

zurück



HÜTTENBAU DEMAG

Dargestellt an ausgeführten Anlagen

Von

HUBERT HOFF

O. Professor, (em.) Techn. Hochschule zu Aachen

Im Selbstverlag

DEMAG AKTIENGESELLSCHAFT DUISBURG

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	Seite	5
Hochofenanlagen	"	17
Stahlwerksanlagen	"	125
Bessemer- und Thomasstahlwerke	"	129
Siemens-Martin-Stahlwerke	"	167
Elektro-Stahlwerke	"	209
Walzwerksanlagen	"	229
Block- und Brammenwalzwerke	"	235
Grobwalzwerke	"	265
Mittelwalzwerke	"	293
Feinwalzwerke und Drahtwalzwerke	"	307
Panzerplatten- und Grobblechwalzwerke	"	337
Mittelblechwalzwerke	"	361
Feinblechwalzwerke	"	373
Warm- und Kaltwalzwerke für Bänder	"	399
Rohrwalzwerke	"	429
DEMAG-Organisation und Vertretungen	"	477

VORWORT

HÜTTENBAU

Alle alten Kulturvölker haben die Gewinnung der Metalle aus den Erzen und ihre Weiterverarbeitung zu Waffen und Gebrauchsgegenständen verstanden. Die Arbeit wurde jedoch handwerksmäßig ausgeführt. Die Öfen und Arbeitsmaschinen hatten geringe Abmessungen. Ihre konstruktive Durchbildung war unvollkommen. Die Rohstoffe, die Halbfabrikate und Fertigerzeugnisse wurden durch die Muskelkraft von Menschen und Zugtieren gefördert. Die Römer beschäftigten vorwiegend Sklaven als Hüttenarbeiter, so gering wurde die Tätigkeit im Hüttenwerk in damaliger Zeit bewertet. Über den Hüttenbau des Altertums ist deshalb nur wenig bekannt. Die diesbezüglichen Stellen bei den Schriftstellern enthalten keine genauen Angaben. Sie sind auch nicht durch Zeichnungen erläutert. Über die Anlagen und Einrichtungen der mittelalterlichen Hüttenwerke berichtet G. AGRICOLA in seinen Büchern „de re metallica“. Sie enthalten bereits erläuternde Abbildungen und zeigen unter anderem den Zusammenbau von Gebläsen, den Aufbau von Öfen und Erzpochwerken. Allerdings weiß auch AGRICOLA über die Gestaltung der Eisenhütten nur wenig zu sagen. Die Hochöfen hat er überhaupt nicht erwähnt.

Ein bemerkenswerter technischer Fortschritt wurde im Mittelalter erst durch die Einführung des Wasserrades zum Antrieb der Blasebälge und der Schmiedehämmer erreicht. In der Folgezeit wurde die Entwicklung des Hüttenwesens, insbesondere der Eisengewinnung, ausschlaggebend von der Verbesserung und Leistungssteigerung der Gebläsemaschinen beeinflusst. Es gelang, im Schachtofen durch erhöhte Luftzufuhr größere Kohlenmengen zu verbrennen, höhere Temperaturen zu erzielen und dadurch flüssiges, gießbares Eisen zu gewinnen. Es war nun möglich geworden, auch Gegenstände aus Eisen durch Gießen in Formen herzustellen. Allerdings enthielt das in flüssigem Zustand gewonnene Eisen so erhebliche Mengen von Fremdkörpern, daß seine Eigenschaften eine wesentliche Änderung erfahren hatten. Es war nicht mehr schmiedbar. Man bezeichnete es darum als Roheisen. Um aus ihm schmiedbares Eisen herzustellen, mußte ein Teil dieser Fremdkörper entfernt werden. Es mußte einem weiteren Verfahren unterworfen, es mußte „gefrischt“ werden. Das war zwar ein Nachteil, der aber durch große Vorteile aufgehoben wurde.

Die Gewinnung des Eisens in flüssigem Zustande ergab erstmalig die Möglichkeit, den Betrieb ununterbrochen durchzuführen und die Öfen erheblich zu vergrößern. Damit waren den Hüttenbaumeistern neue große Aufgaben gestellt, die sie bis zur Jetztzeit in Anspruch genommen haben. Die erste planmäßige Roheisenerzeugung läßt sich im 14. Jahrhundert in Schmalkalden und im Siegerland nachweisen. Die im Siegerland betriebenen Bla- oder Blauöfen (Blasöfen) von 3 bis 4 Meter Höhe lieferten täglich 600 bis 700 kg Roheisen. Als man die Öfen auf 5 bis 7 Meter erhöhte, bezeichnete man sie als hohe Öfen und so entstand die Bezeichnung „Hochöfen“.

