

# Zur Frage der Eisenerzverhüttung in der Schweiz

Autor(en): **Durrer, Robert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **111/112 (1938)**

Heft 22

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-49953>

## **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.

INHALT: Zur Frage der Eisenerzverhüttung in der Schweiz. — Zur Analyse der Druckeinspritzung in Diesel-Motoren. — Raumaufhellung durch natürliches Tageslicht. — Reformierte Kirche in Zürich-Seebach. — Mitteilungen: Stahlröhren-Winderhitzer für Hochöfen. Die «schwimmende

Platte» unter Patentschutz? Weltausstellung New York 1939 im Bau. Betriebsversuche mit Speicheröfen. Vektorrechenstab. — Nekrologe: Peter Bertschinger. — Wettbewerbe: Schlachthausanlage in Genf. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

## Band 112

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung

Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

## Nr. 22

## Zur Frage der Eisenerzverhüttung in der Schweiz

Von Prof. Dr. Ing. ROBERT DURRER, Berlin \*)

Die Geschichte der Eisenerzgewinnung in der Schweiz ist recht alt<sup>(1)</sup> bis<sup>(2)</sup>). Der Bau von Eisenbahnen und die schnelle Entwicklung der Flusseisenverfahren führten dazu, dass die Eisenerzeugung fern von der Kohlengrundlage und in kleinen Betriebseinheiten sich gegenüber den Grossbetrieben in den Hauptindustrielländern wirtschaftlich nicht mehr behaupten konnte. So wurde die Verhüttung von Eisenerzen in der Schweiz immer mehr bedrängt, sodass der letzte Hochofen im Jahre 1935 zum Erliegen kam<sup>(3)</sup>). Grossmächte sind heute ohne eine starke Eisenindustrie nicht mehr denkbar; aber auch die kleineren Länder haben, besonders im Weltkriege, die Bedeutung einer eigenen Eisengewinnung erkannt. So ist in der Nachkriegszeit die Frage der eigenen Eisenerzeugung von bisher industriearmen Ländern untersucht worden; an manchen Stellen sind auch bereits Hüttenwerke entstanden oder im Entstehen begriffen. Seit langer Zeit wird auch in der Schweiz die Errichtung einer Verhüttungsanlage geprüft. Die Voraussetzungen sind in der Schweiz für eine Verhüttung nicht günstig, weil das Land keine Koks-kohle besitzt und weil die Schweiz im allgemeinen das Eisen infolge des Wettbewerbs der Grossindustrielländer sehr billig beziehen kann; die Roheisenpreise liegen nämlich in der Schweiz häufig unter denen der Erzeugungsländer.

Die Erzvorräte sind nicht sehr gross, aber für die schweizerischen Bedürfnisse der Menge nach genügend. Praktisch kommen zwei Lagerstätten in Frage: das Vorkommen im Fricktal im Aargau und das am Gonzen im oberen Rheintal. H. Fehlmann<sup>(4)</sup> gibt die aufgeschlossene Erzmenge am Gonzen zu etwa 1 Mill. t, die im Fricktal zu mindestens 50 Mill. t, die wahrscheinliche am Gonzen zu 2 bis 3 Mill. t, die im Fricktal als wesentlich grösser an<sup>(5)</sup>); die früheren Schätzungen sind bedeutend niedriger. Das Fricktaler-Erz ist dem süddeutschen Doggererz ähnlich, nur ist es etwas reicher. Sein durchschnittlicher Eisengehalt liegt bei etwa 28 %, nach neueren Erfahrungen bei der Erzförderung sogar bei 30 %, der Phosphorgehalt bei etwa 0,5<sup>(6)</sup>%. Fehlmann<sup>(5)</sup> nennt für eine Erzprobe aus dem zum Fricktal gehörenden Herznacher Flöz folgende Durchschnittsanalyse: 29,29 % Fe; 0,06 % Mn; 0,53 % P; 0,22 % S; 0,22 % Ti; 0,034 % Cr; 0,086 % V; 0,008 % As; Spuren Cu; 13,60 % SiO<sub>2</sub>; 5,45 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 13,05 % CaO; 1,56 % MgO; 18,74 % Glühverlust. Das Gonzenerz ist ungefähr hämatitisch bei einem mittleren Eisengehalt von etwa 55 % neben etwa 0,8 % Mn; 5,3 % SiO<sub>2</sub>; 0,6 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 7,5 % CaO; 1<sup>(7)</sup> % MgO; 0,6<sup>(8)</sup> % S<sup>(9)</sup> (10) (11) (12) (13).

