



**Industriemuseum Brandenburg a. d. Havel**



**Technologie**  
**„Siemens-Martin-Verfahren“**  
**in Brandenburg**

**Industriemuseum Brandenburg an der Havel**

**Mai 2002**

Industriemuseum Brandenburg  
August-Sonntag-Straße 5  
14770 Brandenburg a. d. Havel

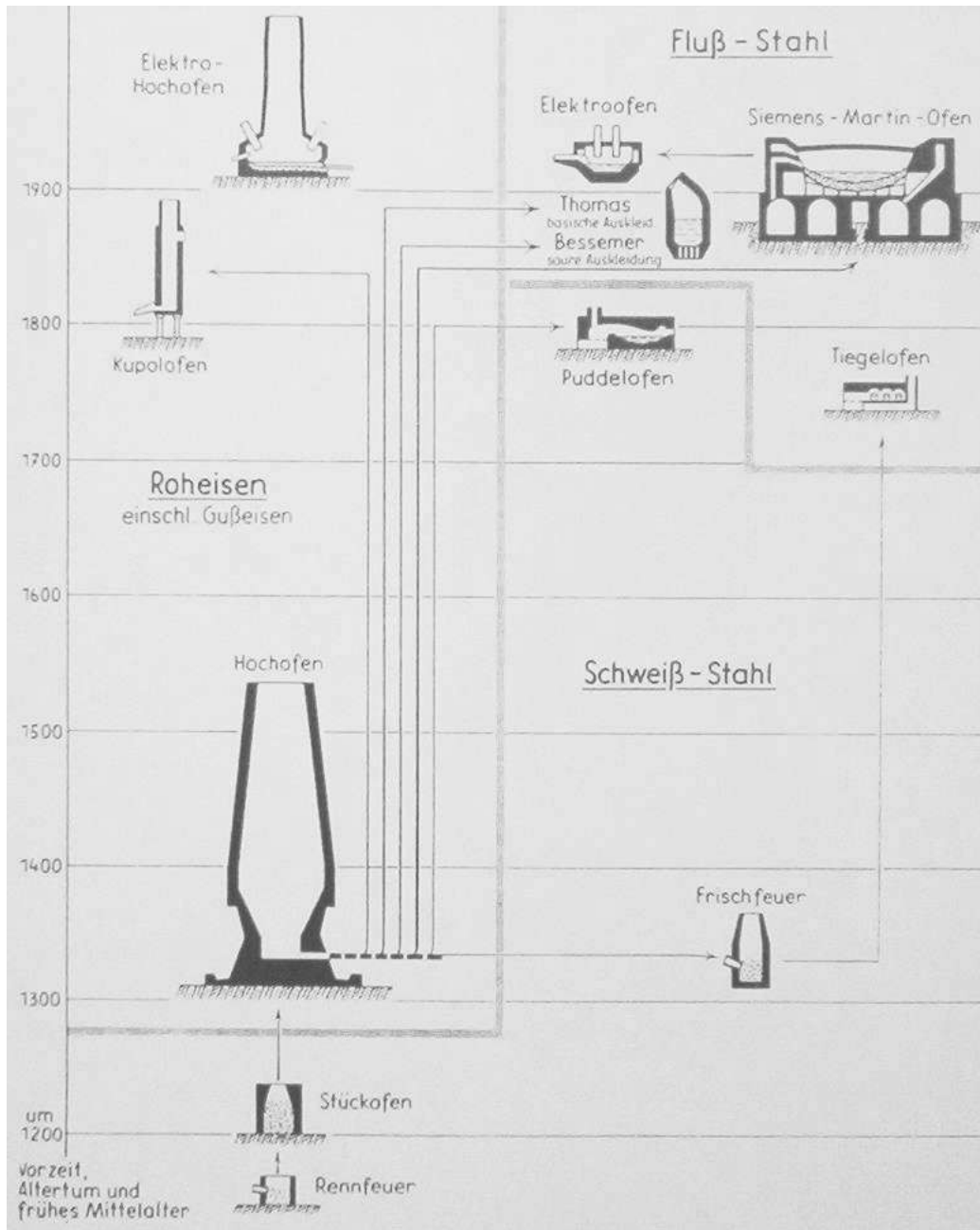
Tel.: 03381 / 30 46 46  
Fax: 03381 / 30 46 48  
e-mail: [stahlmuseum@aol.com](mailto:stahlmuseum@aol.com)  
[www.industriemuseum-brandenburg.de](http://www.industriemuseum-brandenburg.de)