Damit war die Entwicklung der Hüttenbetriebe zu großindustriellen Unternehmungen eingeleitet. Um die Mitte des 15. Jahrhunderts wurden im Siegerland bereits 29 Hochöfen betrieben. Zu dieser Zeit wurde die Roheisengewinnung auch in England eingeführt. Der erste amerikanische Hochofen wurde im Jahre 1644 angeblasen. Im Jahre 1735 gelang es dem Hüttenmann ABRAHAM DARBY den Hochofen mit Steinkohlenkoks zu betreiben. Hiermit war die Möglichkeit gegeben, die teure Holzkohle auszuschalten und eine weitere Steigerung der Hochofenabmessungen und der Hochofenerzeugung erfolgreich einzuleiten. 1767 wurde ein Kokshochofen in Sulzbach an der Saar, 1782 zu Creuzot in Frankreich, 1796 auf der Eisenhütte zu Gleiwitz in Betrieb genommen. Die Carsonhütte in Schottland erhielt 1768 das erste eiserne Zylindergebläse. Damit wurde das Gußeisen als Baustoff in den Maschinenbau eingeführt. 1769 erhielt JAMES WATT ein Patent auf seine doppelt-wirkende Kondensationsdampfmaschine. Damit war die Wärmekraftmaschine geschaffen, die geeignet war, sich allen Betriebsverhältnissen in Fabriken, in Berg- und Hüttenwerken anzupassen. Das Maschinenzeitalter hatte begonnen. Dem Hüttenbauer eröffneten sich neue dankbare Aufgaben.

Die Umwandlung des im Hochofen erzeugten Roheisens wurde zunächst in einem Herdfeuer, dem „Frischfeuer“ vorgenommen. Im Jahre 1784 erhielt HENRY CORT ein Patent auf das von ihm erfundene Flammofenfrischen, das sogen. Puddeln, 1820 führte COCKERILL dieses Verfahren in Belgien und 1824 REMY in Deutschland ein.

Die ersten Verbesserungen an den Hochöfen sind gekennzeichnet durch die 1828 von NEILSON vorgeschlagene Winderhitzung, für die FABER DU FOUR in Wasseraalzingen das Gichtgas benutzte und damit die Bedeutung des Gichtgases als Brennstoff nachwies. 1867 wurde die von LÜRMANN erfundene Schlackenform an einem Hochofen der Georgsmarienhütte bei Osnabrück eingebaut. Diese Einrichtung gestattete eine weitere Steigerung des Winddruckes und damit der eingeführten Windmenge und der Hochofenleistung. 1895 wurde die erste Gichtgasmaschine auf dem Hüttenwerk des Hoerder-Verein in Betrieb genommen.

Weitere Umwälzungen in der Eisenindustrie brachte die Einführung neuer Frischverfahren. 1855 erhielt BESSEMER Patente auf das Windfrischverfahren im sogen. Konverter. 1856 erfand FRIEDRICH SIEMENS die Regenerativ-Gasfeuerung, die einige Jahre später zur Einführung des Siemens-Martin-Verfahrens durch die Gebrüder MARTIN führte. 1878 schlug THOMAS das nach ihm benannte Entphosphorungsverfahren vor, durch das das Frischverfahren im Konverter auf phosphorhaltige Roheisensorten ausgedehnt werden konnte. Das Jahr 1900 brachte die Erfindung des Elektroofens, und zwar des Induktionsofens von KJELLING und des Lichtbogenofens von HEROULT. Damit wurde eine neue Epoche im Hüttenwesen eingeleitet. Die elektrischen Ofen wurden auch in die Metallhütten eingeführt. Im Lichtbogenofen gelang die Aluminiumgewinnung durch Elektrolyse. Dieser Ofen ergab sich auch als geeignet für die Magnesiumelektrolyse.

Die Erfindung der Dampfmaschine war in England Veranlassung für eine fortschrittliche Entwicklung des Maschinenbaues zu einer Zeit, in der auf dem Festland nur wenige Ansätze hierfür zu erkennen waren. Der deutsche Kunstmeister BÜCKLING errichtete im Jahre 1785 zu Hettstedt im Harz die erste Dampf-

maschine, die mit deutschen Arbeitern aus deutschen Baustoffen geschaffen wurde. Im Jahre 1802 erhielten die neuen Hochöfen der Königshütte in Oberschlesien ein Gebläse mit Dampfmaschinenantrieb. Das waren jedoch Einzelleistungen. Um die Verwendung der neuen Wärmekraftmaschine in den verschiedenen Gewerben nachhaltig zu fördern, fehlten in Deutschland zunächst noch die technischen Erfahrungen und Fabrikationseinrichtungen. In Westdeutschland wurde im Jahre 1806 von DINNENDAHL in Essen eine Maschinenfabrik eingerichtet. 1819 folgte die Gutehoffnungshütte in Sterkrade mit einer gleichen Gründung. Die Firma Fried. Krupp in Essen bestand erst in ganz kleinem Umfang, sie kämpfte noch schwer um ihre Existenz.



Nach einem alten Stahlstich

Die Mechanische Werkstätte Harkort & Co., das Stammwerk der DEMAG. Gegründet 1819

Um diese Zeit griff FRIEDRICH WILHELM HARKORT, ein Mann von außerordentlicher Willensstärke, von zähem Fleiß und klarem Blick für Notwendigkeiten in die Lenkung der Industrieentwicklung in Deutschland ein. Er war auf Grund eingehender Studien und Reisen im In- und Ausland zu der Überzeugung gelangt, daß eine schnelle Steigerung der Gütererzeugung nur durch eine großzügige Entwicklung des Maschinenbaues möglich sei. Er erkannte, daß hierfür die Beschaffung bester Werkzeugmaschinen und die planmäßige Ausbildung der an diesen beschäftigten Arbeiter notwendig ist. Er gründete im Jahre 1819 in Wetter an der Ruhr zusammen mit HEINRICH DANIEL KAMP die Mechanische Werkstätte Harkort & Co., das Stammhaus der DEMAG, die heute als die größte und leistungsfähigste Maschinenfabrik für Bergbau- und Hüttenanlagen in der Welt anerkannt wird.

