Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77/78 (1921)
Heft: 22

Artikel: Beiträge zur Frage der Verhüttung fricktalischer Eisenerze
Autor: Redlich, Alfred
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37265

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: 16.12.2025

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

Beiträge zur Frage der Verhüttung fricktalischer Eisenerze.

Von Dr. Ing. *Alfred Redlich*, Pfäffikon (Schwyz).

In letzter Zeit hat die Frage der versuchsweisen Verhüttung der Eisenerze vom Fricktal viel von sich reden gemacht. Es fielen manche Worte der scharfen Kritik, z. T. unter Anführungen von Zahlen, ohne dass jedoch der Zusammenhang mit den übrigen Zweigen der Eisen- und Maschinenindustrie einigermassen beleuchtet worden wäre. Die Studienkommission zur Verhüttung fricktalischer Eisenerze stellte sich ohne Zweifel eine der schwierigsten technischen Aufgaben, denn Anhaltspunkte und Vorbilder sind kaum gegeben. In den skandinavischen Ländern, insbesondere Schweden, ist die elektrische Roheisenerzeugung zu einer hohen Stufe der Entwicklung gebracht worden, die Verhältnisse liegen jedoch in den genannten Ländern unvergleichlich günstiger als in der Schweiz.

Die Wirtschaftlichkeit der elektrothermischen Reduktion der Eisenerze ist bekanntlich abhängig vom Kraftverbrauch für die Tonne Roheisen, vom Preise der Reduktionskohlenstoffart und vom Preise der elektrischen Energie. Der Kraftverbrauch hängt mit der bestmöglichen Ausnützung der elektrischen Energie zusammen, die ihrerseits wieder vom Eisengehalte der Beschickung abhängig ist. Da der Eisengehalt der skandinavischen Erze zumindest um 30 bis 50 % höher ist, als jener der Fricktal-Erze, sind dort die Möglichkeiten einer wirtschaftlichen Verhüttung bedeutend grösser als in der Schweiz. Die Preise für Reduktionskohle und Strom sind dort ebenfalls günstiger. Die bedeutend ungünstigern Produktionsverhältnisse der Schweiz dürfen jedoch keinesfalls dem Versuch einer Lösung dieser gewichtigen Frage in dem Wege stehen. Man muss vielmehr an die Bearbeitung dieser Aufgabe in der festen Erwartung herantreten, dass brauchbare Lösungen sich im Endresultate dennoch ergeben werden.

Wie bekannt dient im gewöhnlichen Hochofen der zugeführte Brennstoff sowohl zur Reduktion der Eisenerze als auch zum Erhitzen des reduzierten Eisens und der Schlacke auf die entsprechende Temperatur. Im Elektro-Ofen hingegen bewirkt er nur die Reduktion des Erzes, während das Schmelzen des Eisens und der Schlacke vom elektrischen Strom besorgt wird. Zur Reduktion von reinem Eisenoxyd würden gemäss der Gleichung:

$$Fe_2O_3 + 3C = 2Fe + 3CO$$

etwa 40 Teile Koks erforderlich sein. Aus den fricktalischen Erzen könnte also eine Tonne Roheisen mit einem Koksverbrauch von 400 *kg* erzeugt werden, bei einem Stromverbrauch von rund 3500 *kWh*, wie dies Ingenieur H. Fehlmann in seiner bezüglichen Broschüre anführt.

Bei Anwendung der theoretisch erforderlichen Kohlenstoffmenge und elektrothermischer Erhitzung des Kohlenstofferzgemisches dürfen die Kosten an elektrischer Energie die durch den erheblich verminderten Brennstoffbedarf erzielten Ersparnisse nicht übersteigen. Die Aussichten der elektrischen Verhüttung der fricktalischen Eisenerze stehen also im engsten Zusammenhange mit dem Preise von Kraft und Koks.

Es wirft sich nun von selbst die Frage auf, welche Stellung die elektrische Roheisenerzeugung in der gesamten Eisenindustrie einnimmt. Nach den Ausführungen Fehlmanns besitzt das fricktalische Erz einen Phosphorgehalt von im Mittel 0,5 %; entsprechend der Erzanalyse wird die Tonne daraus hergestellten Roheisens ungefähr 1,5 % Phosphor enthalten. Zweifellos, sagt er, wird ein grosser Teil dieses Eisens zu Stahl weiter verarbeitet werden. Durch den basischen Frischprozess, dem das Roheisen im Stahlofen unterworfen wird, findet unter anderem auch die Oxydation des Phosphors statt, wobei sich die Oxyde in der Schlacke sammeln, die aus etwa 10 % möglichst reinem Kalkstein besteht. Die so erhaltene Thomasschlacke wird zwischen 12 und 18 % Phosphor enthalten.