---

**Zeittafel zur Geschichte des Eisens**

**ROHEISEN** ist eine Eisen-Kohlenstoff-Legierung mit mehr als 1,7 % Kohlenstoffgehalt.

**STAHL** ist jeder ohne Nachbehandlung schiedbare Eisenwerkstoff, dessen Kohlenstoffgehalt niedriger als 1,7 % ist.



Eisenlegierungen sind auch heute noch die meist verbreiteten metallischen Werkstoffe.

### Das Siemens-Martin-Verfahren –

**geht auf die Namen der Erfinder Siemens und Martin zurück.**

Im Jahre 1856 hatte Friedrich Siemens ein Patent auf seine Erfindung des Regenerativofens angemeldet. Dieser neue Ofen basierte auf einem System zur Erzeugung höchster Temperaturen durch Vorwärmen von Gas und Luft. Wilhelm Siemens experimentierte damit schon mehrere Jahre.

So bedeutend diese Erfindung auch war, gelang es den Siemens-Brüdern zunächst nicht, flüssigen Stahl herzustellen, weil bei den erreichten Temperaturen von 1600 °C auch die Ausmauerung des Ofens schmolz.

Friedrich Siemens wendete das Verfahren des Regenerativofens erfolgreich bei der Herstellung von Glas an und wurde damit größter Glashersteller Europas.

In Frankreich wurden Pierre und Emile Martin (Vater und Sohn) auf die großen Vorteile des Regenerativofens aufmerksam und erwarben von Wilhelm Siemens Zeichnung und Lizenz zum Betreiben des Ofens.

Den Martins gelang der Durchbruch bei der Anwendung, weil sie temperaturbeständigere Steine für die Ofenzustellung verwendeten.

Das Verfahren zur Stahlerzeugung im sauren, regenerativ gefeuerten Flammofen war geboren.

1867 auf der Pariser Weltausstellung erhielten die Martins für ihren hervorragenden Stahl und die Gebrüder Siemens für den Ofen höchste Auszeichnungen.

### Das Siemens-Martin-Verfahren –

**ist eine technische Weiterentwicklung der bis dahin bekannten Möglichkeiten der Stahlerzeugung in Tiegelöfen.**

Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass die Temperatur im Ofen bis auf 1800 °C gesteigert und flüssiger Stahl erzeugt wird. Als Brennstoff dient Generatorgas oder Öl. Der feste Einsatz aus Schrott, Roheisen und Kalk wird in Mulden mittels Chargiermaschinen in den Siemens-Martin-Ofen eingebracht. Beim Flüssigeinsatz wird das Roheisen über eine Rinne in den Herdofen gekippt. Das ursprüngliche Fassungsvermögen der Siemens-Martin-Öfen von unter 10 t Abstichmasse wurde im Laufe der Entwicklung auf über 600 t (bei Flüssigeinsatz) gesteigert.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Siemens-Martin-Verfahrens liegt in der Besonderheit des hohen Schrotteinsatzes.

### Das Siemens-Martin-Verfahren –

**war über 100 Jahre eine der bedeutendsten Technologien für die Stahlherstellung.**

Die Ära der Siemens-Martin-Stahl-Erzeugung begann am 8. April 1864 in dem französischen Ort Sireuil. In Deutschland gingen die ersten Siemens-Martin-Öfen 1869 in Essen und Berlin in Betrieb; etwa zur gleichen Zeit in England, Österreich, Schweden, Italien und auch in Nordamerika. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts waren die Entwicklungs- und Anfangsschwierigkeiten überwunden.

Ab 1915 stieg der Anteil des Siemens-Martin-Stahls in Deutschland auf über 50 %: Ende der 40er Jahre waren es weltweit bereits 75 %.

Im Jahre 1965 wurde die höchste Produktion im Weltmaßstab mit 278 Millionen Tonnen erreicht.