Die Erzmenge würde also durchaus genügen, den schweizerischen Eisenbedarf auf lange Zeit hinaus zu decken. Hierbei sind die ärmeren Erze noch nicht berücksichtigt, besonders die eisenschüssigen Spate mit Eisengehalten bis zu 20 % und etwa 30 % CaO, deren Menge sehr gross ist. Schwieriger ist die Frage der Erzeugung entsprechender Roheisensorten und der Wirtschaftlichkeit.

Die Verhüttung beider Erze ist im Blashochofen ohne weiteres möglich, denn beide Erze werden ausgeführt und in Blashochöfen verhüttet, allerdings mit anderen Erzen gemöllert. Da die Schweiz aber mit einer Verhüttungsanlage die Absicht verbände, sich bis zu einem gewissen Grade in der Eisenerzeugung unabhängig zu machen, kommt der Blashochofen nicht in Frage, da sie dann den Koks aus dem Ausland beziehen müsste, weil Holzkohle nicht in Betracht kommt. Von diesem Standpunkt aus gesehen steht nur die elektrische Verhüttung zur Erörterung. Zwar benötigt auch sie Kohle, aber nur etwa zwei Fünftel der im Blashochofen erforderlichen Menge, und ausserdem ist man beim elektrischen Niederschachtofen in der Wahl der Kohle weitgehend frei, während der Blashochofen guten Koks verlangt, sofern nicht entsprechender Anthrazit oder Holzkohle zur Verfügung stehen, was in der Schweiz nicht der Fall ist.

Für die elektrische Verhüttung kommt heute nur der Niederschachtofen in Betracht. Ueber die Eignung der schweizerischen Erze für die Verhüttung im elektrischen Ofen liegen

\*) Erweiterter Abdruck eines in «Stahl u. Eisen», Bd. 58 (1938), Heft 41, erschienenen Aufsatzes, Die Erweiterungen entstammen im Wesentlichen einem Vortrag, den der Verfasser am 2. November 1938 vor dem Zürcher Ingenieur- und Architektenverein gehalten hat.

bereits mehrere Arbeiten vor<sup>(4)</sup> (5) (11) (12) (14) (15)). Als man sich vor etwa zwei Jahren entschloss, die Frage der Verhüttung schweizerischer Eisenerze in der Schweiz endgültig zu klären und zu dem Schluss kam, dass nur eine elektrische Verhüttung in Betracht kommen könne, war das Verfahren der elektrischen Verhüttung im Ausland schon weitgehend entwickelt. An die Stelle des Elektrohochofens war der elektrische Niederschachtofen getreten, der in der Wahl des Reduktionsmittels weitgehende Freiheit gestattet<sup>(16)</sup>. In diesem seit etwa zehn Jahren arbeitenden Ofen waren aber bis dahin nur verhältnismässig reiche Erze verhüttet worden, sodass zwar für das Gonzenerz die Verhüttungsmöglichkeit als gegeben anzunehmen war, dagegen nicht ohne weiteres für das ärmere und saure Fricktaler Erz.

Um hierüber Klarheit zu schaffen, wurden im Herbst 1937 während etwa zwei Monaten in Burgholz bei Spiez Verhüttungsversuche in einem ungedeckten 3000-kW Ofen durchgeführt; ein geschlossener Ofen stand nicht zur Verfügung. Da aber in erster Linie geklärt werden sollte, ob das arme, saure Fricktaler Erz sich elektrisch verhütten lässt, genügte ein offener Ofen, da in diesem bei der Verhüttung eines solchen armen Erzes ähnliche Schwierigkeiten zu erwarten sind wie in einem geschlossenen. Natürlich sind die Arbeitsbedingungen in einem offenen Ofen andere als in einem geschlossenen, sodass die erhaltenen Ergebnisse nicht zahlenmässig auf den geschlossenen Ofen übertragen werden können. Nach den mit der elektrischen Verhüttung bereits vorliegenden Erfahrungen können jedoch aus den Beobachtungen sinngemäss Schlussfolgerungen gezogen werden. Obwohl die elektrische Verhüttung von Gonzenerz als grundsätzlich möglich angesehen werden konnte, sollte auch dieses untersucht werden, um sein Verhalten im einzelnen und im Vergleich zum Fricktaler Erz kennen zu lernen. Die durch die Versuche zu lösende Aufgabe lautete: Lässt sich das Fricktaler Erz im elektrischen Ofen verhütten und gegebenenfalls unter welchen Bedingungen? Wie sind die entsprechenden Verhältnisse bei der elektrischen Verhüttung von Gonzenerz?

