

**Zeitschrift:** Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

**Herausgeber:** Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

**Band:** 125 (1945)

**Vereinsnachrichten:** Bericht der Kommission für die Schläfli-Stiftung für das Jahr 1944

**Autor:** Ernst, A.

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

teren 6057 Euler-Bänden gerettet werden. Die Kommission hat daraufhin von letztern zur Sicherstellung 2570 Bände nach Zürich senden lassen, wo sie heute in der Universität bis auf weiteres aufbewahrt werden. Der Schaden von insgesamt Fr. 28,323.95 ist ordnungsgemäss sowohl beim Eidgenössischen Politischen Departement als beim Kriegssachschäden-Amt in Leipzig angemeldet worden.

Die Euler-Kommission hat sich in ihrer Sitzung vom 22. April 1944 in der bisherigen Weise neu konstituiert. Sie hat auch im verflossenen Jahre für wesentliche Hilfe zu danken; so einmal für den überaus wertvollen Beitrag von Fr. 12,000.— der Eidgenössischen Stiftung zur Förderung Schweizerischer Volkswirtschaft durch wissenschaftliche Forschung, Zürich; dann für die Beiträge der Euler-Gesellschaft, die heute 105 Mitglieder zählt.

Über den Stand der Herausgabe der Werke berichtet der Generalredaktor: « Im Jahre 1944 wurde der Band I, 5, enthaltend den letzten vierten Band der Commentationes arithmeticae, fertiggestellt und, soweit es die Postverbindungen zulassen, versandt. Der Satz des Bandes I, 9, enthaltend den 2. Teil der Introductio in analysin infinitorum, wurde bei dem Fliegerangriff auf Leipzig vom 4. Dezember 1943 zerstört; dagegen blieben die Druckvorlagen erhalten. Die ersten 306 Seiten sind in Korrekturfahnen vorhanden, die letzten 92 Seiten waren noch nicht gesetzt. Wir haben den Band nun bei Orell Füssli in Druck gegeben. Einstweilen ist die Vorrede zu diesem Bande, welche die ganze Introductio betrifft und dazu noch die Institutiones calculi differentialis, welche ohne Vorrede abgedruckt worden waren und den anschliessenden Band I, 10 bilden, bei Orell Füssli in Druck gegeben worden. Sie ist vom Generalredaktor verfasst.

Vom Band II, 10, dem ersten Band der Mechanik biegsamer und elastischer Körper, sind 164 Seiten gesetzt. Ausserdem befinden sich folgende Bände bei den Herausgebern: I, 24/25 bei Prof. Carathéodory in München; II, 3/4 bei Prof. Blanc in Lausanne; II, 11 bei Prof. Stüssi in Zürich; II, 15/17 bei Prof. Ackeret und de Haller in Zürich und III, 5 bei Dr. H. Wild in Baden. »

Der Präsident: *Rud. Fueter.*

### **3. Bericht der Kommission für die Schläfli-Stiftung für das Jahr 1944**

Reglement s. « Verhandlungen » Solothurn 1936, S. 136

*1. Jahresrechnung.* Die auf 31. Dezember 1944 abgeschlossene Jahresrechnung der Kommission des Fonds für den Preis von Dr. Schläfli verzeichnet als Saldovortrag vom Vorjahre Fr. 7694.66. Einnahmen

(Zinsen von Obligationen und Sparheft; Rückzahlung von Obligationen) Fr. 1352.85; Ausgaben Fr. 2738.90, inkl. Ankauf von nom. Fr. 2500.— Obligationen. Mehrausgaben pro 1944 Fr. 1386.05; Vortrag auf neue Rechnung Fr. 6308.61, ausgewiesen durch den Saldo des Sparheftes von Fr. 6485.05 minus Schuld an die Kapitalrechnung der Gesellschaft von Fr. 176.44.

2. *Stand des Fonds.* Siehe Rechnungen Seite 273.

