Elektrostahlofen System Girod

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **53/54 (1909)**

Heft 13

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-28120

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

aber die gleichen Spannungen auch seitlich auftreten, so ist der linke untere Quadrant in dieser Weise ergänzt. Denkt man sich allseitigen hydrostatischen Druck, so wären solche Kraftlinien in allen Richtungen zu ziehen. Einfacher gestaltet sich das Bild in Abbildung 6, wo die Ab- und Zunahme der Spannungen durch die Entfernung einer Art Niveaulinien von einander ausgedrückt wird.

Ein Druck im Innern im Verhältnis der Ueberlagerung herrscht ohne Zweifel, weil ja das Untere das Obere tragen muss und von diesem gepresst wird. Der Druck muss sich allseitig ausbreiten, wie in einer Flüssigkeit, darin haben die Geologen recht, meines Erachtens tritt der allseitige Druck sogar schon in mässigen Tiefen auf; aber das Gestein kann infolge der Kohäsion (eventuell auch Reibung) die Kraftlinien dauernd ablenken, eine Flüssigkeit kann das nicht. Dieser Umstand wurde nicht genügend berücksichtigt. An der Oberfläche der Gebirge, an seitlichen Hängen sind die Kraftlinien vertikal oder mehr oder weniger parallel zu den natürlichen Böschungen gerichtet. Mit dem Vordringen nach dem Innern nehmen dann die seitlichen Pressungen zu, bis in einer gewissen Entfernung von der Oberfläche allseitiger, „hydrostatischer" Druck hergestellt ist, aber ohne dass die Gebirgsmassen das Bestreben zeigen müssten seitlich auszuweichen. Auch hier sind es Kohäsion und Reibung, die diesen allmählichen Uebergang ermöglichen.

III. Anwendungen und Schlussgedanken.

Der in den Abbildungen 5 und 6 dargestellte einfache Verlauf der Kraftlinien gilt nur für homogenes Gestein. Wenn in diesem die Kohäsion nicht vorher schon zerstört worden ist, so braucht die Reibung nicht hinzuzutreten. Wo hingegen Blätterung, Zerknitterung usw. den natürlichen Zusammenhang des Materials aufgehoben hat, muss die Reibung die Ablenkung der Kraftlinien bewirken. Durch Einbau oder Ausmauerung wird für die Schubkräfte (Reaktionen), deren Wirkung sich mit dem Fortschreiten nach dem Innern summiert, ein Stützpunkt geschaffen, sodass es gelingt, den Hohlraum mit verhältnismässig geringen Mitteln gegen Einbruch zu sichern. An der Sohle finden die ausweichenden Kräfte in der Schwere des Materials schon einen Stützpunkt, deshalb kommt man in den meisten Fällen ohne Sohlengewölbe aus. Die sog. Bergschläge sind ein hör- und sichtbares Zeichen für das Wandern der Spannungen, entsprechend dem „Brennen der Fugen" und Abblättern der Kanten bei überlastetem Mauerwerk. Kommt man mit dem Einbau oder der Ausmauerung zu spät, d. h. wird dem nur durch Reibung zusammengehaltenen Material nicht rechtzeitig eine feste Basis gegeben, so entstehen sichtbare Bewegungen (Rutschungen), die so lange andauern, bis die Kräfte im Innern eine sichere Unterlage gefunden haben. So stellt sich jedes diesbezügliche Vorkommnis im Tunnel als ein Spezialfall des oben Gesagten dar, indem die Kraftlinien nur umso weiter ausweichen müssen, je nachgibiger wegen Schichtung, Blätterung usf. das Material ist. Sie nehmen eine andere Form an je nach der lokalen Beschaffenheit des Gesteins; sie geben uns davon ein richtiges Bild und umgekehrt. In Zonen, wo sich das Gestein vom Gebirgsdruck befreit hat, unterscheidet sich dieses in seinem Verhalten nicht von dem an der Erdoberfläche. Gibt das Material in vertikalem Sinne nach und finden die ausweichenden Spannungen nirgends Halt, so geht das Nachstürzen fort, bis an der Erdoberfläche Tagebrüche eintreten. Alles dies gilt auch für den Bergbau im Allgemeinen, obgleich es sich dort um Hohlräume von viel grösserer Ausdehnung handelt. Man begreift nun die Schwierigkeiten, die sich bergmännischen Arbeiten entgegenstellen können, wenn im gelockerten, zerknitterten Gestein noch Wasser hinzutritt und wir so ohne jegliche Hülfe von Kohäsion und Reibung den Kampf mit den widerstrebenden Kräften aufnehmen müssen. Dieser ist auch ziemlich aussichtslos, wenn es uns nicht gelingt, durch Wasserentzug jene Hülfskräfte zu neuer Tätigkeit zu erwecken. Es kann aber keine Rede sein von einem „sich schliessen" der Hohlräume, als ob das Material ein quellender Teig wäre, weil durch Nachstürzen nur ein hohler Raum an einer andern Stelle entstehen würde. Eine Ausnahme macht unter gewissen Umständen das sogenannte blähende Gebirge. Auch trifft man im Innern selbst sehr hoher Berge Drusen, Spalten, natürliche Hohlräume verschiedenster Form, die schon lang Zeit gehabt hätten, sich zu schliessen, wenn nicht um sie herum ein Gleichgewichtszustand herrschte.

