

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 10 (1919)
Heft: 8

Artikel: Zur Herstellung von Haematiteisen und Stahl im elektrischen Schmelzofen
Autor: Lienhard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061068>

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: 13.01.2026

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

hohen Verteilspannungen schon auf dem Lande in Zukunft nachteilig empfunden werden, so müsste dies noch mehr in der Stadt der Fall sein. Die Möglichkeit, eine grössere Zahl Transformatorenstationen einzuschieben, ist aber dort, wo Kabelleitungen bestehen (und besonders bei Erstellung unterirdischer Stationen), stets vorhanden. Die Nachteile einer grossen Zahl von Stationen werden jetzt vielleicht, früherer Erfahrungen wegen, etwas über- und die Vorteile etwas unterschätzt. Die Transformatorenstationen sind die bequemsten und zuverlässigsten Schaltstellen und wenn sie gut ausgeführt sind, können Jahrzehnte vergehen, bis durch sie irgend eine Störung verursacht wird. Beispielsweise haben wir an unsren 13 unterirdischen Oelkessel-Transformatorenstationen in den durchschnittlich 11 Betriebsjahren derselben, noch an keiner einzigen eine Störung zu verzeichnen gehabt.

Währenddem man für die Landschaft auch künftig in Anbetracht aller Verhältnisse Drehstrom von $200 \div 240/340 \div 400$ V Spannung wählen muss, möchten wir doch für die Stadt nicht über $150/260$ Volt gehen, wobei wir voraussetzen, dass die anzuschliessenden Apparate möglichst alle mit dem Nulleiter verbunden werden. An ein solches Netz wird man bequem und ohne störende Wirkungen erwarten zu müssen, Kleinmotoren bis zu etwa 5 PS anschliessen können, vorausgesetzt dass die Transformatorenstationen nicht allzuweit auseinanderliegen.

Für grössere Motoren aber wird die Anlage eines besonderen Kraftnetzes nicht wohl zu umgehen sein, besonders nicht in einer Industriestadt, oder in Orten, wo grosse Gelegenheitsmotoren angeschlossen werden müssen.

Zur Erleichterung der Einführung des Einheitsnetzes ist wiederholt die Ansicht ausgesprochen worden, man sollte in den Häusern, um den Apparaten niedrigere Spannung zuführen zu können, kleine Transformatoren aufstellen. Dieses System erinnert uns an die ersten Wechselstromanlagen, die man grundsätzlich nach dem Prinzipie: „In jedem Hause ein Transformator“ erstellen wollte. Abgesehen von den bekannten grossen Nachteilen und Komplikationen wäre das nichts anderes, als ein Abwälzen der Baukosten auf die Abonnierten, was die Werke, ihrem bisherigen Geschäftsgebahren nach zu schliessen, doch kaum beabsichtigen werden. Die Einführung des Einheitsnetzes dürfte, so angenehm der Gedanke ist, in den Städten auf Schwierigkeiten stossen, weil bei der dicht zusammenwohnenden Bevölkerung und der Unmenge von Betrieben die Kabelquerschnitte außerordentlich gross ausfallen würden und somit doch wieder eine Unterteilung der Querschnitte erfolgen müsste.

In einigen Ortschaften unserer Energieversorgung im Kanton Nidwalden waren wir, obwohl dieser nicht industrireich ist, trotz allgemeiner Anwendung der Spannung von 200/340 V, genötigt, besondere Kraftnetze anzulegen, die mit $340 \times 1,7$ Volt, also unter 580 Volt Spannung arbeiten. Es war dies zweckmässiger, als eine Verdreifachung der Gesamtkupferquerschnitte. Unser Einphasen-Lichtnetz in Luzern arbeitet mit 145 Volt, das Drehstrom-Kraftnetz mit 340 Volt; später sollen im letztern Transformatoren und Motoren auf 580 Volt geschaltet werden. Auch für das Kraftnetz wäre es nach unsren jetzigen Erfahrungen s. Z. zweckmässig gewesen einen öfters geerdeten Nulleiter nachzuziehen, zur Erleichterung der Erdung, zur Verminderung der Gefahren und um ausnahmsweise auch die Spannung unterteilen zu können.