Demgegenüber sei zunächst bemerkt, dass die Unabhängigkeit der Elektrostahlerzeugung von der Roheisen-Herstellung immer mehr in die Erscheinung tritt. Die wissenschaftliche Betriebsführung der letzten Jahre hat bei der *Regenerierung von Alteisen* bedeutende Fortschritte erzielt, die wirtschaftlich von grosser Tragweite sind. Es ist für unsere Betrachtungen erforderlich, dass wir hier etwas näher darauf eingehen.

Die Abfälle der Maschinenindustrie und der übrigen, Eisen und Stahl verarbeitenden Industrien sind infolge ihres hohen Reinheitsgrades, abgesehen von der Ungleichmässigkeit ihrer Gestalt, sehr wohl dazu geeignet, durch direktes Einschmelzen im Elektro-Ofen auf Stahl verarbeitet zu werden. Die Einschmelzdauer einer Eisen- oder Stahlcharge im Elektro-Ofen hängt wesentlich davon ab, ob am Herd des Ofens in kürzester Zeit ein Sumpf hochgekohlten Eisens entstehen kann. Das sich bildende hochgekohlte flüssige Roheisen wirkt als Wärmeakkumulator und löst seinem Wärmegehalt entsprechend grössere Mengen leichten Abfalleisens (Drehspäne) rasch auf und bewirkt eine schnell verlaufende Desoxydation und Kohlung des Bades. Die vertiefte Erkenntnis, dass innige Gemenge bei gewissen Temperaturen sich wie einheitlich individualisierte chemische Verbindungen verhalten, veranlasste den Verfasser, ein Verfahren in die Praxis einzuführen, das auch in der Schweiz mit gutem Erfolg in Anwendung steht. Dieses durch Patent geschützte Verfahren besteht in der Verwendung einer besondern Masse als Ersatz für das Roheisen bei der Herstellung von Roheisen bezw. Stahl aus Alteisen und weist folgende Vorteile auf: Bildung von hochgekohltem Roheisen aus dem Alteisen selbt; Bewahrung der Aktivität des Hauptreduktionstoffes, des Kohlenstoffes; die Widerstandsfähigkeit desselben gegen Flammen- und Metalloxydsauerstoff; Einschmelzen der Charge mit erwünschtem Härtegrad; Verminderung des Abbrandes; Verringerung des Stromverbrauchs durch verkürzte Chargendauer; Verminderung des Verbrauchs an Ferromangan und an sonstigen Desoxydations- und Entgasungsmitteln, infolge raschen Ausgarens der Charge und durch die Möglichkeit der Anwendung von Manganerz.

Der Stromverbrauch für eine Tonne Stahl beträgt bei der Regenerierung von Alteisen 600 bis 800 *kWh*, demgegenüber für Roheisen aus fricktalischen Erzen 3500 *kWh*. Die Kosten der Entphosphorung des aus dem genannten Erz erschmolzenen Roheisens im basischen Frischprozess und die Nachbehandlung des so gewonnenen Stahles im Elektro-Ofen sollen hierbei durch die Nebenprodukten-Gewinnung gedeckt werden.

Im übrigen wäre es vom hüttenmännischen Standpunkte aus nur zu beklagen, wenn gemäss den zitierten Ausführungen Fehlmanns das mit Hilfe der reinsten Wärmequelle, wie sie die elektrische Erhitzung darstellt, gewonnene sauerstoffarme Elektroroheisen zur Entfernung des Phosphors in sauerstoffhaltige Frischstahlqualität verwandelt würde, um sie dann abermals im Elektro-Ofen desoxydieren, entgasen und ausgaren zu lassen.

Auch die Herstellung von *synthetischem Roheisen* aus Eisenspänen oder leichtem Abfalleisen ist im Elektro-Ofen als gelöst zu betrachten. Die Ueberlegenheit des Schacht-Ofens gegenüber dem Herdofen tritt hierbei klar in die Erscheinung. Die Möglichkeit, die Zusammensetzung der Charge in kürzester Zeit zu ändern und die Kontrolle der Chargenführung ist allerdings nur beim Herdofen gegeben. Ein engstes Zusammenwirken von Laboratorium und Betrieb ist dabei als unerlässliche Forderung aufzustellen.