3. *Preisaufgaben.*

a) Die auf 1. April 1944 ausgeschriebene Preisaufgabe « Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Flügelreduktion bei flügellosen weiblichen Schmetterlingen, insbesondere bei *Solenobia*, und Vergleich mit der normalen Entwicklung der Flügel » hat noch keine Lösung gefunden. Die Kommission hat beschlossen, dasselbe Thema auf April 1946 erneut zur Ausschreibung zu bringen.

b) Die für 1944/45 ausgeschriebenen Preisarbeiten sind also :

a) auf den 1. April 1945 : « Kritische Studie der Verfahren zur Gewinnung von Eisen aus Eisenerzen unter Ausnützung elektrischer Energie. »

β) auf den 1. April 1946 : « Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Flügelreduktion bei flügellosen weiblichen Schmetterlingen, insbesondere bei *Solenobia*, und Vergleich mit der normalen Entwicklung der Flügel. »

4. *Mitgliederbestand der Kommission.* An Stelle des in den Sommerferien 1943 verstorbenen Prof. Dr. M. Duboux ist als Mitglied der Kommission Prof. Dr. Ch.-G. Boissonas, Neuchâtel, gewählt worden.

Eine Kommissionssitzung hat 1944 nicht stattgefunden; sämtliche Beschlussfassungen sind auf dem Zirkularwege erfolgt.

Zürich, den 26. April 1945.

Der Präsident : *A. Ernst.*

**Autoren-Referate zu den 1945 preisgekrönten Arbeiten zum Thema :  
« Kritische Studie der Verfahren zur Gewinnung von Eisen aus Eisenerzen unter Ausnützung elektrischer Energie »**

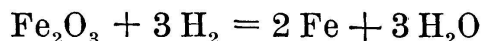
*1. Arbeit mit dem Motto « Herznach »*

Verfasser: Dr. *Hans Reinhart, Solothurn*

*Über die Gewinnung von Eisen aus Fricktaler Erzen durch Reduktion mit Wasserstoff*

Sowohl die Qualität der einheimischen Eisenerze wie die Rohstoffpreise werden es wohl nie erlauben, daraus auf Kohlenstoffbasis ein konkurrenzfähiges Roheisen- oder Stahlprodukt zu gewinnen. Auf

Grund vorliegender Studie scheint es jedoch möglich, die relativ bedeutenden Erzlager des Fricktales vermittelst elektrothermischer Wasserstoffreduktion gemäss dem Vorgang



direkt auf ein reines, kohlenstoffreies Eisen aufzuarbeiten.

Ein solches Verfahren wird aber nur billige Überschussenergie verwerten können. Nach Lorenz<sup>1</sup> betrug das statistische bzw. statistisch geschätzte Mittel der während der Jahre 1927—42 zur Darbietung gelangten Überschussenergie während einer 8monatigen Betriebsperiode ca. 700 Mio. kWh.

Nach neueren Untersuchungen<sup>2</sup> enthält das Fricktaler Erzlager rund 13 bis 14 Millionen Tonnen metallisches Eisen in Form eines sauren oolithischen Limonites, der in eine kalkkarbonatische, eisenführende Grundmasse eingebettet ist.

Zur technischen Verwertung eines Gasreduktionsverfahrens kommen nach den Arbeiten Hofmanns und Kassem<sup>3,4</sup> vor allem Temperaturen zwischen 900—1000° C in Betracht. Eine Erzreduktion wird vorteilhaft im Schachtofen durchgeführt, weshalb das Reduktionsverhalten von stückigem Erz bei 950° C von besonderem Interesse ist.

Das zu meinen Versuchen benutzte Fricktaler Erz zeigte folgende Zusammensetzung :

Tabelle 1

Ges. Fe %	SiO <sub>2</sub> %	CaO %	MgO %	Al O <sub>3</sub> %	CO <sub>2</sub> %	H <sub>2</sub> O 105° C %	Glühverlust 950° C %	Sintertemp. ° C
29.6	12.4	14.4	1.7	6.83	11.3	5.1	22.4	1040-1070

Die Reduktion der Erze nach  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2 = 2 \text{Fe} + 3 \text{H}_2\text{O}$  wurde mit steigendem H<sub>2</sub>-Durchsatz (5, 10, 20 l H<sub>2</sub>/h) an den drei Kornklassen 0—1 mm, 2—3 mm und 15—18 mm Korndurchmesser in einem gasdichten Quarzrohr bei 950° C durchgeführt. Zur Reaktion gelangte durchwegs die einer Eisenmenge von 5,17 g entsprechende Erzmenge, die vor der Reduktion bei 500° C im Kohlensäurestrom entwässert wurde. Der Fortgang der Reduktion wurde durch periodisches Wägen des Wasseranfalles verfolgt.

