Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 59/60 (1912)
Heft: 12

Artikel: Der elektrische Hochofen bei Trollhättan
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-29961

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

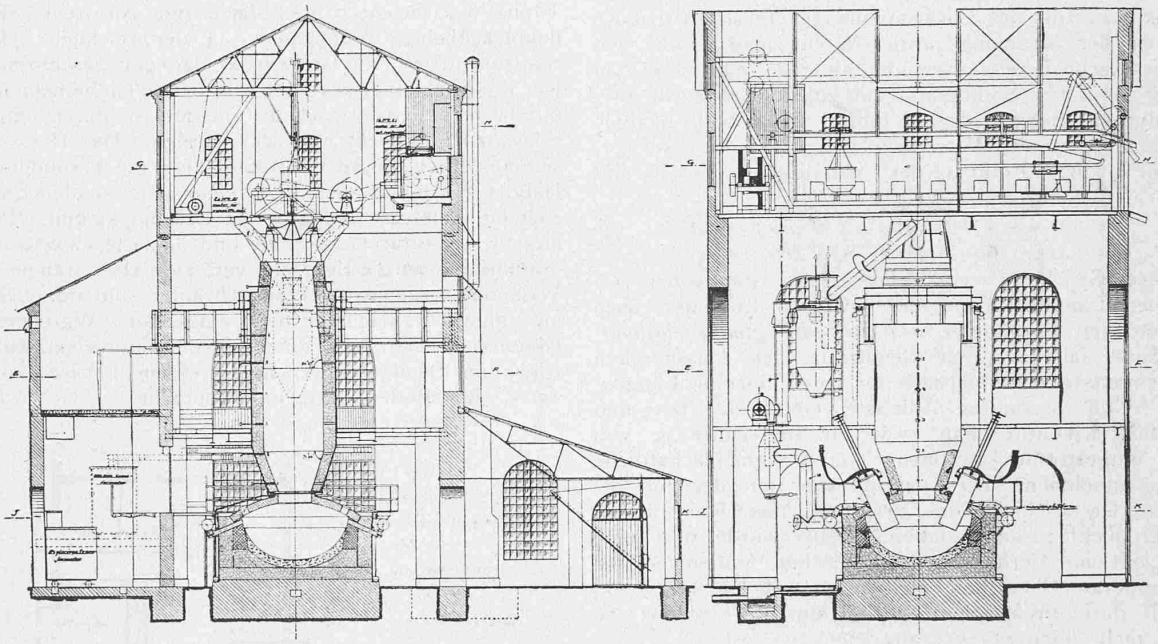
Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on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

Download PDF: 16.07.2025

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

Der elektrische Hochofen bei Trollhättan.

Für die Ausbildung eines zur wirtschaftlichen Roheisenerzeugung auf elektrischem Wege brauchbaren elektrischen Hochofens gebührt bekanntlich [1]) das Verdienst den schwedischen Ingenieuren Assar Grönwall, Axel Lindblad und Otto Stalhane, die im Sommer 1909 in Domnarfet einen in jeder Beziehung bedeutungsvollen und andauernden Probebetrieb durchzuführen vermochten. Ihre Patente sind hierauf von der Vereinigung der schwedischen Eisenindustriellen, vom „Jernkontoret", aufgekauft worden, und es hat diese Vereinigung in Trollhättan, zunächst dem grossen Kraftwerke des schwedischen Staates, eine Versuchsanlage gebaut, über die hier einige Mitteilungen gemacht werden sollen. Unsere Mitteilungen beruhen auf Berichten, die in der E. T. Z. [2]) erschienen sind und sich zum Teil auf einen (in Stockholm 1911 als Manuskript gedruckten) Originalbericht von J. A. Leffler und E. Odelberg stützen.



Elektrischer Hochofen bei Trollhättan.

Die hier wiedergegebene schwedische Originaldarstellung zeigt oben links den 2,5 *PS*-Chargiermotor, rechts einen 16 *PS*-Elektromotor für den Kohlen- und Erztransport. Unten links steht der Reguliertransformator und etwas höher ein zweiter 1100 *PS*-Transformator. Im Schnitt rechts ist die Bedienungsgalerie angedeutet.