Zur Herstellung von Haematiteisen und Stahl im elektrischen Schmelzofen.

Von Direktor Lienhard, Aarau.

In No. 5 des Bulletins behandelt Herr Ingenieur Hasler aus Zürich einlässlich die Fabrikation von Roheisen und Stahlguss im elektrischen Ofen, aber leider etwas einseitig vom Standpunkte derjenigen Elektrizitätswerke aus, welche für derartige Unternehmungen die erforderliche Kraft liefern. Er kommt zu dem Schlusse, es könne für elektrothermische Zwecke ohne weiteres ein Strompreis von 6 : 7 Rp./kWh bezahlt werden, d. h. ohne die wirtschaftliche Ueberlegenheit gegenüber den bisher gebräuchlichen Schmelzarten zu beeinträchtigen. Diese Behauptung, welche in gelinderer Form bereits von Herrn Dr. Winteler aus

Baden in der N. Z. Z. aufgestellt worden ist, und dort von verschiedenen Seiten lebhaftem Widerspruch begegnete, ist von dermassen grosser Bedeutung, dass es sich lohnt, sie auf ihre Richtigkeit etwas näher anzusehen.

Wenn Herr Hasler in der Einleitung bemerkt, es sei die Rendite des elektrischen Schmelzverfahrens nicht in dem Masse vom Strompreis abhängig, wie das von interessierter Seite noch vielfach angenommen werde, so ist das in der Hauptsache zutreffend. Von rein theoretischen Erwägungen ausgehend kommt man tatsächlich zu einem zulässigen Strompreise, der nicht unerheblich über demjenigen liegt, welcher bis jetzt als oberste Grenze betrachtet wurde, d. h. ungefähr 2 Rp./kWh, die Theorie erfährt jedoch gerade auf diesem Gebiete in der Praxis dermassen vielgestaltige Korrekturen, dass die Gesamtherstellungskosten für Elektro-Haematite, die Herr Hasler für 1918 mit Fr. 208.50 beziffert, damals bei weitem nicht hätten eingehalten werden können. Infolgedessen erscheint die Rendite bezüglicher Unternehmungen, von denen eine jetzt schon im Konkurse liegt, eben doch in Frage gestellt, wenn nicht dort ein beträchtlicher Abstrich gemacht wird, wo ein solcher möglich ist, nämlich bei den Stromkosten, da doch alle andern Faktoren mehr oder weniger festgelegt sind. Der Strompreis spielt also nur relativ eine untergeordnete Rolle; er bildet erfahrungsgemäss in den meisten Fällen das Zünglein an der Wage und es wird noch oft des Entgegenkommens der Elektrizitätswerke bedürfen, um elektrische Schmelzwerke über Wasser halten zu können.

Herr Hasler stützt seine Schlussfolgerungen auf zwei Tabellen, von denen die eine Haematit-Roheisen, die andere Stahlformguss behandelt und in welchen zum Vergleiche resp. Beweise für die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Verfahren auch bei hohen Strompreisen Angaben gemacht werden über die Marktpreise von Konkurrenzprodukten sowohl, als der eigenen Fabrikate. Hier ist nun zu konstatieren, dass die betreffenden Zusammenstellungen, obwohl sie im Ganzen auf ziemlich gute Kenntnisse und Erfahrungen auf den betr. Gebieten schliessen lassen, in mehrfacher Beziehung den tatsächlichen Verhältnissen doch nur unvollkommen gerecht werden. So ist z. B. für das Jahr 1914 ein Kostenbetrag von Fr. 105.30 für das Produkt des elektrischen Ofens einem Marktwerte des Hochofen-Haematites von Fr. 160.— gegenüber gestellt, wohl um zu zeigen, dass sich schon damals der elektrische Prozess für unsere schweizerischen Verhältnisse gelohnt hätte. Das ist nun leider nicht richtig, denn gestützt auf die seither gemachten Erfahrungen wäre es 1914 keinesfalls möglich gewesen, Elektro-Haematit für Fr. 105.— die Tonne zu fabrizieren, während anderseits das ausländische Hochofenprodukt franko Verbrauchsstelle damals erheblich weniger als Fr. 160.— gekostet hat.