Die Versuche zeigen, dass sowohl Roherz vom Gonzen als auch aus dem Fricktal sich elektrisch verhütten lässt, nur muss — was auch bei anderem Erz erforderlich ist — das Erz geeignete Stückgrösse besitzen. Eine Sinterung des Fricktaler Erzes ist nicht erforderlich, obwohl im gegebenen Falle ihre Zweckmässigkeit geprüft werden müsste. Aufbereitungsverfahren kommen, nachdem sich gezeigt hat, dass sich das Fricktaler Erz roh und gesintert elektrisch verhütten lässt, schon wegen des beträchtlichen Eisenverlustes mit Rücksicht auf die an sich nicht grossen Erzvorräte nicht in Betracht.

Als Reduktionsmittel wurde Gaswerkskoks allein und gemischt mit Griesskoks und Alpen-Anthrazit aus dem Kanton Wallis mit über 30 % Asche verwendet; diese Zumischung war bis zu einem beträchtlichen Masse möglich. Allgemein ist —

<sup>1)</sup> A. Trautweiler: Aargauische und schweizerische Eisenproduktion in Vergangenheit und Zukunft. «SBZ», Bd. 68 (1916), S. 199/202; S. 214/16; S. 227/29. — <sup>2)</sup> G. Chatelet: L'industrie du fer en Suisse au point de vue économique. Weinfelden 1921. — <sup>3)</sup> O. Johannsen: Geschichte des Eisens. 2. Aufl. Düsseldorf 1925. — <sup>4)</sup> H. Fehlmann: Die schweizerische Eisenerzeugung, ihre Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung. Mit einem Beitrag von R. Durrer. Bern 1932. — <sup>5)</sup> H. Fehlmann: Die Eisenerzlagerstätten der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung der Lagerstätte im Fricktal; Aarau 1937; ferner: Die Schweiz, Eisenerze und ihre Verwertung. Bulletin S. E. V. 1938, Bd. 29. — <sup>6)</sup> Das Eisenbergwerk am Gonzen, in «SBZ», Bd. 110, S. 215<sup>(7)</sup>, 1937 (Redaktionell). — <sup>7)</sup> Nach M. v. Anacker: Das Ende der Eisenerzeugung im Jura. «SBZ», Bd. 106 (1935), S. 195/97. — <sup>8)</sup> Vgl. O. Petersen: Der heutige Stand der Eisenindustrien der Welt. «St. u. E.» 53 (1933), S. 717/33; darin «Schweiz», S. 729. — <sup>9)</sup> Vgl. C. Schmidt: Bericht über die Eisenerzvorräte der Schweiz. S. 107/40. In: The Iron Ore Resources of the World. Vol. 1. Stockholm 1910. — <sup>10)</sup> Nutzbarmachung schweizerischer Erzlagerstätten. «St. u. E.» 40 (1920), S. 1466. Vgl. Die Erzfunde im Fricktal. Technik und Industrie (SBZ), S. 148/49, (Bericht über einen Vortrag von F. Meyer, Winterthur). — <sup>11)</sup> H. Saemann: Untersuchung der Fricktaler Eisenerze und ihre Verhüttbarkeit. Aarau 1921. — <sup>12)</sup> C. Schmidt: Die Eisenerze der Juraformation im Schweizer Jura. «SBZ», Bd. 77 (1921), S. 277/79; S. 285/88; 78 (1921), S. 60/61. — <sup>13)</sup> H. Fehlmann: Die Fricktaler Eisenerze. «SBZ», Bd. 106 (1935), S. 198/99. — <sup>14)</sup> R. Durrer: Untersuchungen zur Klärung der Frage der elektrischen Verhüttung schweizerischer Eisenerze. Hrsg. von der Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung der schweizerischen Erzlagerstätten. Düsseldorf 1924. Auszug vgl. «St. u. E.» 44 (1924), S. 465/68. — <sup>15)</sup> R. Durrer: Ueber das Problem der Eisengewinnung in der Schweiz. «SBZ», Bd. 110 (1937), S. 27/29. — <sup>16)</sup> Vgl. «St. u. E.» 58 (1938), S. 413/14. —

nicht nur als Schlussfolgerung aus diesen Versuchen, sondern auch aus den bisher an anderen Orten gemachten Erfahrungen — zu sagen, dass jede nichtbackende, genügend stückige Kohle geeignet ist, wobei selbstverständlich auf die chemische Zusammensetzung Rücksicht zu nehmen ist, was in hohem Masse für den Walliser Anthrazit gilt.