Die Hochofenanlage bei Trollhättan (Abbildung) erhält die erforderliche elektrische Energie als Drehstrom von 25 Perioden und 10 000 Volt, um sie mittels Transformatoren in Scott'scher Schaltung auf niedrig gespannten Zweiphasenstrom umzuwandeln. Die Niederspannungsleitungen, für 50 bis 90, bezw. 100 bis 180 Volt pro Phase, bestehen für jede Elektrode aus sechs Kupferschienen von je 1600 mm^2, die gemischt verlegt sind, um den Spannungsabfall zufolge gegenseitiger Induktion tunlichst einzuschränken; von den Schienen wird der Strom nach jeder Elektrode durch Kupferseile geleitet.

„Das Versuchswerk ist mit Instrumenten für alle möglichen Beobachtungen reichlich ausgestattet worden. Für die Temperaturmessungen im Ofenschacht werden elektrische, selbstregistrierende Pyrometer gebraucht, deren Lage aus der Abbildung ersichtlich ist (Loch 1 bis 8). Die Temperatur des Roheisens und der Schlacke wurde mittels eines optischen Pyrometers von Siemens & Halske A.-G., der Gasdruck im Ofenschacht durch Wasserrohrmanometer bestimmt, und zwar an denselben Punkten, wo die Pyrometer angebracht waren. Weiter ist der Gasdruck hinter dem Gebläse (Punkt 10) und unter dem Gewölbe, der CO_2-Gehalt am Punkt 10 mittels eines „Mono"-Apparates gemessen worden. Den Geschwindigkeitsdruck des Gases bestimmte man im Punkt 9 (vor dem Gebläse) und in demselben Punkt auch die Temperatur mittels Quecksilberthermometer. Zur Messung des Wärmewertes des Gases diente ein Gaskalorimeter von H. Strache, für die Bestimmung der Gasmenge ein Pneumometer und Mikromanometer von Krell.

Die Leitsätze, die für das Ausarbeiten des Ofens (nach den Patenten der A.-G. Elektrometall) massgebend waren, sind folgende:

1. Da alle bekannten Stoffe bei hoher Temperatur gute Leiter für den elektrischen Strom werden, soll die Konstruktion derartig sein, dass der Strom in das Mauerwerk nicht hinausfliesst.

2. Die Konstruktion soll derartig sein, dass das Beschickungsmaterial selbst das Mauerwerk vor Zerstörung durch Strahlung oder Leitung schützt, denn sonst muss für die Wasserkühlung Energie vergeudet werden.

3. Die Beschickung darf nicht auf die Elektroden so hart drücken, dass diese sich nicht „freibrennen" können. Wird diese Bedingung nicht erfüllt, so wird die Betriebsspannung zu niedrig, die Elektrode und die Stromzuführungsleitungen nehmen zu grosse Dimensionen an, der Gang wird nicht gleichmässig.

4. Da bei elektrischem Betrieb die mit dem Erze chargierte Kohle nicht direkt verbrennen soll, muss, um ein gleichmässiges Produkt zu erhalten, ein Schmelzraum von so grossen Dimensionen vorhanden sein, dass er als „Mischer" wirken kann. Sonst wird jede Ungleichmässigkeit in der Charge auf den Kohlenstoffgehalt des Roheisens einwirken.

Um diese Bedingungen zu erfüllen, ist dem Schmelzraum die Form eines verhältnismässig grossen Tiegels, der von einem Gewölbe überdeckt wird, gegeben worden. Wenn nun die Charge durch den Schacht in den Schmelzraum herabsinkt, breitet sie sich dort derart aus, dass immer ein freier Raum zwischen dem Chargiermaterial und dem Mauerwerk des Gewölbes entsteht. Die Elektroden werden in den Schmelzraum durch Teile des Mauerwerkes, die mit der Charge nicht in Berührung sind, eingeführt. Diese Konstruktion erfüllt obige Bedingungen 1, 2 und 3, und da der Schmelzraum verhältnismässig gross gemacht werden kann, wird auch der Bedingung 4 genügt.

[1]) Band LIV, Seite 373.