<sup>1</sup> Lorenz : Bull. Schweiz. el.-tech. Verein 29, S. 568 ff. (1938).

<sup>2</sup> Fehlmann : Bull. Schweiz. el.-tech. Verein 29, S. 541. (1938).

<sup>3</sup> Hofmann : Z. angew. Ch. 38, S. 715 ff. (1925).

<sup>4</sup> Kassem : Beitrag z. Eisengewinnung durch Reduktion mit Wasserstoff. Diss. Zürich E. T. H. (1942).

Bei Erreichung eines 92 %igen O-Abbaues ergaben sich aus meinen Messungen folgende Zahlen des Wasserstoffumsatzes :

*Tabelle 2*

relativer Gas- durchsatz:	$\frac{1 \text{ H}_2/\text{h}}{\text{g Fe-Einwaage}}$	H <sub>2</sub> -Umsatz zu H <sub>2</sub> O in Vol.-% des durchgesetzten Ges.-Wasserstoffes		
		1	2	4
1.) Korndurchmesser : 0—1 mm . . .	—	—	31	28.5
2.) Korndurchmesser : 2—3 mm . . .	33	33	29	56
3.) Korndurchmesser : 15—18 mm . . .	29	29	25	22
4.) Korndurchmesser : 50 mm <sup>1</sup> . . .	28	28	23.5	20

<sup>1</sup> extrapoliert aus 1.), 2.) und 3.)

Aus den Zahlen der Laborversuche lassen sich die stündlichen Reduktionsleistungen pro m<sup>3</sup> Reduktionsraum der Tab. 3 errechnen.

*Tabelle 3*

Relativer Gasdurchsatz $\frac{\text{m}^3 \text{ H}_2/\text{h}}{\text{kg erhitztes Fe}}$	O-Abbau: 92 % Korn- $\varnothing$ : 50 mm		
	H <sub>2</sub> -Durchsatz m <sup>3</sup> /h	H <sub>2</sub> -Umsatzfaktor	Reduktionsleistung kg Fe/m <sup>3</sup> Red.Raum/h
1	500	28	198
2	1000	23.5	330
4	2000	20	564

Der zu 92 % reduzierte Eisenschwamm entspricht folgender Zusammensetzung :

*Tabelle 4*

Ges.-Fe %	met. Fe %	FeO %	CaO %	MgO %	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CO <sub>2</sub> %	Roherz: 29.6% Fe
43.4	37.4	7.7	21.4	2.4	17.9	8.65	0.05	

Die Trennung des Eisens von der Gangart kann durch Einschmelzung des gesamten Eisenschwammes erfolgen, wobei das Eisenbad zur vollständigen Ausscheidung der Erzverunreinigungen mit einer basischen FeO-haltigen Schlacke nachzufrischen ist.

Die pro Tonne metallischen Eisens aufzuwendenden Energiemengen belaufen sich nach Tabelle 5 wie folgt :

Tabelle 5

	Kal.	kWh
Energiemenge z. Erzeugung des Eisenschwammes <sup>1</sup>	1 240 000	1440
Energiemenge z. Einschmelzung d. Eisenschwammes	2 245 000	2610
Energiemenge z. Erzeugung des Wasserstoffs . .	—	3550
Total Energieverbrauch zur Erzeugung von 1 t gefrischtem Eisen in geschmolzenem Zustand . . .		7600
<sup>1</sup> exkl. rekuperierbare Wärme		

Die nach Lorenz jährlich dargebotenen Mengen an elektrischer Überschussenergie würden demnach eine sehr ansehnliche Eisenproduktion nach einem thermischen Wasserstoffreduktionsverfahren ermöglichen.