Durch Anwendung des vorerwähnten Roheisen-Ersatzstoffes gelang es, den Hauptreduktionstoff, den Kohlenstoff, in Verbindung mit Schlacke bildenden und veredelnd wirkenden Mitteln zur Erzeugung von synthetischem Roheisen zu verwenden und hierbei gegenüber den bisherigen Verfahren eine Verringerung der Gestehungskosten um 25 % zu erzielen. Für die Tonne synthetischen Roheisens ist ein Stromverbrauch von 800 bis 1000 *kWh* erforderlich,

dem gegenüber bei dem aus fricktalischen Erzen gewonnenen Roheisen das Dreifache.

Die Wirtschaftlichkeit der Herstellungsverfahren von *Spezial-Roheisensorten* aus altem Eisen wurde in letzter Zeit ebenfalls in bedeutendem Masse gefördert.

Jedes Eisenbad löst diejenige Kohlenstoffart, mit der es in Berührung steht. Je höher die Temperatur, je intensiver die Berührung und je länger deren Zeitdauer, umso rascher finden die Desoxydation und Kohlung des Eisenbades statt. Die Kohlenstoffart muss jedoch stark feuerfest gestaltet werden, um bei der hohen Temperatur des Lösungsvorganges möglichst vor Verbrennung geschützt an demselben teilnehmen zu können. Auf diese Art gelang es dem Verfasser, durch Schmelzen von Eisenspänen oder Schrott unter Beifügung der nötigen Rohstoffe die verschiedensten Spezialroheisen-Sorten, wie Holzkohlen-Roheisen, Temper-Roheisen usw. den jeweiligen Anforderungen entsprechend herzustellen; das so gewonnene Roheisen kann mit dem Hochofen-Roheisen in Wettbewerb treten.

Auch bei der elektrothermischen *Roheisenerzeugung aus fricktalischen Erzen* muss die Frage der Anwendung der zweckentsprechenden Kohlenstoffart stets berücksichtigt werden. Fehlmann äussert sich hierüber wie folgt:

„Da für die Schweiz infolge des hohen Preises für Holzkohle vorläufig nur Koks als Reduktionsmaterial in Betracht kommt, sind in der ersten schweizerischen Hochofenanlage zweifellos noch viele kostspielige Versuche durchzuführen, bis dieses Problem in betriebstechnischer und wirtschaftlicher Hinsicht völlig gelöst ist. Mit Torfkoks und Antrazit, als Reduktionsmaterial, sind bisher noch gar keine Erfahrungen gemacht worden. Die Anwendung dieser Ersatzstoffe ist grösstenteils eine wirtschaftliche Frage, da wenigstens in theoretischer Beziehung jede Kohlenstoff-Form gleich gut verwendbar ist."

Es kann diesbezüglich nur die grösste Vorsicht angeraten werden. Die Holzkohle ergibt im Vergleich zur Anwendung von Koks nicht nur niedrigern Stromverbrauch, sondern auch leichtere Reduktion der Beschickung und geringern Elektrodenverschleiss.

Um an Brennstoff möglichst sparen zu können, und in Anbetracht der sich ergebenden grossen Schlackenmengen, muss eine entsprechende vorbereitende Behandlung der fricktalischen Erze durchgeführt werden. Durch Verwendung eines aus minderwertigen Brennstoffen erzeugten Gases zur indirekten Reduktion, zum Vorerhitzen und zum Vorschmelzen der Erze können bedeutende Ersparnisse an elektrischer Energie erzielt werden. Durch innigste Berührung von vorerhitztem Erz und dem entsprechend vorbehandelten Reduktionstoff, kann der Reduktionsverlauf bei den fricktalischen Erzen wesentlich begünstigt werden.

Das Bestreben bei der Verhüttung fricktalischer Erze muss dahin gehen, auch den gesamten Bedarf an Giessereiroheisen und Qualitäts-Roheisen in der Schweiz decken zu können, denn die Erzeugung von Stahl aus Alteisen durch Regenerierung desselben im Elektro-Ofen muss der sich ergebenden Menge an Abfallprodukten entsprechend, stets beibehalten werden, da dessen wirtschaftliche Vorteile gegenüber der Stahlerzeugung aus elektrothermisch erschmolzenem Roheisen erwiesen sind.