Bei der Beurteilung der nachstehend in grossen Zügen angeführten wesentlichsten *zahlenmässigen Versuchsergebnisse* muss berücksichtigt werden, dass sie einem verhältnismässig kurzen Versuchsbetrieb entstammen und dass sie sich auf einen offenen Ofen beziehen. Der Kohlenverbrauch schwankte um 450 kg pro t Roheisen. Im Dauerbetrieb und im geschlossenen Ofen läge dieser Wert beträchtlich niedriger; unter den vorliegenden Bedingungen ist er befriedigend. Der Energieverbrauch pro t Roheisen betrug bei der Verhüttung von Gönzenerz etwa 2900 kWh; bei rohem Fricktaler Erz war er um etwa 1000 kWh höher. Für gesintertes Fricktaler Erz und für Mischmölle liegt er zwischen diesen Grenzwerten. Der Wert von etwa 2900 kWh/t war bei Gönzenerz auf Grund der bisherigen Erfahrungen mit dem elektrischen Niederschachtofen und den gekennzeichneten Versuchsbedingungen zu erwarten. Für den Dauerbetrieb im geschlossenen Ofen dürfen diese Grenzwerte etwa bei 2500 und 3500 kWh/t liegen.

Die *Zusammensetzung des Roheisens* bietet nichts Neues. Da der Phosphor bei der Verhüttung vollkommen ins Eisen geht, ergibt sich bei der Verhüttung von Fricktaler Erz allein ein Phosphorgehalt von etwa 1,5 %, bei der Verhüttung von Gönzenerz allein ein solcher von etwa 0,1 %.

Für die wohl demnächst erfolgende Entscheidung, ob in der Schweiz eine Verhüttungsanlage errichtet werden soll, liegt also die metallurgische Möglichkeit — und zwar für beide Erze — vor. Die Stellungnahme der massgebenden Stellen ist deshalb schwierig, weil privatwirtschaftlich manches gegen eine Verhüttung spricht. Schliesslich sind aber gesamtschweizerische Ueberlegungen für die Entscheidung massgebend. Dabei ist neben anderen Dingen zu bedenken, dass Eisen wertvoller sein kann als Gold. Im Zusammenhang mit der elektrischen Eisengewinnung wird auch die Möglichkeit der *Erzeugung von Benzin* aus Ueberschussenergie und dem Ofengas aus der Verhüttungsanlage untersucht. G. Lorenz<sup>17)</sup> entwickelt einen Vorschlag zur Gewinnung von jährlich etwa 50 000 t Elektro-roheisen und 25 000 t Benzin. Für die Errichtung der Anlage ist vorläufig das Gebiet zwischen Wildeggen und Brugg im Kanton Aargau in Aussicht genommen. Die Bewohner des Fricktales beantragen in einem Gesuch an den Bundesrat, dass die Verhüttung im Fricktal erfolgen soll.

#### Zusammenfassung.

Nach kurzen geschichtlichen Hinweisen wird die Bedeutung einer eigenen Eisengewinnung für die Schweiz gekennzeichnet. Das Land besitzt in seinen Erzvorkommen, soweit sie heute bekannt sind, etwa 15 bis 20 Mill. t Eisen. Nach kurzer Kennzeichnung der praktisch in Frage kommenden Erze wird die Möglichkeit ihrer Verhüttung behandelt. Zur Klärung sind Versuche durchgeführt worden mit dem Ergebnis, dass sich beide Erze elektrisch verhütten lassen. Als Reduktionsstoff wurde im wesentlichen Gaskoks verwendet; es zeigte sich jedoch, dass diesem beträchtliche Mengen an Griesskoks und Anthrazit, der sich in der Schweiz findet, zugemischt werden können. Der Energieverbrauch lag zwischen 2900 und 3900 kWh/t; im Dauerbetrieb werden diese Grenzwerte bei etwa 2500 und 3500 kWh/t liegen.