*Zusammenfassung*

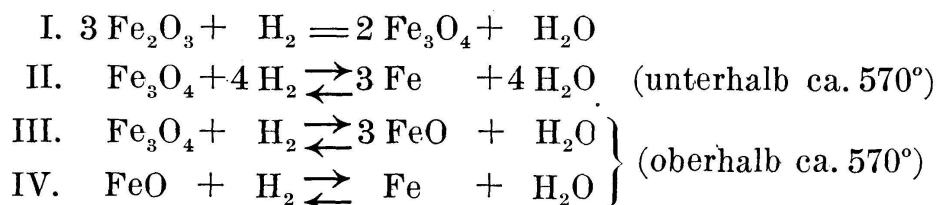
1. Stückiges Fricktaler Erz lässt sich mit Wasserstoff bis zu einem O-Abbau von 92 % reduzieren.
2. Der die Reduktionsgeschwindigkeit bestimmende H<sub>2</sub>-Diffusionsfaktor fällt sprunghaft zwischen den Korngrößen 0—1 und 2—3 mm (Oolithkorn). Mit steigendem Korndurchmesser fällt er stetig, doch langsam.
3. Eine rationelle Erzverhüttung kann wegen der hohen Energieverbräuche nur mit Hilfe billiger Überschussenergie in Betracht kommen. Die Reduktion ist in einer apparativen Vorrichtung vorzunehmen, die weitestgehende Wärmeökonomie und verlustlosen Gasumlauf gewährleistet.
4. Die Leistung einer Reduktionsanlage wird letzten Endes bestimmt durch die dem Reduktionsraum zuführbaren Wärmemengen.

2. Arbeit mit dem Motto « *Agit materia et fluida et solida* »

Verfasser : Dr. phil. *Max Hauser*, Zürich 6

*Grundlagen der Wasserstoffreduktion*

Bei der Reduktion von Oxyden des Eisens mit Wasserstoff treten die folgenden Vorgänge auf :



Die Reaktion I ist zufolge des hohen Zersetzungsdruckes von Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> praktisch irreversibel; die übrigen drei Vorgänge sind umkehrbar. Die Temperaturgrenze von zirka 570° ist dadurch bedingt, dass FeO (Wüstit) nur oberhalb zirka 570° beständig ist und unterhalb dieser Temperatur zu Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> und Fe zerfällt.

Bei der Wasserstoffreduktion beanspruchen die unkehrbaren Reaktionen II bis IV das Hauptinteresse. Sie sind eingehend studiert. Gleichgewichtskonstanten und Wärmetönungen können Gmelins Handbuch entnommen werden, und eine graphische Darstellung des  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$ -Gemisches über Eisen und Eisenoxyd in Abhängigkeit von der Temperatur findet sich im Werke von R. Durrer « Die Metallurgie des Eisens » (2. Auflage 1942).

Es ergibt sich daraus, dass die Bedingungen für die Oxydreduktion bei  $400^\circ$  noch sehr ungünstig wären. Wohl wird vorhandenes  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  in  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  übergeführt, aber die Reduktion des letzteren, nach II, geht sehr langsam vor sich, einerseits weil die Gasphase bei dieser Temperatur nur wenig  $\text{H}_2\text{O}$  enthalten kann, andererseits weil die Reaktionsgeschwindigkeit bei dieser Temperatur noch gering ist.

Dabei ist zu bedenken, dass feste Stoffe den Gasen nicht unbegrenzt reaktionsbereit zur Verfügung stehen. Die Einwirkung findet zunächst an der Oberfläche statt. Daraus ergibt sich der Schluss, dass Oxyde oder Erze besser in zerkleinertem Zustand, d. h. mit grosser Oberfläche, als in Stücken angewendet werden. Auch dann muss der Gasaustausch bis zu den innersten Teilchen gehen. Die Diffusionsgeschwindigkeit nimmt mit steigender Temperatur zu, das gleiche gilt für die Reaktionsgeschwindigkeit, und auch das  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$ -Verhältnis wird günstiger. Im Gleichgewichtszustand bei  $700^\circ$  besteht die Gasphase über Fe und FeO aus etwa 70 Vol.-%  $\text{H}_2$  und 30 %  $\text{H}_2\text{O}$ . Bei  $1000^\circ$  liegen die Verhältnisse sehr viel günstiger als etwa bei  $400^\circ$ . Aber es ist hier zu bedenken, dass eine so hohe Temperatur nur mit erhöhtem Energieaufwand erreicht und aufrechterhalten wird. Sie stellt auch grössere Anforderungen an die Apparatur.