Bereits im Jahre 1820 lieferte die „Mechanische Werkstätte“ 2 Dampfmaschinen, im folgenden Jahre wurden Dampfmaschinen in 10 verschiedenen Größen von 4 bis 22 Pferdestärken durchgebildet. Im gleichen Jahre wurde der erste Kran gebaut und damit der Anfang für den Hebezeugbau gemacht. Im Jahre 1822 wurde eine Wasserhaltungsmaschine von 140 Pferdestärken fertiggestellt, damals die größte Maschine des Kontinents. Die Bergwerks- und Hüttenindustrie wurde bald der wichtigste Abnehmerkreis der Fabrik in Wetter. In der Erkenntnis, daß Voraussetzung für eine gedeihliche Entwicklung von Gewerbe und Industrie eine Vervollkommnung der Eisen- und Stahlgewinnung sei, wurden alle Neuerungen des Hüttenwesens geprüft, erprobt und verbessert. Im Anschluß an die Mechanische Werkstätte wurde ein Puddel- und Walzwerk errichtet. Das geschah nicht nur, um den eigenen Bedarf an Werkstoffen zu decken, sondern vornehmlich, um ein eigenes Versuchsfeld zu besitzen und die günstigsten Bedingungen der Maschinen und Walzwerke, die zu bauen man sich anschickte, durch eigene Kräfte ermitteln zu können. Anschließend wurden ein Blechwalzwerk und eine Kesselschmiede errichtet. Allen Interessenten wurde die Besichtigung der Anlage gestattet. Aus dem sich bald einstellenden Erfahrungsschatz wurde allen, die darum baten, bereitwilligst mitgeteilt. Ermutigt durch den Erfolg in der Stahlerzeugung und Stahlverarbeitung wurde auch ein Hochofen nach den Plänen des Bauinspektors C. L. ALTHANS von der Sayner Hütte errichtet. Es war der erste Hochofen, der ohne Raughemäuer ausgeführt wurde. Erst 50 Jahre später wurde der nächste Hochofen ohne Raughemäuer und zwar im Siegerland erstellt.

Das Unternehmen war im Verhältnis zu den vorhandenen Betriebsmitteln sehr schnell gewachsen, die gestellten Aufgaben waren vielseitig und nahmen die Leitung des Unternehmens in außerordentlichem Maße in Anspruch. Im Jahre 1837 wurde deshalb das Hüttenwerk von der Maschinenfabrik abgetrennt und als selbständiges Unternehmen weitergeführt. HARKORT war inzwischen aus der Leitung des Unternehmens ausgeschieden. Einige Jahre später starb HEINRICH DANIEL KAMP. Sein Sohn OTTO KAMP konnte infolge seiner schwachen Gesundheit der Fabrik seine Kräfte nur in geringem Umfang widmen. Die Leitung ging schon bald auf seinen Schwager JULIUS BLANK über. Nach dessen Tode im Jahre 1864 übernahmen seine Söhne JULIUS, HEINRICH und HUGO die Leitung, die die Maschinenfabrik nach den vom Vater übernommenen Richtlinien weiterführten. Das Programm umfaßte außer Dampfmaschinen Wasserräder, Wasserturbinen, Wasserhaltungsmaschinen, Fördermaschinen, Zylindergebläse, Dampfhammer, Walzwerke und Walzwerksantriebe. Grundsatz blieb: sorgfältig durchgebildete Konstruktion, größte Genauigkeit der Werkstattausführung und beste Schulung des Personals. Die technische Leitung lag seit dem Jahre 1857 in den Händen von ALFRED TRAPPEN, einem Sohn von HEINRICH DANIEL KAMPS Schwester Elise. Er wirkte mit großem Erfolg bis zum Jahre 1890 und gehörte dann noch bis zum Jahre 1904 dem Aufsichtsrat der Gesellschaft an.

TRAPPEN war auf dem Gebiete der Bergwerks- und Hüttenmaschinen der führende Konstrukteur seiner Zeit. Seine hauptsächlichsten Konstruktionen sind bis auf die heutige Zeit vorbildlich geblieben. Er baute das erste Bandagen-Walzwerk, Panzerplattenwalzwerke für Deutschland, Frankreich und Rußland, Universalwalzwerke, die ersten Duo-Blechwalzwerke mit Rollgängen und Kantvorrichtungen, das erste kontinuierlich arbeitende Blechwalzwerk, Walzwerke für Radscheiben, die ersten Gebläse

mit Antrieb durch Zweifach-Expansionsmaschinen. Das Ansehen der „Maschinenfabrik“ und das Vertrauen zu ihren Leistungen waren damals schon so groß, daß man ihr vollständige Walzwerksanlagen in Auftrag gab, noch bevor die Einzelheiten, die Gewichte und Preise festlagen. Sie sah schon damals viele Fachleute aus aller Welt bei sich, die aus dem reichen Erfahrungsschatz Ratschläge erhielten.

