

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 73/74 (1919)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Ueber die Erzeugung von Elektrostahl für Stahlformguss im basisch zugestellten Héroultofen, bei Verwendung von festem Einsatz  
**Autor:** Schudel, Berthold  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-35588>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

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

Der Motorpflug ist sehr manövrierfähig und beansprucht zufolge seiner kurzen Baulänge ein relativ kleines Vorgewende, wodurch er sich besonders für mittlere und kleine Felder eignet.

Ausser zum Pflügen kann das Fahrzeug auch als Traktor oder als stationäre Antriebsmaschine benutzt werden. Das Demontieren des Pfluges erfolgt auf einfachste Weise durch Lösen von zwei Schrauben.

#### Hauptabmessungen:

Traktor: Durchmesser der Triebräder 1600 mm  
 " des Lenkrades 750 "  
 Triebbreite 250 mm (mit Verbreitrg. 450 mm)  
 Lenkbreite 180 " ( " 300 " )  
 Max. Länge des Traktors mit Pflug 5,5 m  
 " Breite " " " 2,1 "  
 " Höhe " " " 1,9 "  
 Gewicht " " " 2800 kg  
 Geschwindigkeit bei Vorw.-Fahrt rd. 2,7 u. 6 km/h  
 " " Rückw.-Fahrt rd. 3,7 km/h

Pflug: Gewicht des Dreischarpfluges rd. 600 kg  
 Max. Arbeitsbreite des Pfluges 1,1 bis 1,2 m  
 Arbeitstiefe veränderlich von 0,15 bis 0,35 m.

Der 30 PS-Motor macht 800 Umdrehungen in der Minute und verbraucht dabei nur 300 gr Benzin für 1 PSh. Da sowohl Traktor wie Pflug einheimisches Fabrikat sind, lassen sich allfällige Reparaturen rasch erledigen. S. A.



Abb. 1. Der Motorpflug „Winterthur“ in Seitenansicht.

## Ueber die Erzeugung von Elektro Stahl für Stahlformguss im basisch zugestellten Héroult-Ofen, bei Verwendung von festem Einsatz.

Von Dr. Berthold Schudel, Ing.-Chemiker, Schaffhausen.

Das neuerdings wieder in den Vordergrund gerückte Bestreben, unsere Schweizer Industrien auch in der für ihren Betrieb nötigen Krafterzeugung vom Ausland möglichst unabhängig zu gestalten und die im Lande selbst zur Verfügung stehenden Kraftquellen in erster Linie nutzbar zu machen, mag es rechtfertigen, etwas über ein metallurgisches Spezialgebiet zu veröffentlichen, das nicht nur als eigenartiges Glied einer ungeheuren Weltindustrie hervorragende Beachtung verdient, sondern auch wegen seiner ausschliesslichen Verwendungsmöglichkeit von inländischer Betriebskraft für uns von besonderem Interesse ist.

Bis in die neuere Zeit wurde aller Stahl, der zur Erzeugung von Stahlformguss diente, hauptsächlich nach drei Verfahren hergestellt, die ihrem Wesen, sowie ihrer technischen und metallurgischen Durchführung nach, von einander durchaus verschieden sind. Es sind dies, wie bekannt, das Tiegelschmelzverfahren, der Martinprozess und das Kleinbessemervverfahren.



Abb. 2. Der Motorpflug „Winterthur“ in Hinteransicht.