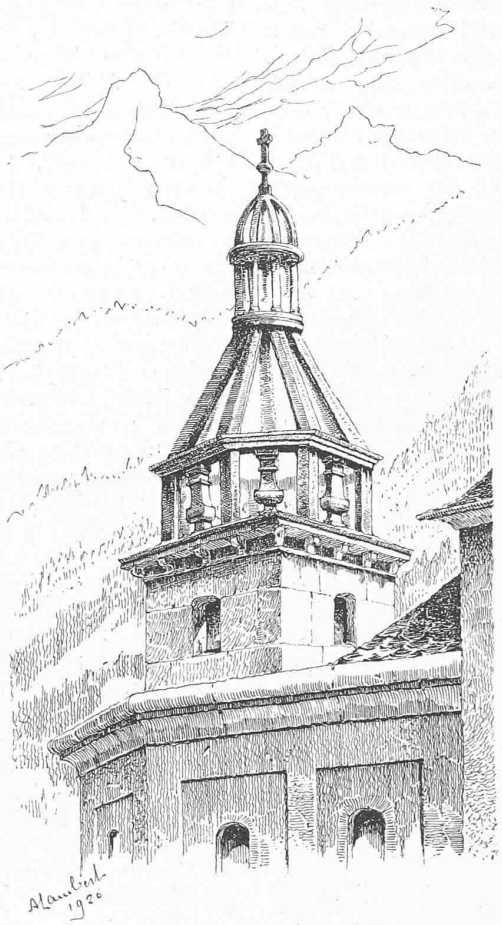

Fig. 1. Clocher à Saas-Grund, d'après un croquis de l'auteur. Mesures de la tour carrée 6,20 *m* sur 6,20 *m*.

Um aus den fricktalischen Erzen ein für die Maschinen-Industrie gut geeignetes phosphorarmes Roheisen erzeugen zu können, muss dessen Phosphorgehalt unter möglichster Beibehaltung des Kohlenstoffgehaltes entfernt werden. Dies kann nur bei verhältnismässig niedriger Temperatur und einer stark sauerstoffhaltigen Kalkschlacke geschehen. Die Entphosphorung kann unmöglich im Elektro-Ofen erfolgen; seine konstruktive Ausbildung, um welche Ofenbauart es sich auch handeln mag, macht die Handhabung so grosser Schlackenmengen, wie sie sich bei der Bildung von Thomasschlacken mit 12 bis 18% Phosphor ergeben, unmöglich. Es müsste also eine Behandlung des erschmolzenen Roheisens im basischen Konverter oder im Herdofen erforderlich sein.

Die Festigkeitseigenschaften des Gusseisens sind hierbei sowohl von der Erzeugungsweise als auch von der chemischen Zusammensetzung abhängig und müssten im Laufe der Weiterbehandlung in bedeutendem Masse gesteigert werden, denn sie würden den tatsächlichen Verhältnissen nicht mehr entsprechen. Eisenguss dieser Art würde im Bauwesen und in der Maschinenindustrie wieder weitergehende Verwendung finden können.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

Bei der elektrothermischen Erzeugung von Roheisen und Stahl ergibt sich infolge der wirtschaftlichen Verhältnisse eine gewisse genaue Abgrenzung der beiden Erzeugungsgebiete. Es muss also scharf unterschieden werden zwischen *elektrisch erschmolzenem* Stahl bezw. Roheisen und *elektrisch fertig raffiniertem* Stahl oder Roheisen.

Die Wirtschaftlichkeit der elektrothermischen Reduktion der fricktalischen Eisenerze kann in bedeutendem Masse gefördert werden:

Durch entsprechende vorbereitende Behandlung der Erze; durch Vorreduktion, also indirekter Reduktion mittels eines aus minderwertigen Brennstoffen hergestellten Gases; durch Vorerhitzung der Erze und intensivster Berührung mit der in zweckmässiger Weise vorbehandelten Kohlenstoffart.

Durch Entphosphorung des erschmolzenen Roheisens unter Beibehaltung des Kohlenstoffgehaltes, um hierdurch ein kohlenstoffarmes Roheisen zu erzeugen, das bei der Hart- und Tempergussfabrikation unumgänglich nötig ist.

Durch Verbesserung der Qualitätseigenschaften des erschmolzenen Roheisens.

Durch Hinzufügen von leicht zugänglichen, bisher wenig beachteten Zusatzstoffen zu denselben.

Durch Behandlung des erschmolzenen Roheisens mit entsprechend vorbereiteten Desoxydations- und Entgasungsmitteln.

Anmerkung der Redaktion. Mit Rücksicht auf die Wünschbarkeit authentischer Aufklärung über die im Fricktal tatsächlich vorhandenen Erzmengen, die Art ihrer Lagerung und ihre Güte werden wir demnächst eine eingehende Darlegung aus der Feder des Basler Geologen Prof. Dr. C. Schmidt veröffentlichen.