\*

Ueber diese auch in der Zeitschrift «Stahl und Eisen» veröffentlichten Darlegungen hinaus seien nachstehend noch einige Ausführungen gemacht, die sich in erster Linie an den schweizerischen Leser richten und ihm die Stellungnahme zum Problem der Verhüttung schweizerischer Eisenerze erleichtern sollen.

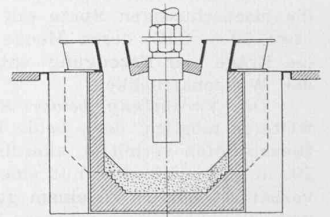
Die einzelnen für eine Verhüttung von Eisenerzen an sich allenfalls zur Anwendung kommenden Verfahren sind vom Verfasser bereits erörtert worden<sup>18)</sup>. Da die Schweiz, wenn sie sich für die Verhüttung entscheidet, sich in der Eisengewinnung nach Möglichkeit unabhängig vom Ausland machen will, kommt nur eine elektrische Verhüttungsmethode in Betracht. Energetisch betrachtet besteht der Unterschied zwischen elek-

trischer Verhüttung und der üblichen Hochofen-Verhüttung darin, dass für die Erzeugung der für die Durchführung des Prozesses erforderlichen Wärme im Hochofen Kohle bzw. Koks, im Elektroofen elektrische Energie verwendet wird. Für die Reduktion bedarf es auch beim elektrischen Verfahren eines Reduktionsmittels, als das praktisch nur Kohle in Frage kommt. Rein metallurgisch betrachtet, kann die Reduktion der Eisenerze auch mit Wasserstoff durchgeführt werden. Würde der Wasserstoff durch elektrolytische Zersetzung von Wasser gewonnen, so käme also auch zur Beschaffung des Reduktionsstoffes nur elektrische Energie in Betracht. Ein solches Verhüttungsverfahren wäre vom Ausland *vollkommen* unabhängig, wenn man von der geringen Kohlenmenge zur Aufkohlung des Eisens absieht. Obwohl in dieser Hinsicht schon Versuche vorliegen, sind diese noch nicht so weit gediehen, dass auf ihnen ein betriebstechnisches Verfahren aufgebaut werden könnte.

Es bleibt also für die elektrische Verhüttung auf Grund unserer heutigen Erfahrungen, wie früher schon dargelegt, nur der elektrische Niederschachtofen übrig. Da voraussichtlich, wenn sich die Schweiz grundsätzlich für die Errichtung einer Verhüttungsanlage entscheiden sollte, ein solcher Ofen errichtet wird, sei er im folgenden gegenüber den früheren Darlegungen noch etwas näher gekennzeichnet. Der geschlossene elektrische Niederschachtofen — der offene Niederschachtofen, wie er beispielsweise im Ferrolegierungsbetriebe benutzt wird, kommt, wie früher ausgeführt, aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage — wird von zwei Firmen, der «Aktieselskab for Elektrokemisk Industri», Oslo, und der «Siemens & Halske A.-G.» Berlin, gebaut. Die neueste Entwicklung des norwegischen Ofens (Tysland- oder Hole- oder Spigerverk- oder Oslo-Ofen) ist von I. Hole behandelt<sup>19)</sup>. Von diesem Ofen sind bereits etwa ein Dutzend Exemplare gebaut worden. Die drei Elektroden des Dreiphasenofens wurden früher in einer Geraden angeordnet, sodass der Ofen längliche Form erhielt; neuerdings ist man zur Dreiecksanordnung übergegangen, wobei sich der Ofen der Kreisform nähert. Schematisch sind diese beiden Ofenformen durch Abb. 1 und 2 gekennzeichnet, die der erwähnten Arbeit von I. Hole entnommen sind. Die Siemens & Halske A. G. hat bisher einen Ofen (Siemens-Roheisenofen) errichtet, und zwar bei der S. A. Cogne in Aosta. Eine kurze Kennzeichnung dieses Ofens ist durch M. Kauchtschischwili gegeben<sup>20)</sup>. Dieser Arbeit ist die Abb. 3 entnommen, die in grossen Zügen den Ofen kennzeichnet.