Durch die Einführung und Verwendung der elektrischen Energie als Wärmequelle erfuhr die Industrie der Stahlerzeugung und mit ihr das Spezialgebiet, das sich mit der Herstellung von Stahlformguss befasst, eine neue, wichtige Bereicherung. Die erste in grösserem Masstab durchgeführte praktische Anwendung von Elektro Stahlöfen fällt auf das Ende des vorigen Jahrhunderts (Stassano-Ofen 1898, Kjellin- und Héroult-Stahlöfen 1899/1900).<sup>1)</sup> Anfängliche Versuche bezweckten die Gewinnung von Stahl direkt aus den Erzen, und auch von Roheisen. Sie wurden grossenteils bald wieder aufgelassen, und in der Folge fand der Elektro-Ofen seine hauptsächlichste Verwendung zur Herstellung von Qualitätsstählen aller Art, von Werkzeugstählen und Konstruktionsstählen, aus Roheisen und Eisenschrott. Hierzu kam nachher noch, allerdings in weit geringerem Masse, die Erzeugung von Elektro Stahl für Stahlformguss. Auch die Versuche zur Roheisengewinnung aus Erzen auf elektrischem Wege wurden fortgesetzt. — Was bei allen hervorragenden Neuerungen zu geschehen pflegt, trat auch hier ein. Nachdem die ersten Schwierigkeiten überwunden und der Nachweis für die praktische Verwendbarkeit des Elektro Stahlöfens erbracht war, kam eine Zeit, in der man — zum nicht geringen Schrecken vieler Stahlindustrieller, die nach den bisherigen Verfahren arbeiteten — glaubte, die Anwendung der elektrischen Energie würde auf dem Gebiete der Stahlindustrie eine vollständige Umwälzung herbeiführen. Erst nachdem das junge Verfahren eine Reihe von Entwicklungsjahren und praktischen Erfahrungen hinter sich hatte, gelangte man zu dessen richtiger Einschätzung. Man

erkannte, dass es die wichtigen, bisher üblichen Stahlprozesse keineswegs verdrängen, wohl aber, als ein in mancher Hinsicht höchst wertvolles neues Glied, sich, jene ergänzend, ihnen anschliessen werde.

Die Stahlindustrie bediente sich des Elektro-Ofens seither fast ausschliesslich als Raffinations-Ofen, in dem das zu verarbeitende Material (Einsatz) eine mehr oder weniger durchgreifende Reinigung erfährt. Dementsprechend verfolgen die allermeisten bisher üblichen Elektro Stahl-Verfahren als hauptsächlichstes Ziel die Erreichung einer gründlichen Raffination des Einsatzes, und der Grad der Möglichkeit, eine solche durchzuführen, wird als hervorragendes Kriterium für die Brauchbarkeit eines Elektro Stahlöfen-Systems überhaupt angesehen.

Bei allen diesen Raffinationsverfahren, die der Hauptsache nach in der Durchführung eines Oxydations- (Frisch-) Prozesses mit nachfolgender Desoxydation bestehen, werden die, das Eisen

<sup>1)</sup> Vergl. Band LVIII, S. 142 (9. Sept. 1911). Red.

begleitenden Nebenbestandteile (Phosphor, Schwefel, Kohlenstoff, Silizium, Mangan) im Einsatz möglichst vollständig entfernt und grossenteils in die Schlacke übergeführt. Nachher muss allerdings ein Teil derselben (C, Si und Mn) im Verlauf der Charge wieder zugesetzt werden, da jene Elemente für die Herstellung des Stahls überhaupt unentbehrlich sind und diesem höchst wichtige Eigenschaften erteilen. Der Einsatz selbst wird entweder in flüssigem, in einem Ofen andern Systems (z. B. Martinofen) teilweise schon vorgereinigten Zustande, oder aber in fester Form in den Elektrostahlofen eingeführt.

Es soll nun im Folgenden zunächst ein solches Raffinations- (Frisch-) Verfahren, das auch zur Herstellung von Elektrostahlformguss dient, eingehend beschrieben und gezeigt werden, wie dieses unter Verwendung von festem Einsatz in einem Héroult-Elektrostahlofen, mit basisch zugestelltem Herd und basischen Schlacken, zur Ausführung kommt.

Der ganze Prozess zerfällt in zwei Hauptperioden:

1. Die *Einschmelz- und Frischperiode*, mit Anwendung einer basischen Schlacke und oxydierenden Zusätzen.
2. Die *Reduktions- oder Desoxydationsperiode*, mit nachfolgender Kohlhung, Entschweflung und Fertigstellung (event. Legierung) des Stahls.