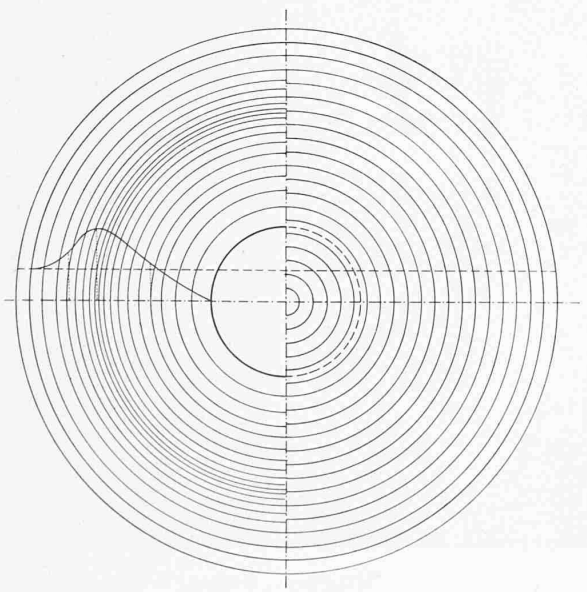


Abbildung 6.

Unter allseitigem Druck verändert sich das Gestein nicht, sondern nur, wenn unter einseitigem Druck und durch das Spiel von Drehmomenten Bewegung ausgelöst wird. Physikalische Veränderungen des Gesteins werden, kurz gesagt, nur hervorgerufen durch mechanische Arbeit.

Elektrostahlofen System Girod.

Es dürfte als bekannt vorausgesetzt werden, dass die Herstellung von Stahlformguss in elektrischen Oefen bereits seit Jahren von mehreren Erfindern mit verschiedenem Erfolg betrieben wird. In der Hauptsache handelt es sich darum, geringwertiges Rohmaterial unter Abwesenheit von Kohle oder sonstigen Brennstoffen einzig vermittelst des elektrischen Stromes in flüssigen Zustand überzuführen, von den unerwünschten Beimischungen zu befreien und so dem Giesser einen hochwertigen flüssigen Stahl zu liefern, den er auf altgewohnte Weise in Sand- oder Lehmformen giessen kann. Der bis dahin zum grössten Teile aus dem Martinofen gewonnene Stahlguss vermag nicht allen Ansprüchen gerecht zu werden, indem seine Raffination eine unzulängliche ist, während die elektrischen Oefen im allgemeinen eine sozusagen völlige Reinigung des Einsatzes ermöglichen. Die verschiedenen Systeme lassen sich in zwei Gruppen teilen, in Induktionsöfen und in Lichtbogen-Widerstandsöfen. Als Erfinder der erstern sind zu nennen Kyellin und in neuerer Zeit Röchling-Rodenhauser, als Vertreter der andern Gruppe Héroult, Stassano und Girod. Jedes dieser Systeme hat seine besondern Vorzüge und ist mehr oder weniger für besondere Verhältnisse berechnet. Vielleicht bringen die nächsten Jahre etwelche Abklärung, doch ist wohl nie an ein einheitliches System zu denken, ganz abgesehen davon, dass die Aufgabe auf verschiedene Arten gelöst werden kann und dabei oft örtliche Verhältnisse oder ein besonderes Rohmaterial berücksichtigt werden müssen. Ohne auf eine Gegenüberstellung der verschiedenen Oefen einzutreten, die aus der Fachliteratur hinreichend bekannt sind, wollen wir hier das System Girod schildern, das in der Schweiz zuerst praktische Anwendung gefunden hat.