Hatte schon die Einführung des Puddelverfahrens die Stahlerzeugung und die Größe und Leistungsfähigkeit der Hüttenwerke stark gehoben, so wurde diese Entwicklung noch nachhaltiger durch die Einführung des Windfrischens nach BESSEMER und THOMAS sowie durch die Aufnahme des Siemens-Martin-Verfahrensbeeinflußt. Für den Hüttenbau ergaben sich neue große Aufgaben. Die „Maschinenfabrik“ übernahm alsbald die Führung. Sie baute in Deutschland die ersten Bessemer-Stahlwerke. In der Folgezeit wurde eine große Zahl von Stahlwerken in Wetter durchgebildet und mit allen Maschinen, Hebezeugen und Nebeneinrichtungen geliefert. Die anderswo übliche Anordnung der kreisförmigen Gießgruben mit zentral angeordnetem Drehkran wurde durch eine parallele Anordnung der Konverter und der Gießgrube ersetzt. Die Gießpfanne wurde auf einem parallel zu den Convertern verfahrbaren Wagen angeordnet und damit die Möglichkeit geschaffen, das Vergießen des Stahls außerhalb des Bereichs der Konverter an geschützter Stelle durchzuführen.

Infolge der fortgesetzten Erhöhung des Auftragsbestandes sah man sich zu Anfang der 70er Jahre veranlaßt, einen Neubau in der Nähe des Bahnhofs in Wetter auszuführen und die Fabrik mit neuen Werkzeugmaschinen und Transportanlagen auszurüsten. Die Firma wurde in eine Aktiengesellschaft umgewandelt. Die Belieferung des Auslandes mit den Erzeugnissen der Maschinenfabrik wurde von da ab vorzugsweise gepflegt und ein neuer Kundenkreis in verschiedenen Ländern gewonnen. Die freundschaftlichen Beziehungen zu der in Wetter ansässigen Kranbaufirma STUCKENHOLZ führten im Jahre 1906 zu einer Vereinigung der beiden Unternehmungen. Die Leitung übernahm als Generaldirektor der Ingenieur WOLFGANG REUTER, der mit Martha Blank, einer Urenkelin von HEINRICH DANIEL KAMP, vermählt war und heute noch an der Spitze des Unternehmens steht.

Die Entwicklung der Hebezeuge befand sich damals noch in einem Anfangszustande. Es wurde von REUTER schon frühzeitig erkannt, daß die elektrischen Antriebe sich auch für Hüttenwerkskrane und – Maschinen durchsetzen würden. Die Hüttenleute zogen allerdings vorläufig noch die unempfindlichen hydraulischen Antriebe vor. Es waren also nicht nur die hier bestehenden Widerstände zu überwinden, es war auch notwendig, in jahrelanger mühevoller Konstruktionsarbeit und unter Aufwendung erheblicher Geldmittel die Bauarten zu schaffen, die allen Anforderungen genügen. Daß das gelang, beweisen die in den nächsten Jahrzehnten in großer Zahl für die Hüttenindustrie gelieferten elektrisch betriebenen Krane und Sondermaschinen. Da sind insbesondere anzuführen: Blockabstreifkrane, Blockzangenkrane zum Einsetzen und Ausziehen der Blöcke bei Tiefofen und Herdofen, Gießwagen, Pfannentransportkrane und Pfannenwagen, Magnetkrane zum Verladen von Blöcken und Schrott, Muldenbeschickkrane für Siemens-Martin-Ofen, Stabeisenverladekrane und Verladebrücken für Träger und Schienen. Alle diese Konstruktionen haben hervorragenden Einfluß auf die Produktionssteigerung der Hüttenwerke gehabt. Dabei wurde die Entwicklung der Hebezeuge für andere

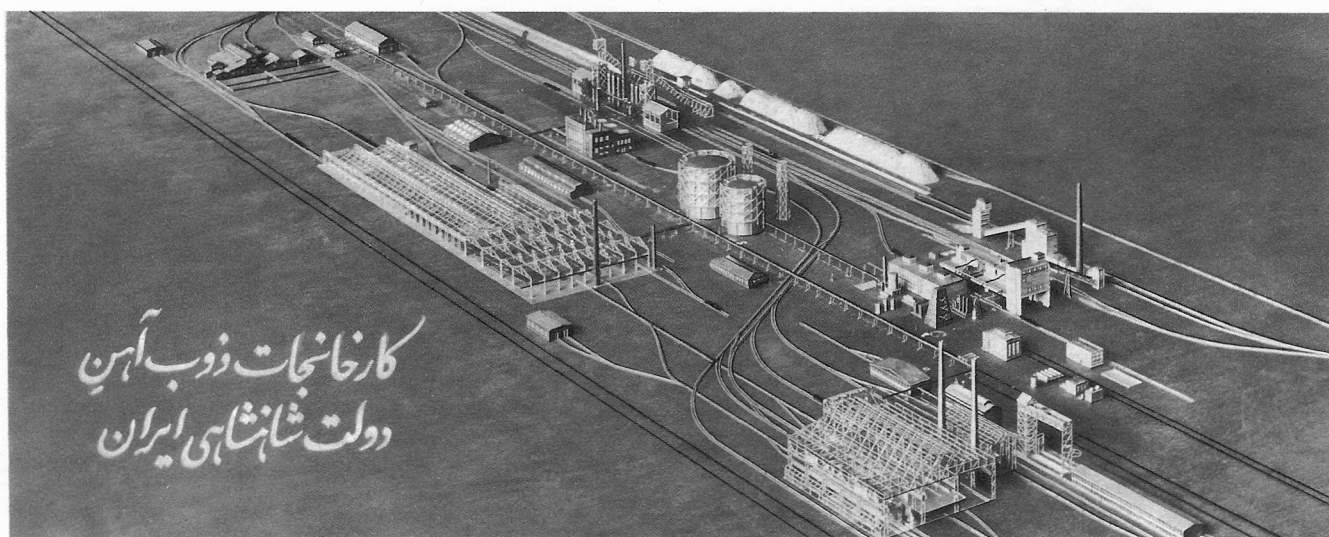
Industrien keineswegs vernachlässigt und auch die Maschinen und Einrichtungen für Stahl- und Walzwerke weiter vervollkommen.