#### 1. Die *Einschmelz- und Frischperiode*.

Als Einsatz dienen käuflicher Schrott und Abfälle der Elektrostahlgiesserei (Trichter, verlorene Köpfe, Einläufe usw.). Das Einschmelzen erfolgt unter gleichzeitiger Bildung einer basischen Kalkschlacke, mit Zuschlag von etwas Quarzsand und Flusspat und reichlichem Zusatz eines Frischmittels. Als solches verwendet man „Erz“ (Roteisenerz), oder bisweilen auch Hammerschlag. Auf eine Charge von 1000 bis 1200 kg kommen 30 bis 35 kg Kalk und 50 bis 65 kg bestes Roteisenerz. Die Höhe des Zusatzes an letzterem hängt selbstverständlich in erster Linie von der Qualität des Einsatzmaterials ab, das raffiniert werden soll. Die Chargierung des Elektro-Ofens erfolgt nach und nach, entsprechend dem Fortschreiten des Einschmelzvorganges. Der Einsatz wird, unter Anwendung von elektrischer Energie als Wärmequelle, schon während des Einschmelzens und nachher noch kräftiger im vollkommen geschmolzenen Zustande vom Erz gefrischt und überoxydiert, derart, dass das Metallbad nach Beendigung der ersten Periode einen beträchtlichen Ueberschuss an Sauerstoff, bezw. Eisensauerstoff-Verbindungen gelöst enthält. Ein elektrolytischer Vorgang findet während des ganzen Verfahrens nicht statt. Es wird hernach die Schlacke abgezogen und der Frischprozess, wenn nötig, nochmals wiederholt.

Der Grad der Ueberoxydation des Metallbades lässt sich leicht dadurch feststellen, dass man eine Schöpfprobe nach dem Erstarren unter den Hammer bringt. Diese Schmiedeprobe erweist sich dann beim Ausbreiten, je nach der Uebersättigung mit Sauerstoff bezw. Oxyden, mehr oder weniger als rotbrüchig, eine Erscheinung, die sich leicht daran erkennen lässt, dass an dem unter dem Hammer in noch rotwarmem Zustande ausgebreiteten Probestück am Rande zahlreiche Risse entstehen.

#### 2. *Desoxydation und Fertigmachen der Charge*.

Ist der Frischprozess beendet und die Schlacke abgezogen, so führt man die Desoxydation des Metallbades durch. Der in ihm angehäuften, zumeist an Eisen gebundene Sauerstoff wird entweder durch einen Zusatz von Ferro-Silizium, oder auch durch die reduzierende Wirkung von Kohlenstoff bezw. Kalzium-Karbid ( $CaC_2$ ) in folgender Weise entfernt. Auf das blanke Metallbad kommt zunächst eine gewisse Menge Kokspulver, hernach wird sofort eine neue Kalkschlacke aufgesetzt, der man, um sie recht dünnflüssig zu machen, wieder etwas Quarzsand und Flusspat beimischt. Ist die Schlacke gut geschmolzen, so erfolgt auf diese ein entsprechender weiterer Zusatz von Kokspulver (Petrolkoks oder gemahlene Elektrodenabfälle). Es entsteht hierdurch in der Hitze des Elektro-Ofens eine kalziumkarbidhaltige,

basische Sc<sup>hl</sup>acke, die auf die in ihr gelösten und sich lösenden Metalloxyde reduzierend wirkt. Die vollständige Desoxydation des Metallbades selbst bewerkstelligt man durch einen Zusatz von Mangan in geeigneter Form (Ferro-Mangan oder Manganerz) derart, dass der noch im Bad vorhandene Sauerstoff an jenes gebunden wird und die sich bildenden Mangan-Sauerstoff-Verbindungen, nachdem sie in die Karbidschlacke aufgestiegen sind, dort reduziert werden.