Danach gingen die Produktionszahlen stark zurück.

1985 war der Anteil an Siemens-Martin-Stahl in Westeuropa schon nicht mehr nennenswert und nur noch in Osteuropa und China bedeutend.

**SM-Stahlerzeugung in t je Jahr**

Jahr	USA	Frankreich	Deutschland
<b>1880</b>	102 465	0	35 820
<b>1885</b>	135 510	0	275 974
<b>1890</b>	521 444	251 610	387 981
<b>1895</b>	1 155 377	376 242	1 189 400
<b>1900</b>	3 272 174	645 881	2 145 565
<b>1905</b>	8 579 953	756 574	3 252 520
<b>1907</b>	10 976 062	1 001 463	4 252 560

Trotz ständiger technischer und technologischer Weiterentwicklung der Siemens-Martin-Stahlproduktion wurde dieses Verfahren immer mehr durch modernere verdrängt und letztlich abgelöst. Dominierend im Wettbewerb der Stahlerzeugung sind heute der Konverter und der Elektroofen.

## Der Siemens-Martin-Ofen XII

### Der Siemens-Martin-Ofen XII ging am 12. Oktober 1967 in Betrieb.

Ursprünglich als Versuchsofen I a vorgesehen, sollten mit ihm Spitzenergebnisse erreicht werden.

Der Forschungsauftrag hierzu lautete: „Die neuen Konstruktionselemente und Technologien bis zur Produktionsreife zu erproben und optimale Leistungs- und Ergebniskennziffern zu erreichen, die dem Weltstand bei vollölbeheizten SM-Öfen unter den Bedingungen des festen Einsatzes und der Sauerstoffanwendung“.

Die Ergebnisse sollten für die Modernisierung aller Brandenburger SM-Öfen genutzt werden. Eine Besonderheit war von Anfang an, dass Ofen XII mit einem Blechkamin betrieben wurde. 1968 wurde der Ofen jedoch als Nr. XII zur Erfüllung der Planaufgaben genutzt und damit seine Aufgabe als Versuchsofen behindert.

Es zeichnete sich ab, dass der Ofen die geplanten Parameter vor allem bei der Ofenleistung, beim Wärmeverbrauch, bei der Ofenhaltbarkeit und bei den Reparaturzeiten nicht erreichen würde; an der Entwicklung des Ofens wurde deshalb weiter gearbeitet.

Da die vorgegebenen staatlichen Planaufgaben für das Stahlwerk nicht erreicht wurden, begann 1970 eine umfassende Rekonstruktion.

Angefangen wurde mit dem Ofen XII. 1975 waren alle Öfen umgebaut.

### Konstruktionsmerkmale und die wesentlichen Veränderungen:

- Oberofen mit Hängestützkonstruktion in Segmentbauweise nach dem Maerz-Bohlens-Prinzip
- Einführung der großen, zweiteiligen Schlackewagen
- Luftführung für die Oberofenkühlung in der Stahlkonstruktion
- Vergrößerung der Herdfläche auf 83 m<sup>2</sup>
- Entwicklung einer Herdwannenbaureihe
- Einbau der nebeneinander liegenden zweistufigen Regenerativkammern
- Moderne Abgasschieber
- Vollölbeheizung

Darüber hinaus mussten zur Erreichung höherer Ofenleistungen – geplant 22 t/h – Veränderungen an den technischen Anlagen zum Beschicken und im Gießbetrieb vorgenommen werden.

Eine wesentliche Verbesserung der Produktionsabläufe im Stahlwerk brachte die Einführung des Einpfannenabstichs. Erneut war der Ofen XII der erste, an dem damit begonnen wurde.

- Höhere Leistungen
- Niedriger Wärmeverbrauch
- Längere Haltbarkeiten
- Hoher Mechanisierungsgrad bei Instandhaltungsarbeiten
- Kurze Bauzeiten
- Erleichterungen bei den Wartungs- und Pflegearbeiten
- Erleichterungen bei der körperlichen Arbeit

### Die Ära der SM-Öfen ist zu Ende

Im Herbst 1990 wurde im Nordwerk mit dem Rückbau der SM-Öfen VI und IX begonnen.