Der Zusammenschluß mit zwei anderen Werken – der Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Bechem & Keetman in Duisburg und der Benrather Maschinenfabrik in Benrath – die auf dem Gebiete des Baues von Hüttenmaschinen auch Weltruf genossen, war 1910 erfolgt. Es hatte das nicht nur eine ganz bedeutende Vergrößerung der Erzeugungswerkstätten bedeutet, sondern auch eine Abrundung des Arbeitsprogramms.

In den letzten 30 Jahren ist die Entwicklung planmäßig weitergeführt worden, teils durch Angliederung eines Werkes für Stahlhoch- und Brückenbau in Duisburg und weiterer Sonderfabriken, teils durch Erwerb von Patenten und Zeichnungen bewährter Sonderbauarten und Heranziehung erfahrener Ingenieure. Im Jahre 1926 sind auch die maschinentechnischen Interessen der Vereinigten Stahlwerke übernommen worden. Das Unternehmen wird seitdem unter der Firma „DEMAG Aktiengesellschaft“ geführt, dessen Vorstand zur Zeit aus folgenden Herren besteht: Generaldirektor Dr.-Ing. e. h. Wolfgang Reuter, Vorsitz, Direktor Otto Blank, Direktor Eugen Hinderer, Direktor Franz Meisner, Direktor Hans Reuter, Direktor Dr. Wilhelm Thun, Direktor Hermann Tigler.

Die DEMAG steht in ihrer Art einzig da. Überall, wo auf der Welt Erze und Kohle gegraben werden, Erz geschmolzen, Stahl erzeugt und weiterverarbeitet wird, künden Anlagen und Maschinen von ihren Leistungen. Ingenieure aus allen Ländern kommen nach Duisburg, um ihre Pläne zu besprechen und die beste Lösung zu finden. Jeder, der hier vorspricht, kehrt mit neuen Anregungen und wertvollen Ratschlägen zurück.

Die Werke der DEMAG in Duisburg, Wetter und Benrath bedecken einen Flächenraum von rund 800 000 qm, von denen 408 000 qm bebaut sind. Die Werkstätten sind mit 3054 Werkzeugmaschinen und 319 elektrischen Kranen ausgerüstet. Neue mechanische Werkstätten und Montagehallen sind zur Zeit im Bau begriffen. Sie werden die Leistungsfähigkeit der Gesellschaft noch weiter steigern.



Modell eines Hüttenwerks für das Kaiserreich Iran, das unter Führung der DEMAG erbaut wird