Diese gedeckten elektrischen Niederschachtofen haben sich gut bewährt. Ihre Verwendung wird gegenwärtig an verschiedenen weiteren Stellen studiert. Einen grösseren Verwendungsbereich werden sie allerdings erst dann erhalten, wenn das Verhältnis zwischen dem Preis für 1 kWh und für 1 kg Kohle sich stark zugunsten der elektrischen Energie verändert; wirtschaftliche Gleichheit besteht nach den heutigen Erfahrungen etwa dann, wenn dieses Verhältnis ungefähr zwischen 1:5 und 1:6 liegt. Ist dieses Verhältnis gegeben, so ist aber natürlich noch nicht gesagt, ob die elektrische Verhüttung an sich wirtschaftlich ist. Zur Klärung dieser Frage muss festgestellt werden, zu welchem Durchschnittspreis das Jahr über die erforderliche konstante Energie geliefert werden kann.

Für die Beurteilung des Problems der Eisengewinnung in der Schweiz aus schweizerischen Erzen dürfte es interessant sein, einen Vergleich anzustellen zwischen den schweizerischen



<sup>19)</sup> Jernkontorets Annaler 121 (1937), S. 667/75.

<sup>20)</sup> Siemens Veröffentlichungen aus dem Gebiete der Elektrochemie 1937, S. 43/47.

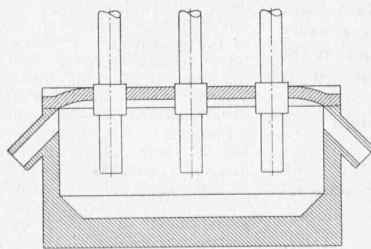


Abb. 1. Tysland-Hole-Ofen, mit Elektroden in gerader Reihe (Abb. 1 und 2 nach «Jernkontorets Annaler», 1937)

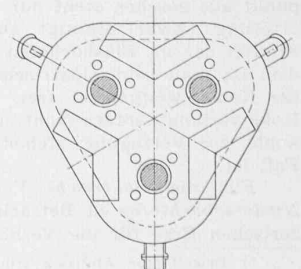
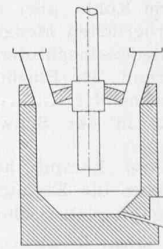


Abb. 2. Tysland-Hole-Ofen mit Elektroden im Dreieck

<sup>17)</sup> «Bulletin SEV», Zürich 1938, Nr. 20.

<sup>18)</sup> «SBZ», Bd. 110 (1937), S. 27/29.

Eisenerzvorkommen und denen der Welt, beide bezogen auf den Kopf der Bevölkerung. Die Eisenerzvorkommen der Welt sind bisher nur zum Teil erfasst, und die Angaben darüber schwanken ziemlich stark. Wenn die Erze von den besten bis etwa zu der Qualität der Fricktaler Erze berücksichtigt werden, können die gesamten Vorkommen zu etwa 50 Milliarden t Eisen angenommen werden. Es ist hierbei absichtlich die Menge auf das Metall und nicht auf das Erz bezogen, da bei den verschiedenen Eisengehalten der verschiedenen Erze nur die Eisenmengen, nicht aber die Erzmengen einen zuverlässigen Vergleich ergeben. Unter Zugrundelegung einer Weltbevölkerung von rd. 2 Milliarden Menschen ergibt sich ein Erzreichtum der Erde von rd. 25 t Eisen pro Kopf. Entsprechen die schweizerischen Eisenerzvorkommen diesem Verhältnis, so müssten sie rd. 100 Millionen t Eisen umfassen. Tatsächlich liegen sie nach unserer heutigen Kenntnis zwischen etwa 15 und 20 Millionen t Eisen, sodass die Schweiz nur etwa  $\frac{1}{6}$  des Weltdurchschnitts an Eisen besitzt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ausserhalb der genannten Eisenerzvorkommen der Welt sich noch weitere unerforschte befinden, und dass auch für die bekannten Erzvorkommen die Schätzungen gegenüber der Wirklichkeit an manchen Stellen sicherlich zu niedrig liegen. Weiterhin besitzt die Welt ungeheure Vorkommen an eisenhaltigen Mineralien, die ihrer Zusammensetzung wegen heute noch nicht als Eisenerze angesprochen werden, die aber in späteren Zeiten sicher einmal als Eisenerze verwendet werden, eben dann, wenn die Notwendigkeit dazu vorliegt. Als Beispiel seien die titanhaltigen Eisensande erwähnt, die etwa 55 % Eisen enthalten neben etwa 5 bis 10 % Titansäure. Dieser Titansäuregehalt war bis heute die Ursache dafür, dass diese Sande, die in gewaltigen Mengen an den Küsten des Stillen Ozeans vorkommen, nicht verhüttet werden können. Legt man dem Vergleich die Fläche zugrunde — die Schweiz umfasst etwa  $\frac{1}{3}$   $\frac{0}{100}$  des Festlandes der Erde —, so entspricht das Eisenerzvorkommen der Schweiz ungefähr dem Weltdurchschnitt.