Angesichts der geplanten Stilllegung des gesamten Siemens-Martin-Stahlwerks wurde von der SWB-GmbH das Projekt Industriemuseum Brandenburg a. d. Havel gegründet.

Hauptanliegen war die Sicherung und der Erhalt eines Siemens-Martin-Ofens als technisches Denkmal sowie die wissenschaftliche und museale Aufarbeitung des industriegeschichtlichen Umfeldes.

### Am 25. August 1994 erfolgte der Bescheid über die Eintragung in das Verzeichnis der Denkmale der Stadt Brandenburg an der Havel:

**„Stahl- und Walzwerk Brandenburg hier: Siemens-Martin-Ofen Nr. XII und den ihn umgebenden Teil der Stahlwerkshalle einschließlich der Grundausrüstung zum beschicken, Schmelzen und Gießen.“**

Zu diesem Zeitpunkt gab es in der gesamten westeuropäischen Industrie keine SM-Öfen mehr.

Der SM-Ofen XII in Brandenburg ist der letzte Zeuge einer Technologie, die weit über einhundert Jahre die Stahlproduktion der Welt geprägt hat.

### Aufbau eines Siemens-Martin-Ofens

**Der Siemens-Martin-Ofen** – besteht aus Ober- und Unterofen

**Der Oberofen** ist der Schmelz- bzw. Herdraum, in dem der metallische Einsatz (Schrott) eingeschmolzen wird. Einzelteile des Oberofens sind der Herd, das Gewölbe, die Vorder- und Rückwand, Köpfe und die Abstichrinne.

Neben der Stahlkonstruktion besteht der Ofen vorwiegend aus feuerfestem Material.

Brennerköpfe mit Gas- und Luftzügen dienen zur Beheizung/Einschmelzen des Rohmaterials.

Die Beschickung erfolgt mit einem Chargierkran auf der Ofenbühne.

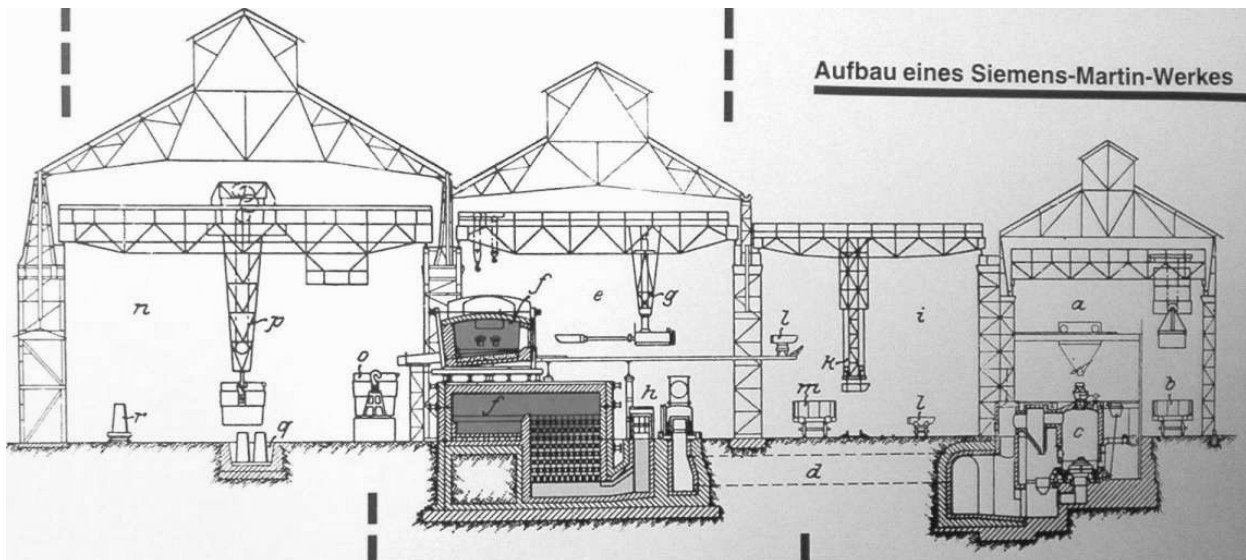
**Im Unterofen** befinden sich die Schlacke- und Regenerativkammern. In den Schlackekammern werden die Staub- und Schlacketeilchen aufgenommen. In den Regenerativkammern wird durch die Ausnutzung der Abgaswärme die Verbrennungsluft bzw. das Generatorgas vorgewärmt. Die Kammern sind mit einer Gitterung aus feuerfestem Material ausgemauert.

