 10 mm WS Vorheizen voll. bei Chargierung 50% später 20%	Durchsatz: 2-3kg/h Vorheizen: 2.00 h Chargieren: 6.00 h Nachheizen: 2.30 h	Ca. 10 kg Schlacke direkt über Düsen. Keine Luppe
2	Ofen Nr. 1	Bohnerz 5-20 mm	Eigenprodukt	Gebälse 40 mm WS Voll geblasen Überdruck im Ofen	Schnellversuch! Total 4 h ohne Nachheizung	Schlackentropfen leicht magnetisch Keine Luppe
3	Ofen Nr. 2 Porphyrsteine Inhalt: ≈ 113 l.	Erzberg Chargiert: 20 kg. (10 x 2 kg)	Eigenprodukt, Nussgross Chargiert: 20 kg (10 x 2 kg) Total: 30 kg.	Radialgebälse kleine, mondsichel- grosse Öffnung	Durchsatz: 4-5 kg/h Vorheizen: 2.50 h Chargieren: 4.10 h Nachheizen: 3.30 h	Schlacke-Eisen- Schwammgebilde keine klare Luppe Ausschmieden er- gibt 240 g Stahl.
4	Ofen Nr. 3 Chamottesteine Inhalt: ≈ 65 l.	Erzberg, Eichelgross Chargiert: 25 kg. (49 x 0,5 kg) Kalkstein: 2,5 kg.	Eigenprodukt, Nussgross Chargiert: 30 kg. (49 x 0,55 kg) Total: 60 kg.	Gebälse ca. 5% ge- öffnet.	Durchsatz: 2-3 kg/h Vorheizen: 2 h Chargieren: 10.50 h Nachheizen: 1.30 h Kühlen: 2.30 h	Luppe + Schlacke 15-16 kg Ausschmieden er- gibt 270 g Stahl.
5	Ofen Nr. 5 Chamottesteine Inhalt: ≈ 75 l.					
6	Ofen Nr. 4 Chamottestein Inhalt: ≈ 65 l.	Erzberg 15,5 kg Bohnerz 1,5 kg. Chargiert: 17 kg. (31 x 0,5 kg.)	Eigenprod. Nussgross Chargiert: 24 kg. (31 x 0,75 kg) Total: 45 kg.	Gebälse, leichter Überdruck	Durchsatz: 5,4 kg/h Vorheizen: 1.15 h Chargieren: 4.20 h Nachheizen: 2.00 h Kühlen: 2.30 h	Luppe: 1,7 kg Fe Reste: 2,5 kg Schlacke: 5,5 kg
7	Ofen Nr. 4	Erzberg 0,5-1,5mm Chargiert: 20 kg. (33 x 0,6 kg)	+GF+ Qualität ≈ 3,5mm Chargiert: 33 kg. (33 x 1 kg)	Sanft blasend, etwas mehr als Versuch 6 nur durch 2 Düsen	Durchsatz: ≈ 8 kg/h Vorheizen: 2.15 h Chargieren: 4.00 h Nachheizen: 1.30 h Kühlen: 3.45 h	Luppe ≈ 2 kg Fe-Schlacke ≈ 4 kg gut schmiedbare Luppe

Tabelle 1

betrieben, wie es im Mittelalter üblich war.

Man lehnte sich dabei an Ofenformen, wie sie auch in der Schweiz, z.B. von Prof. W.U. Guyan ausgegraben wurden und natürlich an ähnliche Versuche die in Österreich, Deutschland und der CSSR durchgeführt wurden.

In der *Tabelle 2* sind die Stadien unserer Ofenentwicklung dargestellt. Wie schon vor 2000 Jahren, liess man sich dabei einerseits von der Erfahrung und dann aber auch durch das Gefühl leiten.

Der *Ofen 1* wurde aus Porphyrsteinen aufgemauert, durch eine Ringleitung wurde über 4 Düsen Wind zugeführt auf einer Höhe von etwa 250 mm über Schachtboden.