Die Eisenerzeugung der Welt liegt, rund gesprochen, bei etwa 100 Millionen t im Jahr, was einer Erzeugung von etwa 50 kg auf den Kopf im Weltdurchschnitt entspricht (in einzelnen Grosseisenindustrielländern liegt diese spezifische Eisenerzeugung bei 300 kg und darüber). Dem Weltdurchschnitt würde also eine schweiz. Eisenerzeugung, bzw. ein Verbrauch von rd. 200 000 t im Jahr entsprechen. Dieser Wert liegt unter dem schweizerischen Eisenverbrauch, aber über der Erzeugung, an die bei der Errichtung einer schweiz. Verhüttungsanlage gedacht ist. (Für das Jahr 1937 stimmen Weltdurchschnitt und schweiz. Verbrauch ungefähr überein.) Wird nun — als Rechenunterlage angenommen — an eine jährliche Erzeugung von etwa 100 000 t Eisen in der Schweiz gedacht, so ergäbe sich eine Lebensdauer der schweizerischen Eisenerzvorkommen, wenn sie nur für die inländische Verhüttung verwendet werden, von etwa 150 bis 200 Jahren.

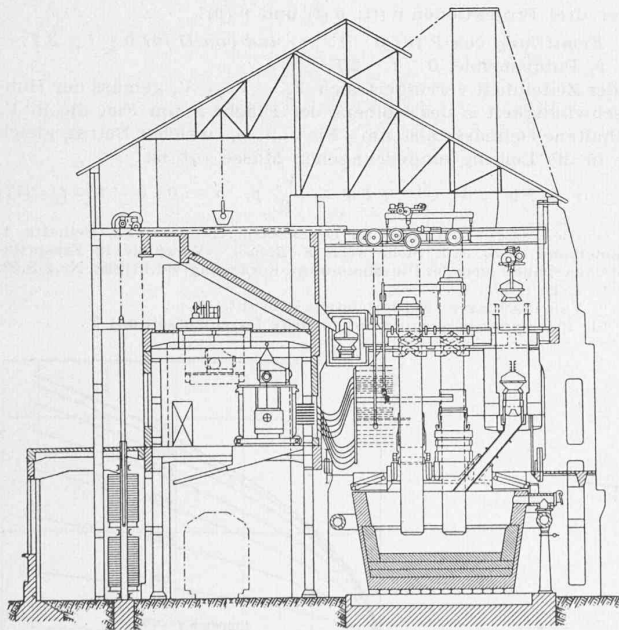


Abb. 3. Siemens Roheisen-Elektroofen nach Kauchtschischwili (nach «Stahl und Eisen» Bd. 58, Nr. 15, 1938).

Der Vollständigkeit wegen seien noch einige Zahlen über die Kohlenvorräte und die Leistungen der Wasserkräfte genannt. Die Weltkohlenvorräte belaufen sich auf etwa 6 Billionen t, wobei die Braunkohle ihrem Heizwert nach auf Steinkohle umgerechnet ist. Im Vergleich hierzu sind die schweizerischen Kohlevorkommen bedeutungslos; immerhin wäre ihre Verwendungsmöglichkeit bei einer Verhüttung in der Schweiz zu prüfen. Die Welt-Wasserkräfte dürften insgesamt eine Leistung von etwa 400 Millionen kW aufweisen, wovon etwa 10 % ausgebaut sind. Die in der Schweiz ausgebauten Wasserkräfte haben eine Leistung von rd. 2 Mill. kW, sodass die Schweiz an der Ausbauleistung der Welt mit etwa 5 % beteiligt ist. Im Weltdurchschnitt kommt also etwa 1 kW (ausgebaute Leistung) auf etwa 50 Menschen, in der Schweiz 1 kW auf etwa 2 Menschen.

Wenn auch die Rohstoff- und Energie-Grundlage der Schweiz für eine Eisengewinnung genügen, so muss doch noch deren Zweckmässigkeit eingehend studiert werden. Sie ist in erster Linie vom Standpunkt der Landesversorgung aus zu betrachten, wobei aber die Wirtschaftlichkeit ausserordentlich wichtig ist. Bei der Prüfung des Problems muss nach dem Optimum gesucht werden.