**Vorteil:** Durch die Regenerativfeuerung wird die in den Abgasen enthaltene Energie zum Vorwärmen der Heizgase und der Luft genutzt, hierzu ist ein periodisches Umschalten der Kammern in 8 bis 20 Minuten-Abständen notwendig. Die Steuerung/Umschaltung erfolgt vom Steuerstand aus.

Unterofen und Kamin sind durch Kanäle verbunden.

### Hauptaggregate im SM-Stahlwerk

a	Gaserzeugerhalle	i	Schrottlagerplatz
b	Kohlenanfuhr	k	Schrotttransportkran
c	Gaserzeuger	l	Transportmulde
d	Gaskanal	m	Schrottanfuhr
e	Ofenhalle	n	Gießhalle
f	Martinöfen	o	Gießpfanne
g	Beschickungsmaschine	p	Gießkran
h	Umsteuerventile	q	Gießgrube mit Kokillen
		r	Kokillen auf Wagen



**Beispiel: Schmelzverlauf einer Charge**  
Stahlmarke St 44 – 2

Zeit	Arbeitsgang	Zusätze (kg)	Analyse in %				Temperatur (°C)
			C	Mn	P	S	
0.00	<b>Flicken</b>						
0.35	<b>Einsetzen Beginn</b> • metall. Einsatz • Mn-Erz • Anthrazit • Branntkalk • Kalkstein	191 460 1 000 2 400 2 200 6 600					
2.20	<b>Einsetzen Ende</b>						
5.30	<b>Schlackebildung</b> • Branntkalk • Sinter	2 200 2 500					
6.00	<b>Branntkalk</b>	2 200					
6.05	<b>Eingeschmolzen</b> • 1. Probe		0,91	0,14	0,033	0,070	<b>1 505</b>
6.45	<b>Schlackekorrektur</b> • Branntkalk • Sinter	2 200 500					
7.00	<b>2. Probe</b>		0,54	0,13	0,012	0,061	
7.10	<b>Schlackekorrektur</b> • Branntkalk	1 100					
7.20	<b>3. Probe</b>		0,40	0,16	0,010	0,049	<b>1 595</b>
7.35	<b>Schlackekorrektur</b> • Branntkalk • 4. Probe	1 100	0,24	0,16	0,010	0,043	<b>1 605</b>
7.45	<b>5. Probe</b>		0,14	0,15	0,008	0,041	
7.50	<b>6. Probe</b>		0,13	0,15	0,009	0,039	<b>1 610</b>
7.55	<b>Vordesoxydation</b> • FeSi 45 %	600					
8.00	<b>Abstich</b> Pfannenzusätze • FeSi 65 % • Silicomangan • Umschmelz-Al • Feinkohle	400 1 300 180 100					<b>1 610</b>

**Fertiganalyse in %**

<b>C</b>	<b>Mn</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Si</b>
0,19	0,51	0,015	0,039	0,20

**Abgegossen:** 17 x 10,5 t-Block  
1 x 6 t-Block

Blockstahlmenge : 187,0 t  
Flüssigstahlmenge : 188,9 t  
Verluste : 1,9 t

### Technologischer Ablauf

Der Schmelzprozess gliedert sich in mehrere Abschnitte, die nicht streng zu trennen sind:

<b>1. Ofenpflege</b>	<b>ca. 0,5 h</b>
Torkretieren des Oberofens, Ofenberäumung, Sauberhalten der Gewölbe und Vorderwände, Kontrolle der Messtechnik	
<b>2. Einsetzen</b>	<b>ca. 2 h</b>
Chargieren der metallischen Einsätze und Zusätze für die Schlackebildung	
<b>3. Einschmelzen</b>	<b>ca. 3,5 h</b>
Verflüssigen des Einsatzes	
<b>4. Fertigmachen</b>	<b>ca. 1,5 h</b>
Arbeit zur Einstellung der Abstichanalyse und Abstichtemperatur	
<b>5. Desoxydieren und Legieren</b>	
<b>6. Abstich</b>	<b>ca. 6 - 17 min</b>
bei Erreichen der erforderlichen Temperatur und Analyse	
<b>gesamt</b>	<b>ca. 8h</b>

Unmittelbar nach dem Abstich erfolgt das Vergießen des flüssigen Stahls in Kokillen.