Der *Ofen 2* wurde aus den Steinen des

abgebrochenen Ofen 1 gemauert, er geriet mit 113 Liter Inhalt wohl etwas zu gross, trotz der geringeren Schachthöhe von etwa 80 cm.

Die nächste Stufe, der *Ofen 3*, den wir unter anderem am 7.9.1985 sahen, unterscheidet sich dadurch, dass Schamottesteine verwendet wurden und es wurde nur noch an 3 Stellen Wind eingeblasen.

Der *Ofen 4* schlussendlich wurde in Richtung auf höhere Temperaturen bei gleichem Inhalt enger und etwas höher gebaut. Um die richtige Düsenhöhe zu ermitteln, wurde der Wind in 3 verschiedenen Niveaus eingeblasen.

Der *Ofen 5* entspricht im Schachtdurchmesser dem Ofen 4, er wurde noch etwas höher gebaut. Die Ofen 3, 4 und 5 waren am 7. September 1985 zu sehen.

Erze (Tabelle 3)

Ursprünglich wollte man mit Erzen vor der Tür, d.h. Bohnerz aus der Region Schaffhausen arbeiten. Dies hätte jedoch zu viel Aufwand in der Vorbereitung erfordert. Man wählte Gonzenerz. Der erste Versuch damit ergab keine Luppe, so dass man beim zweiten Anlauf doch Bohnerz verwendete. Es ist nicht erwiesen, dass der Versuch 1 wegen dem Erz misslang, vielleicht waren andere Parameter nicht optimal. Auch mit Bohnerz liess sich keine eindeutige Luppe erkennen.

Versuch 3 wurde deswegen mit dem leichter aufschliessbaren Erz vom steirischen Erzberg durchgeführt, ausserdem mit dem neuen Ofen 2. In der Folge näherten sich die Resultate mehr und mehr der Luppe. Von allen folgenden Versuchen konnten kleinere Stahlstücke geschmiedet werden.