Mit steigender Temperatur backen die entstandenen Eisenteilchen zunehmend zusammen, sie sintern. Das erschwert den Gaszutritt zu noch nicht reduzierten Oxydteilchen. Die Reduktion verläuft deshalb gegen Ende langsamer als am Anfang. Da für die Sinterung auch Begleitstoffe der Oxyde eine Rolle spielen, ist es schwer, ein Optimum für die Reaktionstemperatur anzugeben. Bei eigenen Versuchen mit Erzen wurden gute Resultate erzielt bei Temperaturen zwischen  $700$  und  $900^\circ$ .

Die Wasserstoffreduktion ergibt ein zusammengebackenes Eisenpulver, den Eisenschwamm, der eingeschmolzen werden muss. Das geschieht unter den hiesigen Verhältnissen am besten im elektrischen Ofen. Solche Elektroöfen sind in schweizerischen Eisenwerken mit Erfolg in Betrieb. Es wird hier aber Roheisen und Alteisen verwendet. Das durch Wasserstoffreduktion gewonnene Eisen wird als zu kostspielig abgelehnt. Eine Änderung dieser Stellungnahme ist nicht zu erwarten, solange billiges Alteisen beschafft werden kann. Die Wasserstoffreduktion von Eisenerz ist somit eher ein wirtschaftliches als ein wissenschaftliches oder technisches Problem.

### *Eisenkeramik*

Wirtschaftlichkeit scheint eher gegeben bei einem neu entwickelten Verfahren, der Eisenkeramik. Sie überträgt die Arbeitsweise der Keramik auf die Metallurgie. Durch einen geringfügigen Zusatz von Ton zu pulverisiertem Eisenoxyd oder Eisenerz entsteht beim Anfeuchten eine plastische Masse, die nach keramischer Arbeitsweise zu beliebigen Gegenständen geformt werden kann. Die Reduktion mit Wasserstoff wird am getrockneten Formkörper vorgenommen und dann durch Steigerung der Temperatur die Sinterung herbeigeführt.

Die Tone enthalten als wesentlichen Bestandteil Silikathydrate, beispielsweise Kaolinit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Er spaltet beim Erhitzen im Temperaturbereich zwischen ca. 400 und 700° Wasserdampf ab, der durch die Poren des Formkörpers entweicht. Gegenstände aus Eisenoxyd/Ton-Massen müssen also zunächst auf etwa 700° erhitzt werden. Wenn das Wasser des Tons entwichen, der Formkörper aber noch porös ist, wird in Wasserstoffatmosphäre, unter Beachtung der vorerwähnten Grundsätze, das Eisenoxyd zu Metall reduziert. Die Temperatur darf dabei nicht so hoch gesteigert werden, dass sich leicht schmelzbare Eisensilikate bilden, welche die Poren versiegeln würden. Erst wenn praktisch alles Oxyd reduziert ist, was infolge des Gasaustausches durch die Poren Zeit in Anspruch nimmt, wird weiter erhitzt, damit das Material dicht sintert.

Die Eisenkeramik erfordert keinen Schmelzprozess, sie verzichtet auch auf Arbeitsgänge wie Giessen, Walzen, Schmieden usw. Die Gegenstände erhalten als Oxyd oder Erz ihre Gestalt und durch einen am Formkörper durchgeführten Reduktions- und Sinterprozess ihren Metallcharakter.

### *Neuartige Materialien*

Die nach diesem Verfahren erzielten Formkörper bestehen nicht aus reinem Eisen. Damit die rohe Oxydmasse formbar wird, muss sie im Minimum etwa 2 % Ton enthalten. Das Eisen enthält dann eine ganz geringe Menge fein verteiltes Silikat. Das Verfahren ist aber auch anwendbar auf keramische Massen üblicher Art, denen kleine Mengen Eisenoxyd zugesetzt sind. Es resultiert dann ein keramisches Material, das fein verteiltes Eisen enthält.