In Ugine, Hochsavoyen, besteht seit mehreren Jahren ein grösseres Werk zur Ausbeutung der Patente des Freiburger Ingenieurs *Paul Girod*, die in der Hauptsache die Darstellung von Ferro-Verbindungen im elektrischen Ofen bezwecken, sich jedoch auch auf die Erzeugung von Eisen und Stahl beziehen. Es steht dort eine Wasserkraft von gegen 30000 *PS* zur Verfügung, die in elektrische Energie umgewandelt und in Form von Einphasen-Wechselstrom niedriger Spannung den Oefen zugeführt wird. Sie ist zum grössten Teile ausgenützt. Bis vor kurzem wurden fast ausschliesslich hochprozentige Ferro-Verbindungen fabriziert, wie Ferro-Chrom, Ferro-Vanadium, Ferro-Silicium, daneben aber auch Stahlknüppel zur Verarbeitung als Werkzeugstahl. Die dabei gemachten Beobachtungen liessen mit Sicherheit erkennen, dass das Verfahren ebensogut auf die Herstellung von Stahlformguss angewendet werden könne; es wurden daher ausgedehnte Neuanlagen in Angriff genommen, in denen nicht nur Qualitäts-Stahlformguss, sondern auch Walzmaterial erzeugt wird, das an Ort und Stelle zu Stahlschienen und andern hochwertigen Erzeugnissen verarbeitet werden soll. Es liegt auf der Hand, dass diese Fabrikation bisher ungeahnte Möglichkeiten in sich birgt, die sich die Industrie bald in ausgedehntem Masse zu Nutze machen dürfte. Vor die Notwendigkeit gestellt, ihrer Stahlgiesserei eine grössere Ausdehnung zu geben, um auch schwerere Stücke giessen und die Preise der Konkurrenz der Martin-Giessereien besser anpassen zu können, entschloss sich die *Maschinenfabrik Oehler & Cie.* in Aarau, der Tigelgiesserei eine Elektrostahlgiesserei anzugliedern. Angestellte Untersuchungen der verschiedenen Systeme führten zur Wahl des Girod-Ofens, weil dieser nach dem Urteile kompetenter Fachleute die einfachste Bauart darstellt und ebenso wirtschaftlich arbeitet wie die andern, gleiche Strompreise vorausgesetzt. Er beansprucht ausserdem wenig Raum und Bedienungsmannschaft, was für kleinere Verhältnisse, wie sie hier vorliegen, besonders ins Gewicht fällt.

Der auf Stahlrollen gelagerte, vermittelst eines besondern Elektromotors kippbare runde Ofen, Abbildung 1, besteht in der Hauptsache aus starkem Eisenblech mit Winkel- und Flacheisenverstärkungen, ist mit zwei durch Hebel und Gegengewicht betätigten sich gegenüberliegenden Türen, von denen die eine als Chargier- und Abschlacktüre, die andere als Ausgusskanal dient, versehen und mit einem Deckel aus hochfeuerfesten Steinen abgedeckt, durch dessen Zentrum die Kohlenelektrode von oben in den Ofen eingeführt wird. Der andere Pol wird gebildet durch die den Boden von unten her durchdringenden, im Kreise angeordneten Eisenelektroden. Die Ausmauerung erfolgt mit