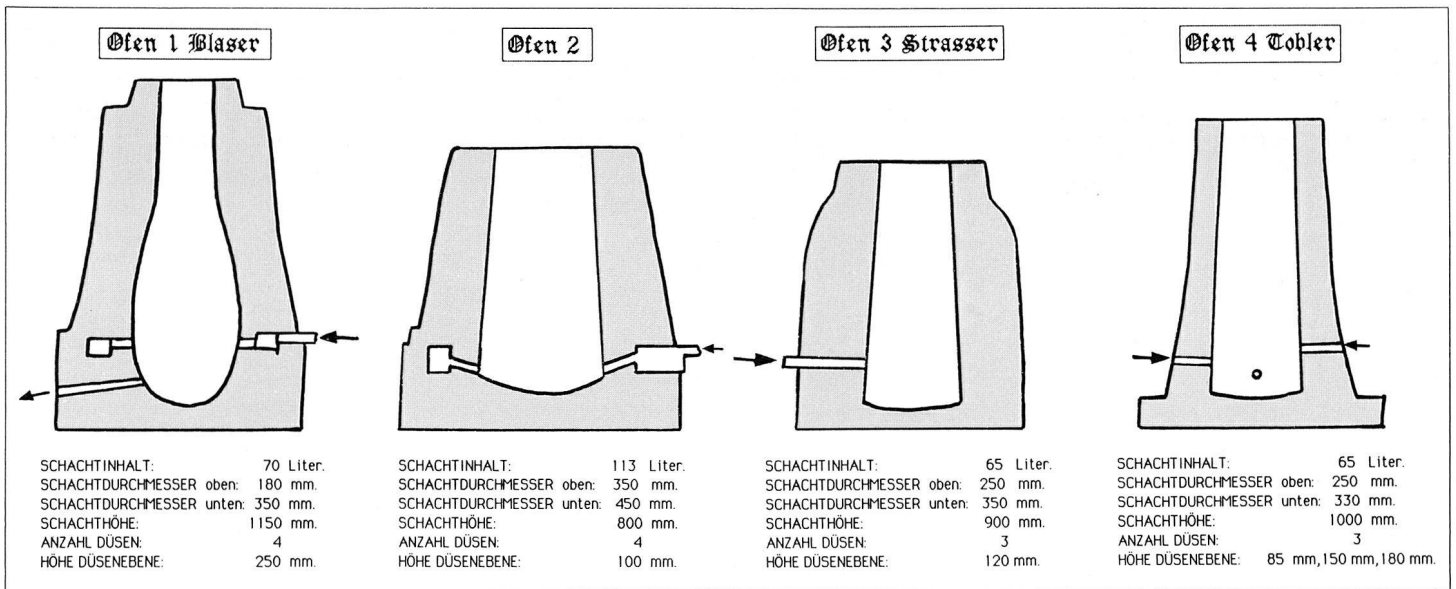


Tabelle 2

Das Erz wurde etwa nussgross verwendet. Es war nicht vorgeröstet.

Holzkohle

Diese wurde aus Eigenproduktion ebenfalls in etwa nussgrosser Körnung verwendet. Es konnte festgestellt werden, dass aus Harthölzern hergestellte Holzkohle bessere Verbrennungsverhältnisse ergab, als solche aus Weichhölzern (Buche, Eiche).

Die Zugabemengen entwickelten sich etwa wie folgt:

(Chargierkohle ohne Vor- und Nachbrand)	
14 kg Erz - 20 kg Hoko	1:1,4
20 kg Erz - 20 kg Hoko	1:1
25 kg Erz - 30 kg Hoko	1:1,2
17 kg Erz - 24 kg Hoko	1:1,4
20 kg Erz - 33 kg Hoko	1:1,65

Wind

Die Windzugabe war am schwierigsten zu ermitteln. Nachdem bei den ersten Versuchen eher zu viel Wind gegeben wurde, reduzierte man die Zugabe, so dass schlussendlich nur etwas mehr als der natürliche Luftzug eingeblasen wurde. Ohne Gebläsewind war die Verbrennung ungenügend.

Zeitverhältnisse

Es muss für eine Ofenreise mit rund 10 Stunden gerechnet werden. Für unsere Öfen teilt sich diese Ofenreise ein in:

- ca. 2 Std. Vorheizen mit Holzkohle
- ca. 4 Std. Chargier-Holzkohle und Erz

ca. 1 1/2 Std. Nachheizen mit Hoko
ca. 2 1/2 Std. Auskühlen lassen

Resultate

Mit zunehmender Verbesserung der Technik erreichte man schlussendlich aus 20 kg Erz Luppen, aus welchen rund 2 bis 2,5 kg Stahl erschmiedet wurden. Auf Eisen bezogen ergab sich somit 10-15% Ausbringen.

- Für dieses Resultat brauchte man

einen schlanken, hohen Ofen, Verhältnis Durchmesser zu Höhe wie 1:3,5 bis 1:4.

- Es wird weniger Windzufuhr benötigt als wir erwartet haben.
- Das Nachheizen bzw. Auskühlen ist ein nicht zu unterschätzender Teil (nicht zu früh auspacken).
- Nicht jedes Erz ist «einfach» zu reduzieren.

Erz	Analyse	Petrografisch		
*Gonzenerz	Fe	36,5%	Fe ₂ O ₃ Hämatit- 50%	
	MnO	16,4	Haussmannit	
	Mn	12,7	CaCO ₃ Kalk 22%	
	SiO ₂	4,8	Silikatische 7%	
	MgO	1,0	Gangart	
	Al ₂ O ₃	1,2	MnCO ₃ , Mangan- 11%	
	CaO	12,3	karbonat	
			MnO 10%	
	Erzberg	Fe	51,5%	Oxydisches bis } 80%
		MnO	5,5	
Mn		4,25	Eisenerz	
SiO ₂		5,7	silikatische 7%	
MgO		1,0		Gangart
Al ₂ O ₃		0,8	MnO 5,5%	
CaO		2,0	Siderit +Ankerit 6%	
Bohnerz:	Fe	28,7%		
	SiO ₂	20,7		
	Al ₂ O ₃	16,2		
	CaO	2,6		

Tabelle 3: Analysen gemäss Angaben von Herrn Dr. F. Hofmann, Geologe der Georg Fischer AG, Schaffhausen.