[2]) E. T. Z. 1911 Seite 1272 und 1912 Seite 49. Abbildung ebenfalls aus E. T. Z. 1911, Seite 1273.

DAS HAUS ZUM „SCHLÖSSLI" AM ZÜRICHBERG

ARCHITEKTEN BISCHOFF & WEIDELI, ZÜRICH

Empfangszimmer und Halle im Erdgeschoss

Aufnahmen von H. Wolf-Bender, Zürich

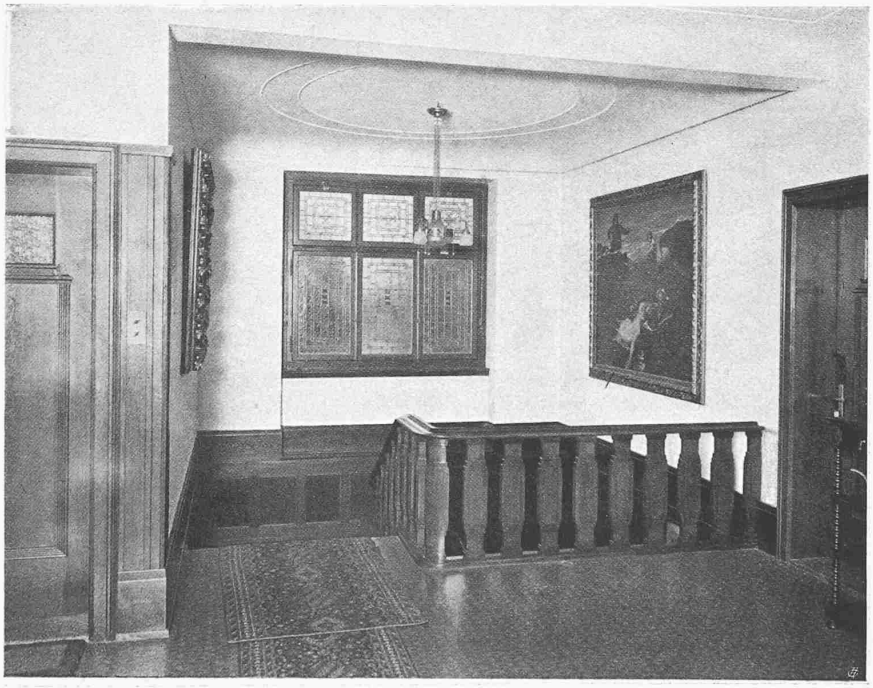
Aetzungen von C. Angerer & Göschl, Wien

Oben: Herrenzimmer

Unten: Speisezimmer

Oben: Salon

Unten: Speisezimmer



DAS HAUS ZUM „SCHLÖSSLI" AM ZÜRICHBERG

Blick aus der Garderobe durch die Halle im Erdgeschoss; Haupttreppe

Aufnahmen von H. Wolf-Bender, Zürich

JEAN FREY, ZÜRICH. 6003

Aetzungen von C. Angerer & Göschl, Wien

Von Wichtigkeit ist, wie bei allen elektrischen Oefen, die Regulierung der Energiezufuhr. Bei Elektrostahlöfen mit Lichtbogenbetrieb geschieht sie durch Heben und Senken der Elektrode; bei dem Hochofen aber, wo der Gasdruck ziemlich hoch sein muss, würde diese Methode sich nicht gut eignen, da es Schwierigkeiten bereitet, die Packungen um die Elektroden dicht zu halten. Statt dessen ist ein System ausgearbeitet worden, bei dem die Elektroden nur je nach ihrer Abnutzung reguliert werden, im übrigen aber die Regulierung lediglich durch Aenderung der zugeführten Spannung erfolgt. Dies geschieht mittels Ausschaltens von Windungen auf der Hochspannungsseite der Transformatoren, und die Anordnungen sind derartig getroffen, dass die verschiedenen Phasen gleichzeitig mit ungleicher Spannung arbeiten können; z. B. 80 V auf einer Phase gleichzeitig mit 70 V auf der andern usw. Diese zum ersten Male in Trollhättan angewendete Art der Regulierung hat den Betrieb in hohem Grade erleichtert.