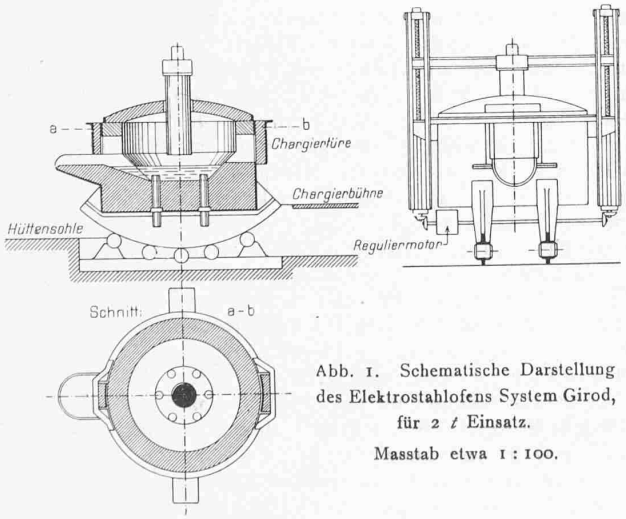


Abb. 1. Schematische Darstellung des Elektrostahlofens System Girod, für 2 *t* Einsatz.
Masstab etwa 1 : 100.

Magnesitstampfmasse und Formsteinen aus dem nämlichen Material. Mit dem Ofen fest verbunden ist rechts und links je ein senkrechter Ständer aus Winkeleisen, der zur Aufnahme der horizontalen Elektrodenführung aus Schmiedeisen dient, die ihrerseits an zwei vertikalen Spindeln gehoben und gesenkt werden kann. Diese stehen mit einem besondern Reguliermotor in Verbindung. Die am meisten der Hitze ausgesetzten Eisenteile sind durch Wasserkühlung vor dem Verbrennen geschützt.

Wie schon oben angedeutet, ist zum Betriebe des elektrischen Lichtbogen-Widerstandsofens, System Girod,

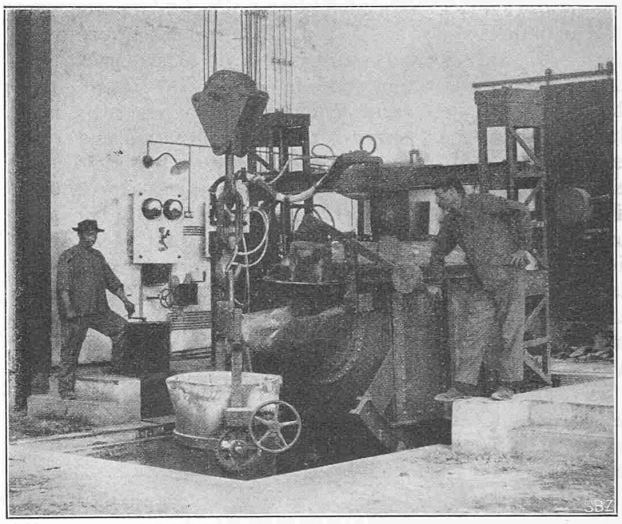


Abb. 3. Ausgusseite des Ofens, davor eine Kranpfanne.

Einphasen-Wechselstrom oder Gleichstrom von niedriger Spannung erforderlich. Nun erzeugt aber das Elektrizitätswerk Aarau, das die Kraft liefert, nur Zweiphasen-Wechselstrom von 2000 Volt, es musste also eine Umwandlung des Stromes sowohl als eine Reduktion der Spannung vorgenommen werden. Die Umformergruppe befindet sich mit dem Schaltbrett, den Messinstrumenten usw. in einem be-



Abb. 2. Chargierseite; Einsatzmaterial.

sondern Raume, der direkt an die Giesshalle, in der der Ofen montiert ist, anstösst und mit dieser durch eine Türe und den Kabelkanal in Verbindung steht. Die Zufuhr des Stromes vom Generator zum Ofen erfolgt durch zwei Serien von je 12 Kupferkabeln (Abb. 2, am Ständer rechts), von denen die eine Serie am Boden des Ofens in die Stahlpole, die andere in die zentral von oben eingeführte Kohlen-