Zwischen diesen Grenzen, dem Eisen mit fein verteiltem Silikat und dem keramischen Material mit fein verteiltem Eisen, sind alle Abstufungen möglich. Es entsteht dadurch eine unabsehbare Reihe verschiedenartiger Materialien. Genaue Messungen ihrer Eigenschaften, die für den Anwendungsbereich entscheidend sein werden, liegen noch nicht vor.

Eine bedeutende Anwendung lässt sich indessen voraussehen, nämlich die *Herstellung von elektrischen Widerständen und Heizkörpern*. Dadurch, dass man üblichen keramischen Materialien einen Metallgehalt gibt, verlieren sie ihre Isolatoreigenschaft. Dadurch, dass man ein Eisen herstellt, das von nichtleitenden Teilchen durchsetzt ist, wird

seine elektrische Leitfähigkeit herabgesetzt. Durch Wahl des Mischungsverhältnisses zwischen keramischem Rohmaterial und Eisenoxyd bzw. Eisenerz kann man also zu Materialien gelangen, die einen gewünschten Widerstandswert aufweisen. Zusammen mit der vorzüglichen Bildsamkeit der rohen Massen ergibt sich daraus die Möglichkeit, elektrische Heizkörper fast jeder Form und Grösse herzustellen, wie Stäbe, Platten, Rohre und ganze Gefässe, bei denen die Wandung den Widerstand bildet. Sie können überdies durch Glasieren mit nichtleitenden Schutzschichten überzogen werden.

Für die Eisenkeramik liegen die schweizerischen Verhältnisse denkbar günstig. Nicht nur wird elektrolytischer Wasserstoff verbraucht, der Reduktions- und Sinterofen elektrisch beheizt, sondern ein wesentliches Erzeugnis, die elektrischen Heizkörper werden die Verwendung elektrischer Energie fördern.

### 3. Arbeit mit dem Motto « *Verbundbetrieb* »

Verfasser : Ing. G. Keller, Brugg

Das Problem der Verhüttung schweizerischer Eisenerze unter Ausnützung elektrischer Energie, insbesondere Sommerenergie, kann sowohl vom stofflichen, vom militärischen, psychologischen, vom sozialpolitischen und vom rein wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet werden. Für die Errichtung eines Hüttenwerkes muss eine genügende Erzbasis vorhanden sein, damit dessen Bestand auf eine zur Amortisation genügend lange Zeitspanne gesichert ist. Von den schweizerischen Erzvorkommen erfüllt nur dasjenige des Fricktales diese Bedingung, und zwar vollständig. Das Vorkommen am Gonzen ist zu wenig mächtig, und seine Erze sollten den Elektrostahlwerken zum Feinen des anfallenden Schrottes reserviert werden. Alle übrigen bekannten schweizerischen Erzvorkommen sind noch viel unbedeutender und scheiden als Erzbasis für das Werk vollständig aus.

Eine Beurteilung von Verhüttungsverfahren auf ihre Geeignetheit für die schweizerischen Bedürfnisse kann sich deshalb auf die Verhüttung der Fricktaler Erze beschränken. Gegen die Verwirklichung verschiedener Projekte zur Verhüttung dieser Erze sprachen bis heute hauptsächlich wirtschaftliche Erwägungen, gegen welche andere, bejahende Gesichtspunkte als untergeordnet betrachtet wurden.

Die Zahl der Verfahren zur Verhüttung von Eisenerzen unter Verwendung elektrischer Energie ist sehr beträchtlich. Die praktische Verwendbarkeit haben aber nur wenige unter Beweis zu stellen vermocht. Für die Beurteilung in der Wettbewerbsarbeit sind nur solche behandelt worden. Daneben sind zur vergleichenden Kritik auch noch zwei Verfahren von Schweizer Erfindern berücksichtigt.