Der Hochofen ist für die Herstellung von 7500 *t* Roheisen pro Betriebsjahr mit 11 Monaten, d. h. ungefähr 23 *t* pro Tag konstruiert worden. Die Rauminhalte der verschiedenen Teile des Ofens sind:

Nutzvolumen des Schmelzraumes . .	12,45 m^3
Hals	0,45 „
Unterer Konus	3,50 „
Bauch	11,80 „
Oberer Konus	9,80 „
Zusammen	38,00 m^3

Als Reduktionsmittel ist ausschliesslich Holzkohle gebraucht worden. Die Elektroden haben die Plania-Werke, Ratibor, und die Höganäs-Billesholms A.-G. geliefert. Jede Kohle wird von vier zusammengelegten Kohlenblöcken von je 2000 × 330 × 330 *mm* gebildet. Der Gesamtquerschnitt jeder Elektrode beträgt somit, wie oben gesagt, 660 × 660 mm^2. Die Versuche haben ergeben, dass bezüglich des Elektrodenverbrauches zwischen beiden Fabrikaten kein Unterschied zu bemerken war.

Das Gewölbe des Schmelzraumes, das als ein schwacher Punkt angesehen worden war, hat die Probe sehr gut bestanden. Glühende Stellen sind zwar in der Nähe der Elektrode beobachtet worden, es ist aber durch Abkühlung mittels Gebläseluft gelungen, ein Durchbrennen zu verhindern. Am Mantel des Schmelzraumes wurden auch zweimal glühende Stellen beobachtet, und einmal ist trotz Bespritzung mit Wasser das Eisen durchgebrochen, was eine Betriebsstörung von etwas über zwei Stunden verursachte.

Da das Verhältnis zwischen *O* und *C* nur durch die Beschickung und die Abnutzung der Elektrode gegeben ist und nicht wie beim gewöhnlichen Hochofen durch das Warmluftgebläse geregelt werden kann, ist das Einregulieren dieses Verhältnisses schwierig. Man muss sich durch Einwerfen von Erz- bezw. Kohlenstücken durch das Gewölbe helfen, falls nicht so viel Zeit zur Verfügung steht, um durch Aenderung der Beschickung zu regulieren. Die Regulierung der Gaszirkulation hat weitere Schwierigkeiten verursacht. Durch Unregelmässigkeiten in den Gasräumen zwischen den Kohlen- und Erzstücken wird das Gasquantum beeinflusst, was auf den CO_2-Gehalt des Gases einwirkt; hierdurch kann ein Ueberschuss bezw. Mangel an *C* entstehen.

Als ein erfreuliches Resultat der Versuche mag genannt werden, dass nur unbedeutende Reparaturen an dem Schmelzraume erforderlich gewesen sind, und zwar haben sie während fünf Monaten nur 18 Stunden in Anspruch genommen. Ein weiteres Ergebnis ist, dass die Dimensionen des Hochofens sich als richtig herausgestellt haben, wenn man von normalen Verhältnissen bezüglich Kohle und Erz ausgeht. Werden dagegen Kohlen, die die Oeffnungen mehr zusetzen, oder pulverige bis feinkörnige Erze oder „slig“ [1]) gebraucht, so dürfte eine geringere Höhe und wahrscheinlich auch ein grösserer Durchmesser des Ofens sich empfehlen.

Um eine möglichst wirksame und gleichmässige Gaszirkulation zu erhalten, ist es notwendig, die Gase durch Waschen zu reinigen, damit die sich sonst oft wiederholenden Unterbrechungen zwecks Entfernung des Staubes vermieden werden können. Weiter müssen die Gasleitungen völlig dicht halten, damit das ganze Gasquantum, das vom Gebläse angesaugt wird, auch in den Schmelzraum hineingetrieben wird, und schliesslich muss letzterer möglichst gasdicht sein. Nach diesen Richtungen werden am Versuchswerke Aenderungen vorgenommen.