Nach dem Erstarren werden die Blöcke/Brammen zur Weiterverarbeitung ins Walzwerk transportiert.

### Das Siemens-Martin-Werk von 1914 – 1945 in Brandenburg

**1914** begann in Brandenburg die Stahlproduktion mit zwei Siemens-Martin-Öfen. Diese Öfen hatten eine Herdfläche von 24 m<sup>2</sup> und damit 40 t Fassungsvermögen. Gebaut waren die Öfen nach dem System Rehmann, hatten jedoch keine langen Betriebszeiten und mussten häufig umgebaut werden. Es wurden fünf Generatoren zur Vergasung von Braunkohle für die zwei Öfen benötigt.

**1924** wurde das Schrott-Kohle-Verfahren (auch als reines Schrottverfahren oder als Schrott-Kohlungsverfahren bezeichnet) im Brandenburger Stahlwerk erprobt und eingeführt.

Besonderen Anteil hatten hierbei Otto Weber, ein Sohn des Gründers, und Josef Sittard. In seiner Promotionschrift erarbeitete Rudolf Hennecke die Technologie für die Anwendung.

In den **dreißiger Jahren** erfolgten der Umbau der vier Siemens-Martin-Öfen auf 100 t und der Bau von drei neuen Öfen mit 150 t Fassungsvermögen.

### Das Siemens-Martin-Werk von 1950 – 1993 in Brandenburg

**Bis 1953** erfolgte der Neuaufbau des Stahlwerkes mit 10 Siemens-Martin-Öfen. Die Öfen hatten ein Abstichgewicht von 120 t und wurden mit Generatorgas beheizt.

**1956** wurden die Herdflächen auf 50 m<sup>2</sup> vergrößert.

**1963** wurden die Öfen auf ganzbaisische Zustellung umgerüstet und der Gießbetrieb wurde vom Grubenguss auf Wagenguss umgestellt. Die Kokillen wurden vergrößert, damit Erhöhung der Blockgewichte auf bis zu 11 t. Die Stripper- und Pfannenhalle werden erbaut. Die letzten Dampfloks auf der Ofenbühne und den Schrottplätzen wurden durch Dieselloks ersetzt.

**1965** wurde im Stahlwerk Brandenburg ein Gießpulver entwickelt und patentiert. Es wird unmittelbar nach dem Gießen auf den noch flüssigen Stahl in den Kokillen gebracht.

**1967** wurde eine neue Technologie für die Herdreparaturen eingeführt. Die Vertiefungen im Herd werden mit Pressluft ausgeblasen; mit einer Dolomitschleuder wurde dann Dolomit oder Magnesit eingebracht. Die Zeiten für die Herdreparaturen wurden drastisch von 24 h auf 4 h verringert. Damit gelang dem Stahl- und Walzwerk Brandenburg eine technische Spitzenleistung. Die Umstellung der Ofenbeheizung von Generatorgas auf Heizöl begann.

**1970 – 1975** Rekonstruktion der Öfen zu so genannten Hochleistungsöfen, um die Leistungsparameter wesentlich zu erhöhen. Der Oberofen wurde nach dem bekannten März-Boelenz-Prinzip umgebaut, die Schlackekammern wurden mit geteilten Schlackekammerwagen ausgerüstet und zweistufige Regenerativkammern wurden eingeführt.

**1975** Einführung des Einpfannenabstichs, damit konnte die Abstichmasse auf 170 t erhöht werden.

**1976 – 1980** Erneuter Umbau der 12 Siemens-Martin-Öfen zur Vergrößerung der Herdfläche auf 83 m<sup>2</sup>.

**1981** Inbetriebnahme der Pfanneninjektionsanlage.

**1993** Einstellung der SM-Stahl-Produktion