Zur Gruppe der praktisch erprobten Verfahren gehören der Elektro-Hochofen System Grönvall und der Niederschachtofen Tysland-Hole sowie die Verfahren nach Flodin-Gustafsson, Kalling, Viberg und das Norsk-Staal-Verfahren. Auf Grund der in Versuchs- oder Produktions-

Anlagen mit obigen Verfahren erreichten Resultate lassen sich die gegenseitigen Vor- und Nachteile derselben sehr gut einander gegenüberstellen, obwohl mit Ausnahme des Niederschachtofens Tysland-Hole alle andern Verfahren ausschliesslich auf die guten Schwedenerze abgestimmt und ausprobiert wurden.

Die beiden Verfahren Lipinski und Gallusser sind im Sinne der Autarkie zur Verhüttung der Schweizer Erze an erster Stelle von allen untersuchten Verfahren zu setzen. Nur über das Verfahren Gallusser liegen einige spärliche Versuchsergebnisse vor, nach welchen dieses Verfahren für arme Erze nicht geeignet ist. Es kommt somit für die Verhüttung der Fricktaler Erze nicht in Frage. Lipinski hat über sein Verfahren ziemlich detaillierte Angaben gemacht, die aber in keiner Weise durch praktische Versuchsergebnisse eine Bestätigung gefunden haben. Verschiedene Details seines Verfahrens, wie die Anwendung eines Tunnelofens und die magnetische Scheidung des Eisenschwammes, sind technisch ausserordentlich schwer zu lösende Aufgaben. Da die Rückgewinnung des im Tunnelofen nicht in Aktion getretenen Reduktionswasserstoffes nach dem vorgeschlagenen Verfahren technisch unmöglich ist, wird der ganze Verhüttungsprozess durch den zu erwartenden hohen Wasserstoffverbrauch wirtschaftlich bedeutend schlechter arbeiten, als wie errechnet.

Vom rein technologischen Standpunkt aus betrachtet, scheiden für die Verhüttung der hauptsächlichsten Schweizer Erze, der fricktalischen Oolithe, der Elektro-Hochofen Grönvall, das direkte Stahlerzeugungsverfahren Flodin-Gustafsson sowie die in energetischer Beziehung hoch entwickelten Verfahren Kalling, Viberg und Norsk Staal aus, da sie nur für die Verarbeitung der reinen Schwedenerze geeignet sind.

Bis heute ist nur für den Niederschachtofen Tysland-Hole in einer grösseren Anzahl von Anlagen der Beweis erbracht worden, dass er praktisch alle Erze zu verhütten imstande ist. Spezialversuche in der Schweiz (Wimmis 1937 und Choindoz 1943/44) haben gezeigt, dass sich Fricktaler Erz unaufgearbeitet im Niederschachtofen ausgezeichnet verhütten lässt.

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Niederschachtofenbetriebes liegen zuverlässige Berechnungen und Versuchsergebnisse vor. Nach diesen ist die Verhüttung der Fricktaler Erze ohne Berücksichtigung der Verwertbarkeit der Nebenprodukte im Jahre 1938 wirtschaftlich ungünstig beurteilt worden, indem die Gestehungskosten pro Tonne erzeugten Eisens um Fr. 100.— berechnet wurden, wohingegen im gleichen Zeitpunkt die gleiche Eisenqualität zu Fr. 71.— importiert werden konnte.

Durch Kombination der Eisenerzverhüttung mit der Zementerzeugung lassen sich nicht nur die Nebenprodukte Gas und Schlacke stofflich verwerten, sondern die in der Schlacke enthaltene latente Wärme wird bei der Verarbeitung zu Portland-Zement vollständig gewonnen. Der rein energetische Wirkungsgrad dieses Verbundverfahrens verbessert sich dadurch wesentlich, und in stofflicher Beziehung wird es