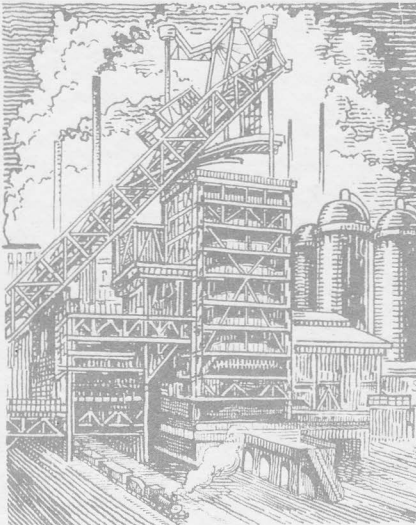
Direktor Otto Blank



Direktor Eugen Hinderer



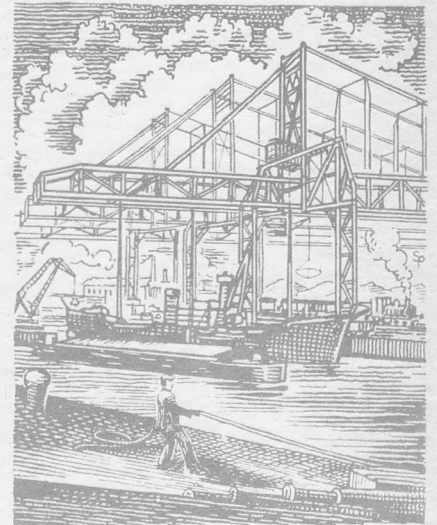
Direktor Franz Meisner



DER VORSTAND



Generaldirektor Dr. Wolfgang Reuter



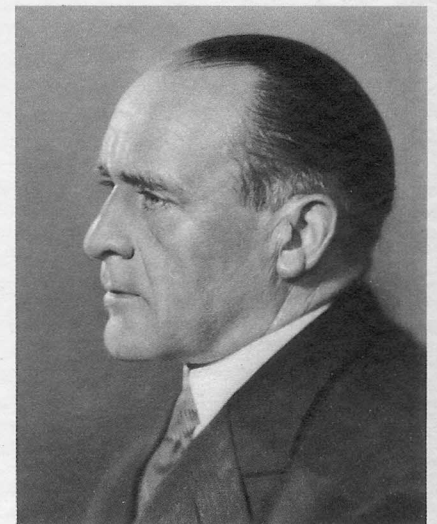
DER DEMAG



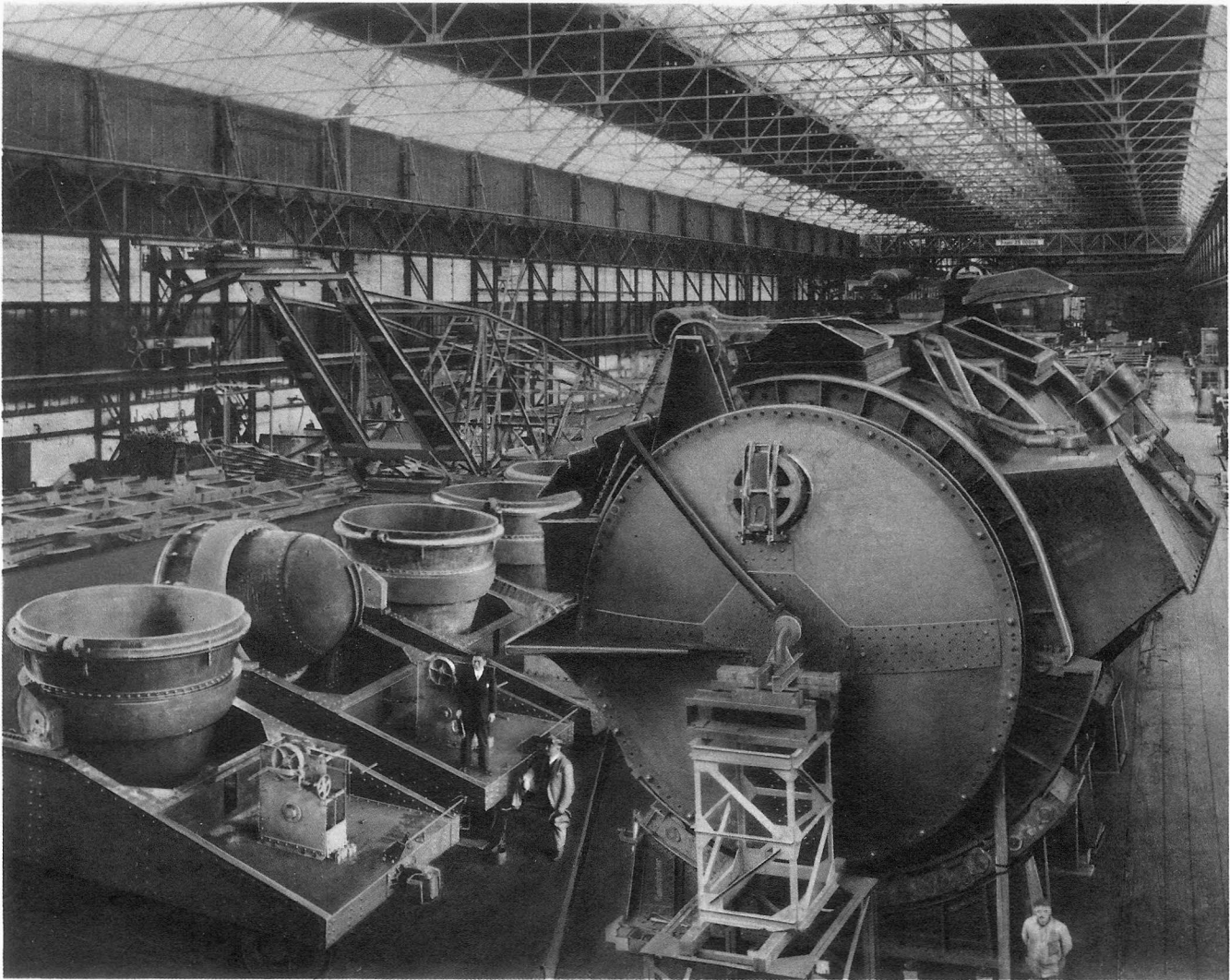
Direktor Hans Reuter



Direktor Dr. Wilhelm Thun



Direktor Hermann Tigler



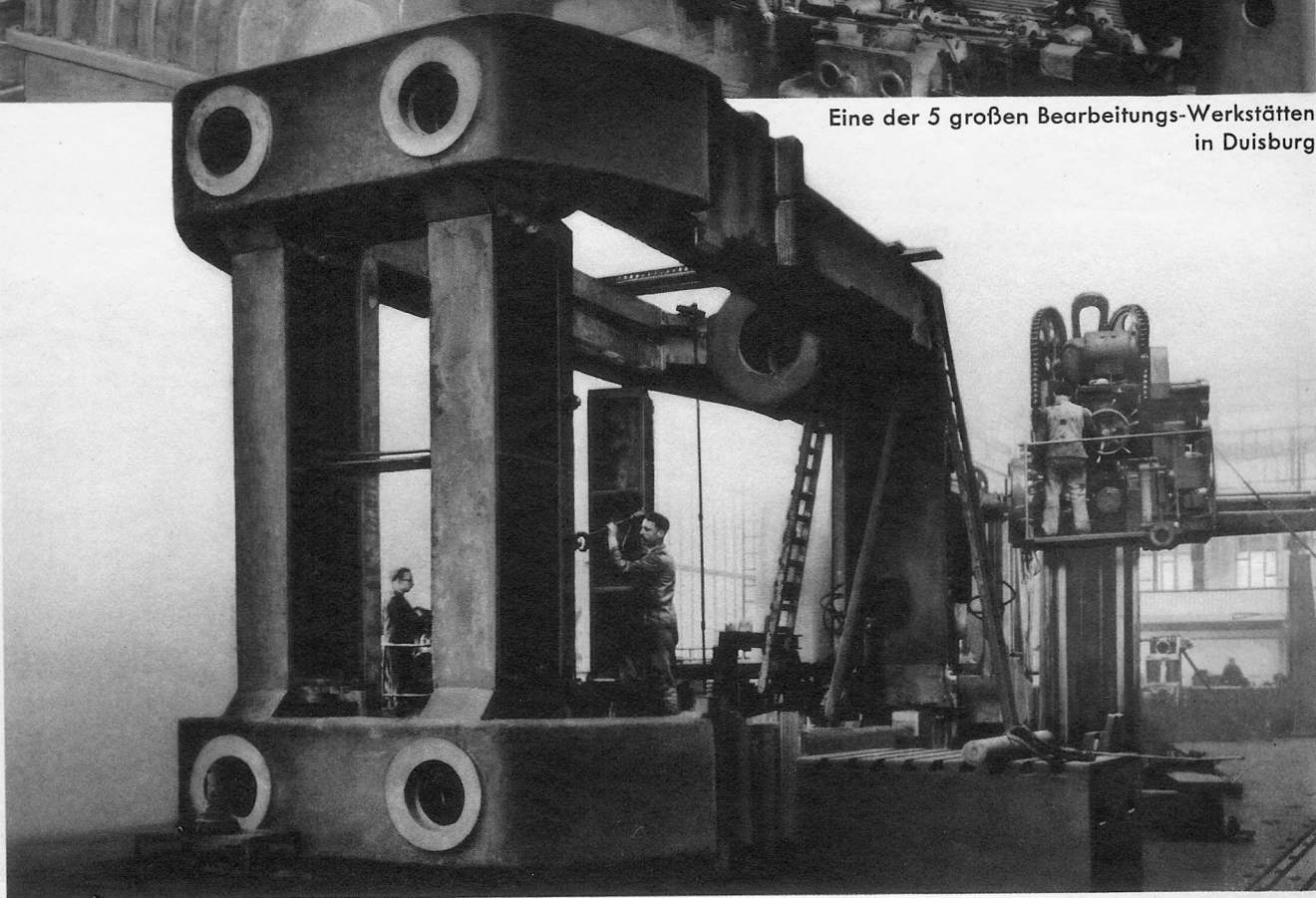