Die notwendige Gaszirkulation, die ausserdem einen wirksamen Schutz des Gewölbes ausmacht, bringt aber den Uebelstand mit sich, dass die Elektroden von dem CO_2 des Gases angegriffen werden. Deswegen konnten die Gase nicht, was zuerst versucht wurde, durch die Elektrodenöffnungen im Gewölbe eingeführt werden.

Durch Anschrauben neuer Elektroden an die Reste der alten hofft man den Bruttoverbrauch an Elektroden wesentlich herabzusetzen.

Es wird in dem Bericht als eine aussichtsreiche Verbesserung angenommen, sechs Elektroden und Drehstrom statt vier Elektroden und Zweiphasenstrom zu verwenden.

Schliesslich bemerkt der Bericht, dass wegen des leichteren Vergleiches mit dem gewöhnlichen Hochofen nur ungebrannter Kalkstein gebraucht worden ist. Durch Anwendung gebrannten Kalkes lässt sich die Oekonomie des Prozesses verbessern, da die für das Brennen des Kalksteines erforderliche Kraft gespart und so mit der gleichen Kohlenmenge mehr Erz reduziert werden könnte.“

Aus den Wochen-Ergebnissen des Versuchsbetriebes, die Woche vom 3. bis 9. September 1911 betreffend, veröffentlichte die E. T. Z. folgende Zahlen:

Verbrauch an Erz	192,5 *t*
Verbrauch an Kalkstein . . .	7,7 *t*
Verbrauch an Holzkohle . .	44,2 *t*
Verbrauch an Energie . . .	228000 *kw/std*
Durchschnittliche Belastung .	1357 *kw*
Erzeugtes Roheisen	131,4 *t*
Erzeugte Schlacke	22,1 *t*
Kohlen pro *t* Roheisen . . .	336 *kg*
Roheisen pro *kw* und Jahr .	5,5 *t*
Roheisen pro *PS* und Jahr .	3,79 *t*
kw/std pro *t* Roheisen . . .	1736
PS/std pro *t* Roheisen . . .	2316

Es wird weiter gemeldet, dass bis Ende 1911 in Skandinavien vier weitere ähnliche Oefen in Betrieb sein sollten und zwar für 2500 *PS* in Domnarfet (Schweden), für 3500 *PS* in Tyssaa (Norwegen) und für 2×3000 *PS* in Hagfors (Schweden).

Miscellanea.

Erweiterung der Kraftreserveanlagen der Stadt Zürich. Es scheint, dass wir anlässlich unserer Berichterstattung in letzter Nummer in unserem gewohnheitsmässigen Bestreben, uns möglichst kurz zu fassen, insofern etwas zu weit gegangen sind, als der vorletzte Satz (Seite 154 oben) nicht allseitig richtig verstanden worden ist. Die Sache verhält sich nach der stadträtlichen Weisung folgendermassen: Die Direktion des Elektrizitätswerkes hatte für eine „kalorische Kraftanlage“ von 10000 *kw* Leistung zwei Projekte ausgearbeitet, eines mit vier Dampfturbinen zu je 2500 *kw* und eines mit acht vierzylindrigen Dieselmotoren zu je 2000 *PS*; für jede der Anlagen samt Zubehör war ein eigenes Gebäude vorgesehen. Diese beiden Projekte wurden der Expertenkommission zur Begutachtung vorgelegt. Hauptsächlich mit Rücksicht auf die Ueberlegenheit der Dieselmotoren gegenüber der Dampfturbinenanlage hinsichtlich ständiger Betriebsbereitschaft empfiehlt die Kommission die Wahl der erstern, jedoch in vier sechszylindrigen Einheiten von je 3750 *PS*-Leistung (125 *Uml/min* mit Schwungradgeneratoren) statt der vierzylindrigen 2000 *PS*-Motoren, „indem die erstern im ganzen weniger Zylinder, also weniger Einzelteile aufweisen, während die Leistung pro Zylinder nur im Verhältnis

[1]) «slig» nennt der Schwede Briketts aus Erzkornmasse, die nach magnetischer Beseitigung der Steinkörner aus dem zerkleinerten Erz gewonnen wird. (Das deutsche «Schlich» bezeichnet das Produkt der Aufbereitung fein gepochter Erze auf nassem Wege.)