Verfahren	Produkt	Eisen- gehalt des Erzes %	Reduktionsmittel		kWh/t Prod.	Nebenprodukte		Wärmeinhalt in kg Kohle		Eff. Kohle- ver- brauch kg/t	Netto- Wärme- verbr. Mill. Kal./t		
			Art	kg/t		Verwendbarkeit		Gas	Schlacke			Gas	Schlacke
						Gas	Schlacke						
Flodin Gustafsson .	Stahl	60	Holzkohle	340	2800	300 m <sup>3</sup> 2000 Kal.	wertlos	86	—	-254	4.18		
Kalling . . . . .	Eisen- schwamm	60	Holzkohle und Koks	327	1500	—	—	—	—	-327	3.56		
Viberg . . . . .	Eisen- schwamm	75	Koks	200	1300	—	—	—	—	-200	2.52		
Norsk Staal . . . .	Eisen- schwamm	68	Koks	220	1880	370 m <sup>3</sup> 1200 Kal.	—	64	—	-134	2.70		
Gallusser . . . . .	Eisen- schwamm	54	H <sub>2</sub>	600m <sup>3</sup>	5000?	—	—	—	—	—	?		
Lipinski . . . . .	Eisen- schwamm	30	H <sub>2</sub>	600m <sup>3</sup>	5000?	—	wertlos	—	—	—	?		
Grönvall . . . . .	Roheisen	60	Holzkohle	340	2400	550 m <sup>3</sup> 2400 Kal.	Zement	190	60	-130	2.98		
Tysland-Hole . . .	Roheisen	30	jede Art Kohle	400	3800	650 m <sup>3</sup> 2400 Kal.	Zement	240	265	+75	2.70		

nicht nur vollständig autark, sondern mit jeder Tonne aus Fricktaler Erz erzeugten Eisens vermindert sich unser Kohleimport um 75 kg. Rein energetisch ist das Verfahren Tysland-Hole im Verbundbetrieb mit der Zementfabrikation zu den besten der untersuchten Verfahren zu zählen.

In wirtschaftlicher Beziehung wirkt sich der Verbundbetrieb Eisenerzverhüttung-Zementfabrikation gleich günstig aus, indem die Gestehungskosten für das Eisen abzüglich des Erlöses für die Nebenprodukte Gas und Schlacke unter den Vorkriegs-Importpreis sinken.

Nach dem heutigen Stande der Technik kommt für die Verhüttung der Fricktaler Erze sowie in technologischer, energetischer wie wirtschaftlicher Hinsicht nur der Elektro-Niederschachtofen in Frage, wie dies auch aus der Tabelle hervorgeht.

#### **4. Bericht der Geologischen Kommission über das Jahr 1944**

Reglement siehe « Verhandlungen » Schaffhausen 1921, I., Seite 117.

##### 1. Allgemeines

Erneut hat die Geologische Kommission einen schweren Verlust zu beklagen : Am 5. September verunglückte ihr Adjunkt

Dr. PETER CHRIST

bei einer Besteigung des Piz Roseg im Berninagebiet, die er im Anschluss an die Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft von Sils (1. bis 3. September 1944) in Begleitung eines Freundes unternommen hatte.

Dr. CHRIST stand während 15 Jahren im Dienste der Kommission; seine Hauptaufgabe war die Erstellung der Originalvorlage für eine achtblättrige « *Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200,000* » und die Überwachung des Drucks dieser Karte. Dieser verantwortungsvollen Arbeit hat er sich mit grossem Geschick gewidmet und sie weitgehend gefördert. Drei Blätter sind fertig gedruckt, ein viertes steht gegenwärtig in Arbeit beim Lithographen, die Originalvorlagen der verbleibenden vier Blätter sind zum Teil in der Zeichnung schon vollendet, zum Teil bedürfen sie noch der Ergänzung, besonders des angrenzenden ausländischen Gebietes. Neben dieser Tätigkeit an der Generalkarte hat Dr. CHRIST erfolgreich mitgeholfen an der Drucklegung vieler Blätter des « *Geologischen Atlas der Schweiz 1:25,000* » und an der Herausgabe einer grossen Zahl unserer « *Beiträge* ».

Für all diese Arbeiten besass Dr. CHRIST eine hervorragende Begabung; er beherrschte nicht nur den geologisch-wissenschaftlichen Teil, sondern kannte auch die zeichnerischen und lithographischen Verfahren und war dadurch für die Geologische Kommission eine aussergewöhnlich wertvolle, schwer zu ersetzende Hilfskraft. Dem uns so jäh entrissenen Adjunkten, der die Sympathien aller Mitglieder der Kommission und ihrer vielen Mitarbeiter besass, werden wir ein dank-