Hochofenanlagen und Stahlwerkseinrichtungen werden im Werk Benrath hergestellt

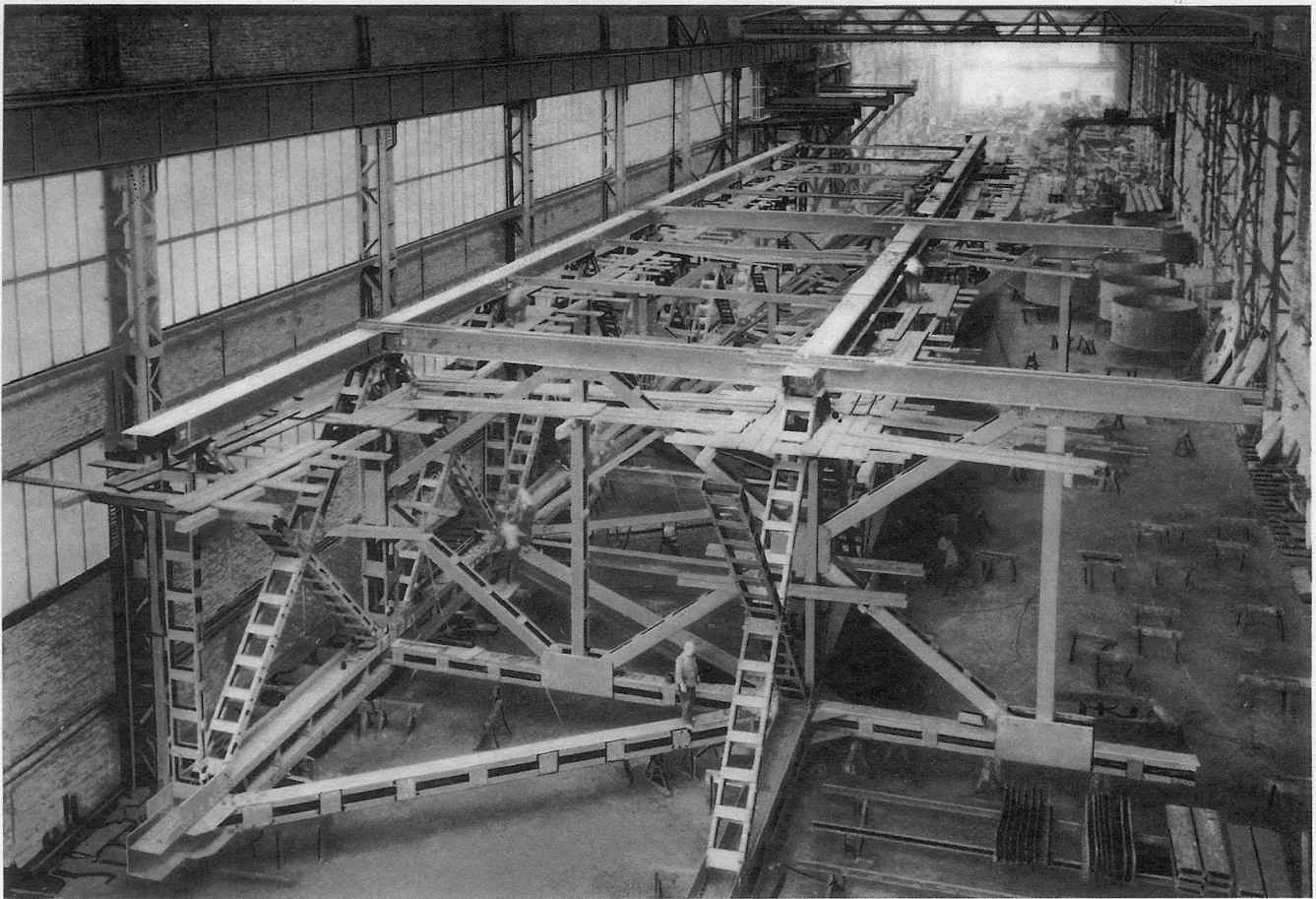
Die DEMAG ist heute das einzige Werk, das die Lieferung vollständiger Hüttenwerke nicht nur übernehmen kann, sondern auch in eigenen Werkstätten sämtliche dazu notwendigen Maschinen und Einrichtungen samt den Stahlbauten selbst herstellt sowie mit eigener Mannschaft aufbaut und in Betrieb setzt.