In der vorliegenden Kostenaufstellung sind speziell drei Positionen zu kurz gekommen, diejenige für die Elektrodenabnutzung, für das feuerfeste Ofenfutter und für den Energieverbrauch, während zwei Posten ganz fehlen, nämlich die ganz beträchtlichen Kosten des Unterhaltes der Schmelzöfen, Maschinen, maschinellen Einrichtungen, des Werkzeugersatzes, welche Ausgaben man allgemein als Reparaturen zusammenfasst, und dann die sog. Unkosten in Gestalt von Beleuchtung, Motorenstrom, Versicherung, Steuern, allgemeine Bureaukosten usw. Auch der Posten Verzinsung und Amortisation ist unbedingt zu niedrig eingestellt, wenigstens für die ersten Jahre. Setzt man daher im Jahre 1914 für Elektro-Haematite die Summe von Fr. 130.— per Tonne ein, so dürfte das den Verhältnissen ungefähr entsprechen, jedenfalls aber nicht zu hoch gegriffen sein, damals lag jedoch der Preis für Hochofenhaematite gemäss vorliegenden Originalfakturen *unter Fr. 100.—* franko nordostschweizerische Verbrauchsstation.

Die genannte Berechnung sieht einen Strompreis von 4 Rp. pro kWh vor, oder Fr. 32.— per Tonne geschmolzenen Materials unter Zugrundelegung eines Energieverbrauches von 800 kWh, der aber in Wirklichkeit höher ist, weil nicht nur geschmolzen, sondern auch noch Reduktionsarbeit geleistet werden muss. Also auch bei Ermässigung des Satzes auf 2 Rp. pro kWh hätte man im Jahre 1914 eine Anlage zur Herstellung von Elektro-Haematit nicht zum Rentieren bringen können und ob solches in der Folge möglich ist, lässt sich heute deshalb nicht beurteilen, weil jegliche Anhaltspunkte über die künftige Preisgestaltung resp. Preispolitik der Produktionsländer hinsichtlich der Behandlung des Exportes fehlen.

Für die Beurteilung der Aussichten des elektrischen Schmelzverfahrens sind die für 1918 aufgestellten Daten ohne Belang, ganz abgesehen davon, dass sie hinsichtlich der Gestehungskosten in ähnlicher Weise wie oben (1914) z. T. erheblich unter der Wirklichkeit bleiben und anderseits einen viel zu hohen Verkaufspreis annehmen. Dagegen verdient die mutmassliche Rechnung für 1920 unsere Aufmerksamkeit, weil bis dahin, wenn auch nicht normale, so doch hoffentlich stabilere Verhältnisse wiederkehren werden. Diese erwartete Stabilisierung wird vor allen Dingen bald zeigen müssen, in welchem Verhältnisse die uns hier allein interessierenden neuen Eisenpreise zu jenen der Vorkriegszeit stehen werden. Betragen erstere dauernd *mehr* als 200% der letztern, dann darf die Frage der Rentabilität des elektrischen Verfahrens aller Voraussicht nach bejaht werden, billige Strompreise vorausgesetzt und als solche sind diejenigen des Herrn Hasler unter keinen Umständen diskutabel. Bezeichnet man auch die von anderer Seite genannte obere Grenze von 2 Rp. pro kWh für die Elektrizitätswerke, speziell die neueren derselben, als zu niedrig, so dürfen doch 3 Rp. pro kWh keinesfalls überschritten werden, es sei denn die künftige Konjunktur derart, dass man für das Fertigprodukt ohne weiteres entsprechend höhere Preise fordern kann, der Strompreis also nicht nur relativ, sondern auch absolut gesprochen eine mehr untergeordnete Rolle spielt.