Die Landesversorgung erfordert in erster Linie Stahl, nicht Roheisen. Der Gesamt-Jahresbedarf der Schweiz liegt im Durchschnitt bei etwa 250 000 t Stahl und 60 000 t Roheisen; entsprechend dem Charakter der schweizerischen Eisenerze könnte zudem nur ein Teil dieses Roheisens erzeugt werden, das sich auf verschiedene Sorten erstreckt. Dazu kommt, dass die Wirtschaftlichkeit bei der Gewinnung von Roheisen allein am geringsten ist, dass sie aber mit dessen Weiterverarbeitung wächst. Aus diesen Überlegungen ergibt sich, dass eine Verhüttung auf Roheisen allein unzweckmässig wäre: entweder muss ein vollständiges Hüttenwerk oder dann gar nichts gebaut werden.

Die Frage nach der Leistung eines solchen Hüttenwerkes ist schwer zu beantworten. Sie darf aus Gründen der Landesversorgung und der Wirtschaftlichkeit nicht zu klein sein, aus den gleichen Gründen aber auch nicht zu gross gewählt werden. Ohne dem Ergebnis der eingehenden Prüfung vorzugreifen, scheint das Optimum der Grössenordnung nach bei etwa 100 000 t Eisen jährlich zu liegen. Wird der Verhüttung etwa dieser Wert zugrunde gelegt, so ergibt sich weiter, dass als wesentliche Erzgrundlage nur das Fricktal in Frage kommt. Das Konzerner kommt — seiner Menge nach — nur nebenbei in Betracht und sollte entsprechend seiner Menge und seinem Charakter in der Hauptsache für Notzeiten aufgespart werden. Unter diesen Umständen ergibt sich der Schluss, dass das Hüttenwerk in der Nähe der Haupterzbasis errichtet werden müsste. Militärische Gründe scheiden bei der Wahl des Standortes aus, da sich das gedachte Hüttenwerk während eines Krieges doch nur dann voll auswirken kann, wenn die Schweiz nicht von ihm erfasst wird. Im andern Fall sind — insbesondere bei der Kleinheit des Landes — die Verhältnisse so unübersehbar, dass sie im Voraus nicht berücksichtigt werden können. Ausser den Erzen kommen für eine Eisenhütte auch noch die in der Schweiz in beträchtlicher Menge anfallenden Pyritabbrände sowie Schrott in Betracht, Schrott kann sowohl zur Roheisen- wie auch unmittelbar zur Stahlerzeugung benützt werden<sup>21)</sup>. Welcher Weg zu wählen ist, kann erst nach weiterer Klärung des Problems gesagt werden. Diese beiden Eisenträger bieten sowohl in wirtschaftlicher wie in metallurgischer Hinsicht weitere Möglichkeiten für das Arbeitsprogramm der Hütte. Es ist dabei auch an die Produktion von synthetischem Roheisen (eventuell mit inkonstanter Energie) und an die Anreicherung des Erzmöllers durch Schrott zu denken.

Die Frage, ob, und gegebenen Falls in welcher Menge Gichtgas für eine Benzingerzeugung zu Verfügung steht, kann erst beantwortet werden, wenn über die Ausgestaltung des Hüttenwerkes Klarheit herrscht. Mit der Weiterverarbeitung des Roheisens wächst nämlich auch der Gasbedarf. Es ist im allgemeinen vorteilhaft, das bei der Verhüttung anfallende Gas möglichst weitgehend im eigenen Betrieb zu verwenden; dessenungeachtet ist es natürlich richtig, die Studien über diese Frage der Benzingerzeugung weiter zu führen.

Die Entscheidung in der Verhüttungsfrage ist eine schwere Aufgabe, verbunden mit grosser Verantwortung. Sie kann für die Schweiz nur richtig getroffen werden, wenn von Einzelinteressen vollkommen abgesehen und nur das Gesamtinteresse des Landes berücksichtigt wird. Soll ein Hüttenwerk gebaut werden, so muss es in grosszügiger Weise geschehen; besser gar kein Hüttenwerk als eine Teillösung.

<sup>21)</sup> Vergleiche Elektro-Stahlwerk L. von Roll, Gerlafingen, in Bd. 108, Seite 247\*. Red.