Der ganze Desoxydationsvorgang kann als beendet angesehen werden, wenn die Karbidschlacke weiss ist, was sich durch eine Schlackenprobe leicht nachweisen lässt. Es ist dies dann ein Beweis, dass sämtliche in der Schlacke gelösten Metalloxyde reduziert worden sind, dass keinerlei derartige Oxyde aus dem Metallbad mehr in die Schlacke gelangen und umgekehrt auch keine solchen aus der Schlacke wieder ins Bad zurückwandern können, somit auch letzteres vollständig desoxydiert ist. Als ferneres Beweismittel für die vollendete Desoxydation dient auch eine Schöpfprobe. Diese darf während des Erstarrens keine Gasentwicklung zeigen und nachher, beim Ausbreiten unter dem Hammer, keine Risse mehr aufweisen, die auf Rotbruch, also im Bad noch vorhandenen Sauerstoff schliessen lassen.

Gleichzeitig mit der Desoxydation wird durch die Wirkung der Karbidschlacke auch ein Teil des im Schmelzgut, wahrscheinlich als Ferrosulfid vorkommenden Schwefels entfernt und in der Schlacke als Kalziumsulfid gebunden.

Nach vollzogener Desoxydation folgt die Kohlhung der Charge durch Karburit. Es ist dies eine mit geringem Zusatz eines geeigneten Bindemittels (Teer) versehene Mischung von gleichen Teilen Eisenspänen und Kohlenstoff (Kokspulver, gemahlene Elektrodenabfälle), die in Brikettform zur Verwendung gelangt. Die beigemischten Eisenspäne dienen lediglich als Beschwerungsmittel für den Kohlenstoff, sodass die Karburitstücke, wenigstens zum Teil, ins Metallbad eintauchen und sich dort langsam auflösen. Zur Herstellung von Elektrostahl für Stahlformguss lässt sich die Kohlhung, ohne belangreiche Verluste an Kohlenstoff, auch mit Anwendung von Petrolkoks in geeigneter Weise durchführen.

Nach der Kohlhung setzt man der Charge die erforderlichen Mengen Mangan und Silizium als Ferrolegierungen zu. Hierbei kann auch noch eine weitere Entschweflung stattfinden. Schliesslich wird durch eine einfache Hitzeprobe und ausserdem mittels einer Schöpfprobe festgestellt, ob die Charge die gewünschten Eigenschaften besitzt, worauf man den giessbereiten Stahl in die etwas Aluminium enthaltende Giesspfanne auskippt.

Selbstverständlich können gegen Schluss des Verfahrens ausser Silizium und Mangan auch noch andere Legierungszusätze gemacht werden. — Als Beispiel sei die Zusammensetzung einer im Héroult-Ofen hergestellten 1 Tonnen-Charge hier angeführt und gleichzeitig der Gang des Verfahrens ersichtlich gemacht.

Einsatz 1000 kg	{	Elektrostahlabfälle	500 kg
		Käufli. Schrott	500 "
I. Schlacke	{	gebrannt. Kalk	30 kg
(Frischschlacke)		Erz (Roteisenstein)	63 "
		Quarzsand + Flusspat, je	1 "
Kohlhung mit 3,2 kg Petrolkoks			
	{	gebrannt. Kalk	35 kg
II. Schlacke		Quarzsand	3 "
(Karbidschlacke zur		Flusspat	8 "
Desoxydation)	{	Petrolkoks	4 "
		Ferro-Mangan (81 %ig)	2 "
Fertigmachen	{	Ferro-Silizium (76 %ig)	3,7 kg
		Ferro-Mangan	2 "
		Aluminium in die	
		Giesspfanne	0,95 "

Stromverbrauch 979 kWh.

Chargendauer 4,3 Stunden.

0,17 % C Gehalt des fertigen Stahls.

(Forts. folgt.)