- Analysen der verschiedenen Schlacken, Luppen sind noch nicht verfügbar. Ein ausgeschmiedetes Stück ergab einen C-Gehalt von 0,25%. Die übrigen Elemente waren in sehr geringen Gehalten vorhanden. Es handelt sich um einen hochreinen Stahl. Zwischen dem perlitischen Stahl sind noch zeilenförmige Schlackenreste eingeschmiedet (Tabelle 4).

Diskussionsbeitrag

Eine Vergleichstabelle über den spezifischen Brennstoffverbrauch vom Rennfeuer bis zum Hochofen ist meines Wissens nach noch nicht aufgestellt worden.

Der nebenstehende Versuch (Tabelle 5) soll dazu dienen, diese Entwicklung aufzuzeigen und die Entwicklungsstufen herauszuschälen. Vorallem zeigt sich dabei ein «Sprung» durch die Einführung des Wasserrad-getriebenen Blasebalgs. Die Tabelle erhebt noch keinen Anspruch auf wissenschaftliche Genauigkeit.

Die Resultate des linken Tabellenteils stammen aus Versuchen ähnlich denen der Eligius-Zunft (z.B. Gilles). Der Teil rechts ist aus unterschiedlichsten Quellen u.a. aus Ausführungen von H.J. Köstler zusammengetragen.

Literatur:

J. W. Gilles: *Der Stammbaum des Hochofens*. *Archiv für das Eisenhüttenwesen*, 23. Jg., Heft 11/12 1952, Seiten 407–415

J. W. Gilles: *Versuchsschmelze in einem vorgeschichtlichen Rennofen*. *Stahl und Eisen* 78 (1958), Nr. 23, Seiten 1690–1695

Železar (jugoslawisch). *Tehnična Priloga* 1966-1. *Die Bohnerze der julischen Alpen* (Buch)

U.I.S.P.P. Guyan, Pleiner Fabešová: *Die Versuchsschmelze und ihre Bedeutung für die Metallurgie des Eisens*. Schaffhausen 1973 (Buch)

R. F. Tylecote: *A History of Metallurgy* 1976 (Buch)

Carl W. Pfannenschmidt: *Die Anwendung des Holzkohlenhochofens ...*, VDEH Fachausschussbericht 9.007. Düsseldorf 1977 (Buch)

H. J. Köstler: *Die Hochofenwerke in der Steiermark ...*, *Radex Rundschau* 1982, S. 789–852.

V. Souchopová, K. Stránský: *Erkenntnisse aus den Versuchsschmelzen in Wiederherstellungen von Schachtrennöfen aus der Umgebung von Blansko*. *Památky Archeologické*, Praha 1983