elektrode mündet. Zwischen diesen Elektroden durchdringt der Strom strahlenförmig den Ofeninhalt, wobei das Bad gleichmässig erhitzt wird. Die Regulierung der Höhenstellung der Elektrode, entsprechend dem wechselnden Kraftverbrauche in den verschiedenen Stadien des Ofenbetriebes, erfolgt automatisch durch einen „Thury-Regulator", der den Reguliermotor beeinflusst; sie kann aber auch von Hand erfolgen, wenn dies wünschenswert erscheint, z. B. bei der Inbetriebsetzung. Die betr. Schalter sind rechts des Ofens an der Gebäudewand montiert (siehe Abb. 2). Soll der Ofen in Betrieb gesetzt werden, so wird er vorerst durch ein Holzfeuer vorgewärmt, dann mit Drehspänen, leichterm Schrott und drgl. beschickt und darauf der elektrische Strom eingeschaltet, der im Verlaufe einer Viertelstunde stufenweise die volle Stärke erhält. War der Ofen bei Beginn des Schmelzens kalt, so ist der ganze Einsatz, der mit Rücksicht auf das Volumen nur nach und nach eingeworfen werden kann, in etwa 5 Stunden flüssig, worauf das Frischen beginnt, d. h. die Entfernung der schädlichen Beimengungen des Eisens vermittelst der Schlacke, das Einbringen der je nach dem Verwendungszweck des Fertigproduktes veränderlichen Zuschläge usw., was wieder 2 bis 3 Stunden in Anspruch nimmt, sodass eine Schmelzung 7 bis 8 Stunden dauert, das Giessen inbegriffen. Diese Berechnung hat eine Schmelzung im Anfangsbetrieb, d. h. bei kaltem Ofen, zur Voraussetzung, während bei Dauerbetrieb, wofür die Anlage und das System überhaupt bestimmt ist, in 6 Stunden mit Leichtigkeit eine Schmelzung vorgenommen werden kann.

Hat das Ofenfutter im Laufe der Zeit derart gelitten, dass es nicht mehr ausgebessert werden kann, so wird der Betrieb, in der Regel im Laufe des Samstags, eingestellt, damit der Ofen über den Sonntag abkühlen kann. Am Montag früh wird sodann das alte Futter herausgerissen, ein neues aufgestampft und sofort mit leichtem Holzfeuer getrocknet, worauf der Ofen am Dienstag früh wieder betriebsbereit ist. Kann der Betrieb aus irgend einem Grunde nicht kontinuierlich aufrecht erhalten werden, so ist es nötig, den Ofen dennoch unter Strom zu lassen, um das dem Futter sehr schädliche Erkalten und Wiedererwärmen zu vermeiden. Da hiezu nur ein geringer Bruchteil der vollen Kraft erforderlich ist, so stellen sich, abgesehen von den wegfallenden Mehrreparaturen, die Stromkosten nicht übermässig hoch. Natürlich wird der Ofen so lange in ununterbrochenem Gange gelassen, bis zwingende Notwendigkeit die Einstellung veranlasst.

Der Einsatz beträgt 1500 bis 2000 *kg*, zu deren Einschmelzung eine Kraft von 380 bis 400 *PS* benötigt wird. Wie bereits betont, besteht der Einsatz in der Hauptsache aus Drehspänen und Schmiedeisenschrott, deren chemische Zusammensetzung nicht bekannt sein kann; es müssen daher während der Dauer des Frischens dem Ofen Proben entnommen und untersucht werden, um die Zusammensetzung des Bades und den richtigen Zeitpunkt für das Giessen zu bestimmen. Diese Manipulationen boten naturgemäss für den Anfang einige Schwierigkeiten, was sich in der Qualität der ersten Güsse äusserte; nachdem aber die Leute eingearbeitet sind, geht alles glatt und ohne jegliche Störung von statten. Hier verdient nochmals die Einfachheit des Ofenbetriebes hervorgehoben zu werden; zwei bis drei Mann genügen vollkommen, Aufsicht inbegriffen.

Ist der Einsatz zum Vergiessen bereit, so wird eine Kranpfanne an den Ofen herangefahren (Abb. 3), gefüllt und in die Formen entleert, welche Manipulation sich je nach der Grösse der Pfanne und der Art der zu giessenden Sachen ein oder mehrmals wiederholt. Sind ausschliesslich kleine Stücke zu giessen, so treten mehrere Handpfannen in Aktion, die den Stahl abwechslungsweise am gekippten Ofen fassen und in die oft weit entfernten Formen verbringen (Abb. 4). Irgendwelche Uebelstände haben sich dabei nicht ergeben, denn der Stahl ist sehr heiss und behält den dünnflüssigen Zustand längere Zeit. Formen und Giessen u. s. w. weichen nur unwesentlich von dem Verfahren der gewöhnlichen Stahlgiesserei ab.