Die prinzipielle Frage, ob ein gewisser Strompreis als angemessen oder übersetzt bezeichnet werden könne, erscheint nach dem Gesagten ziemlich müsig; jedenfalls kann sie nicht allgemein, sondern muss in jedem einzelnen Falle untersucht und der Sachlage entsprechend beantwortet werden. Da die Preise auf dem Eisenmarkte starken Schwankungen unterworfen sind, die Stromlieferungsverträge aber regelmässig auf längere Zeiträume abgeschlossen werden, ist es zweifellos notwendig, sich in den Preisansätzen möglichst zu bescheiden, damit die neuen Industrien auch wirklich bestehen können und nicht bei den gerade gegenwärtig an der Tagesordnung befindlichen Absatzstockungen oder starken Preisstürzen eingehen, wie wir das bereits erlebt haben. Je nach der Situation der einzelnen Elektrizitätswerke sind auch Staffeltarife denkbar, welche für die Nachtenergie, sowie die allfällige über den Sonntag bezogene Kraft, ganz bescheidene Ansätze vorsehen. Soweit es sich um reine Schmelzwerke handelt, resp. solche, die ausschliesslich Haematite zu fabrizieren gedenken, kann man unbedenklich einen Schritt weiter gehen und die bekannten billigen Tarife für sogenannte Abfallkraft in Anwendung bringen, da hier die Beschränkung des Betriebes auf die Zeit des grössten Wasserzuflusses, d. h. während 8 bis 10 Monaten im Jahr, sich ohne allzu grosse Schwierigkeiten durchführen lassen wird.

Herr Hasler berührt auch die elektrische Graugussherstellung, welcher er grössere Verbreitung in Aussicht stellt, trotzdem dazu ein erheblich teureres Ausgangsmaterial erforderlich sei. Ganz allgemein gesprochen lässt sich dagegen kaum etwas einwenden, Herr Hasler ist jedoch durchaus im Irrtum, wenn er beifügt, der Marktwert des Haematit-Roheisens sei während des Krieges höher gewesen, als jener des Formgusses. Das wäre umso weniger erklärlich, als für den bisher ausschliesslich verwendeten Kupolofen-Formguss ebenfalls Haematite benötigt werden und tatsächlich die Herstellungskosten des Formgusses bedeutend höhere sind. Sie haben im Jahre 1918 für mittlere Stücke im schweizerischen Durchschnitt zirka Fr. 1.— per kg betragen, gegenüber einem Verkaufspreise von 50 bis 60 Rp. per kg für das Haematit. Die Bestrebungen, den Kupolofenguss durch Elektrograuguss zu ersetzen, sind in der Hauptsache auf den ganz schlechten Schmelzkoks zurückzuführen, mit welchem man sich in den letzten zwei Jahren abfinden musste und der so manches teure Stück zum Misslingen brachte. Ueber die Wirtschaftlichkeit gerade dieses Verfahrens sind in der N. Z. Z. mehrere beachtenswerte Artikel im Anschluss an die Veröffentlichungen des Herrn Dr. Winteler erschienen, auf welche als durchaus der Sachlage entsprechend, hier hingewiesen sei. Die elektrische Graugussherstellung wird erst dann zur vollen Bedeutung kommen, wenn es einmal gelingt, den Einsatz von Masseln gänzlich zu eliminieren, also das Endprodukt ausschliesslich aus billigen Abfallprodukten, Spänen und Bruch usw. zu erzeugen, was leider einstweilen nicht der Fall ist, und nach dem Stande der technischen Wissenschaft auch nicht so bald erwartet werden kann.

Zum Schlusse sei noch das Eintreten auf den Abschnitt gestattet, in welchem Herr Hasler die Fabrikation von Elektrostahlguss bespricht und mit Zahlen belegt, die ebenfalls