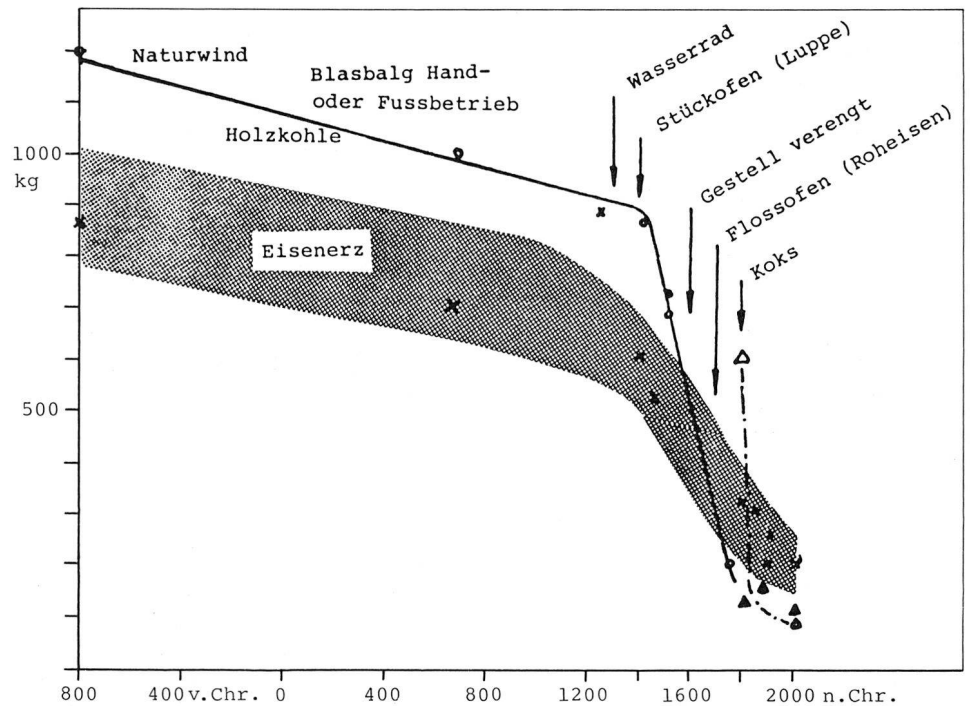
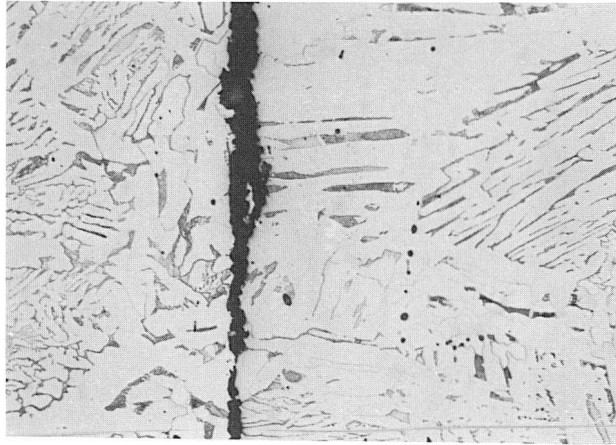


Tabelle 5: Spezifischer Verbrauch an Brennstoff und Eisenerz pro 100 kg erzeugtes Eisen.



Rennofen der Schmiedezunft ELIGIUS, September 1985

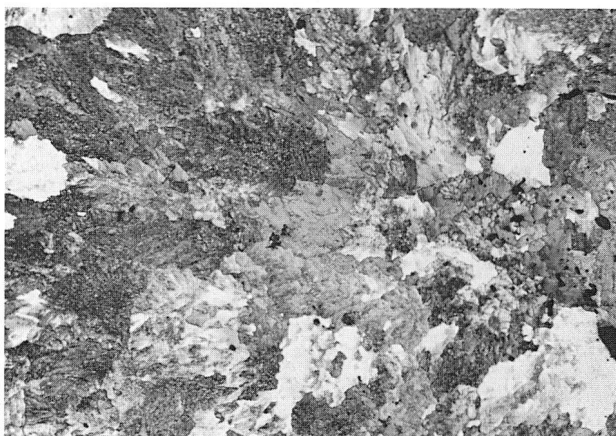


Übersicht ~ 20x



BURN # 3 SH05 4-SEP-85 11:33:00
 PROBE VON SCHMIEDEZUNFT E L E G I U S

C	P	S	SI	MN
.249	.0052	.0029	<.00	.034
CR	NI	MO	V	CU
<.00	.033	<.00	<.00	<.00
NB	W	CO	AL	TI
<.00	<.000	.009	.004	<.000



~ 200x

Perlit



Tabelle 4