Elektrostahlofen System Girod.

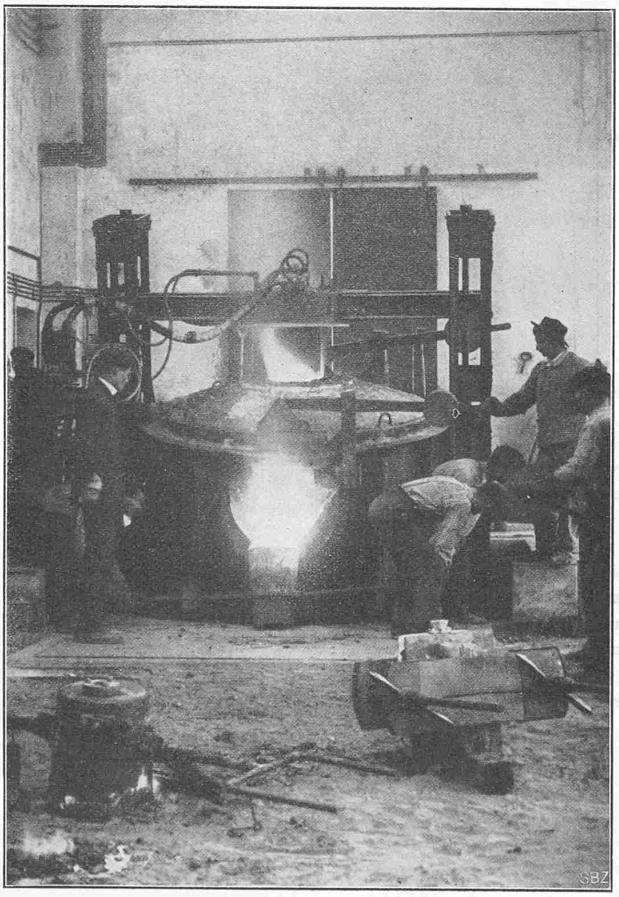


Abb. 4. Abgiessen in Handpfannen während des Betriebes.

Die Festigkeits-Eigenschaften des erzeugten Elektrostahlgusses sind an der eidgen. Materialprüfungsanstalt in Zürich verschiedentlich untersucht worden. Die Resultate, die dabei erhalten worden sind, waren die folgenden: Eisenqualität Zug $40 \div 45$ *kg/mm²* Dehnung $20 \div 26$ %, Stahlqualität Zug $75 \div 80$ *kg/mm²* Dehnung $8 \div 9$ %.

Der Guss wurde auch auf seine Eignung für elektrotechnische Zwecke geprüft; dabei ergaben sich vorzügliche Resultate, die jene des gewöhnlichen Dynamostahlgusses noch übertreffen; diese Untersuchungen sind indes noch nicht abgeschlossen. Auch die Analysen, die vom Werk in eigenem Laboratorium für jede Charge ausgeführt werden, stellen dem Elektrostahlguss ein vorzügliches Zeugnis aus, indem es gelungen ist, den Schwefelgehalt auf 0,01 % zu reduzieren, während von Phosphor nur noch unmessbare Spuren vorhanden sind.

Zum Schlusse dürfte es noch interessieren, einiges über die Fabrikationskosten des Elektrostahlgusses zu erfahren, ist dies doch der Masstab, nach dem man den wirtschaftlichen Wert solcher Neuerungen in erster Linie taxieren muss. Bei kaltem Einsatz von Schrott, Drehspähnen, Roheisen und vollständiger Raffination zur Erzielung eines hochwertigen Stahls muss man in dem 2 *t*-Ofen für 1 *t* flüssigen Stahls in runden Durchschnittszahlen rechnen:

Schrott, Roheisen, Zusätze, Kalk	95 Fr.
Elektrodenabnützung	8 „
Löhne, Ofen-Unterhalt und Reparaturen	18 „

Dazu Stromverbrauch 900 bis 1000 *kw/Std.*, je nach Strompreis.

Die Kosten eines 2 *t*-Ofens im Gewichte von etwa 11 *t*, nach Ausführung des hier geschilderten, stellen sich auf ungefähr 11 000 Fr.