drei Perioden umfassen. Da muss in erster Linie auf den allzu bescheidenen Unterschied hingewiesen werden, welcher in den Herstellungskosten der Jahre 1914, 1918 und 1920 bestehen soll und der mit zirka 12% zwischen Minimum und Maximum den Tatsachen keinesfalls entspricht. Er ist auch deshalb gar nicht erklärlich, weil in der Tabelle für Elektro-Haematite eine Differenz von nahezu 100% nachgewiesen wird, während doch die Verhältnisse, wie an anderer Stelle betont, in mancher Beziehung ähnlich, z. T. sogar übereinstimmend sind. Sodann wird behauptet, der Verkaufswert des Elektrostahlformgusses habe 1914 zirka 50 Rp. pro kg, 1918 dagegen zirka 2 Fr./kg betragen. Letzteres stimmt ziemlich gut, dagegen muss der erste Satz auf annähernd das Doppelte erhöht werden, um der Wirklichkeit zu entsprechen, jedenfalls aber auf allermindestens 90 Rp./kg entsprechend dem Teuerungszuschlage, den die Elektrostahlgießereien in der letzten Zeit des Krieges zur Anwendung gebracht haben. Offenbar liegt hier ein Verschrieb vor, wie auch hinsichtlich des Nutzeffektes, da mit einem solchen von nur zirka 50% gerechnet werden kann, anstatt mit 60—70% wie angegeben. Infolgedessen bedingt eine Erhöhung des Strompreises um 1 Rp. pro kWh auch nicht bloss eine Mehrausgabe von Fr. 10.—, sondern mindestens von Fr. 20.— per Tonne Stahlguss und hat daher eben doch grössern Einfluss, als Herr Hasler zugestehen will.

Volle Zustimmung verdient der Schlussatz der Abhandlung. Es liegt zweifellos im volkswirtschaftlichen Interesse der Schweiz, sich auf dem Gebiete der Gießereiindustrie durch ausgedehnte Anwendung der Elektrizität vom Auslande unabhängiger zu machen. Hoffentlich ist den diesbezüglichen Bemühungen voller Erfolg beschieden, die Elektrizitätswerke werden aber dazu das ihrige in Gestalt möglichst billiger Strompreise beitragen müssen.

* * *

Entgegnung zum Vorstehenden.

Von Ing. O. Hasler, Zürich.

Zu den obigen, aus Industriekreisen stammenden Ausführungen, gestatte ich mir folgendes zu bemerken:

Es ist bei einem metallurgischen Schmelzverfahren, welches gestattet, in einem Lande ohne eigene Eisenerzeugung, die in jährlich steigendem Masse anfallenden Eisenabfälle, welche früher zu einem sehr niedrigen Preise wieder ins Ausland verkauft wurden, zu verwerten und zu einem hochwertigen Qualitätsprodukt umzuschmelzen, nicht möglich, die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens einzig auf das theoretische Verhältnis zwischen der Heizkraft von Gießereikoks und der Heizkraft des elektrischen Stromes abzustellen und einfach die Kosten der Wärmekalorien der beiden Wärmequellen zu vergleichen. Gerade bei diesem elektrometallurgischen Schmelzverfahren gehen Theorie und Praxis weit auseinander und zwar glücklicherweise in dem Sinne, dass die praktischen Erfolge bedeutend günstiger sind, als die theoretischen Erwägungen ergeben, welche sich nur auf die Wärmebilanz erstrecken. Der Beweis ist nicht nur durch die in No. 5 des Bulletins aufgeföhrten Tabellen über die Betriebskosten erbracht, sondern wird auch durch die Tatsache erhärtet, dass das erste Elektro-Stahlwerk in der Schweiz schon vor dem Kriege bei einem Strompreis von über 5 Rappen pro kWh finanziell prosperieren konnte.

Dabei verwendete das betreffende Stahlwerk Einphasen-Schmelzöfen mit rotierenden Umformern, welche mit Rücksicht auf die lange Leerlaufzeit derselben einen Jahreswirkungsgrad von höchstens 75% aufweisen; 25% der Energie gehen also bei diesem älteren System durch die Umformung des Stromes verloren. Alle neueren Schmelzöfen werden jedoch mit Mehrphasenstrom betrieben und können unter Zwischenschaltung eines Transformators direkt an das Hochspannungsnetz angeschlossen werden, wodurch eine wesentliche Ersparnis im Energieverbrauch erzielt wird.

Die in No. 5 des Bulletins angegebenen Energieverbrauchszzahlen stützen sich auf die Ergebnisse mit neueren Mehrphasen-Schmelzöfen ohne rotierende Umformer.

Aus Berichten der amerikanischen Industrie geht hervor, dass es bei grossen Ofenaggregaten bereits möglich war, den Energieverbrauch auf ca.

600 kWh pro Tonne Haematit und auf ca.

750 " " " Stahl herabzusetzen. Auch in der Schweiz sind schon viel