Erzeugnisse der Abteilung Hüttenbau der DEMAG sind in der ganzen Welt verbreitet. In den letzten 35 Jahren war die DEMAG mit Lieferungen bei etwa 150 Neuanlagen von Hüttenwerken hervorragend beteiligt und arbeitete bei 50 durchgeführten Umbauten maßgeblich mit. Es befinden sich darunter Anlagen in England, Frankreich, Italien, Schweiz, Belgien, Luxemburg, Holland, Schweden, Norwegen, Finnland, Spanien, Jugoslawien, Rumänien, Rußland, Türkei, Iran, Indien, China, Japan, Mandschukuo, Südafrika sowie Nord- und Südamerika. 265 Hochofenbegichtungsanlagen und Hochofengerüste wurden bis jetzt von der DEMAG erstellt. Drei vollständige Hochofenwerke sowie 8 einzelne Hochöfen mit allen dazugehörigen Einrichtungen sind augenblicklich im Bau. 19 vollständige Stahlwerke einschließlich der

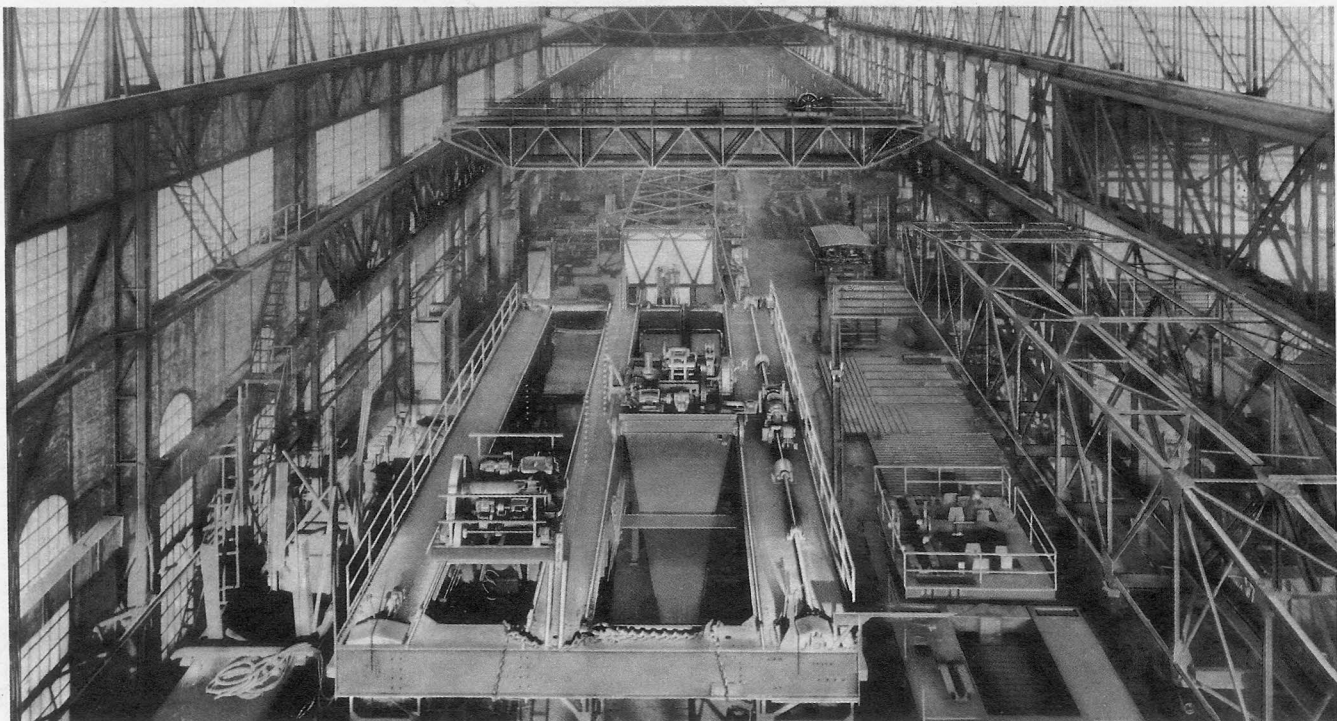


Eine der 5 großen Bearbeitungs-Werkstätten
in Duisburg



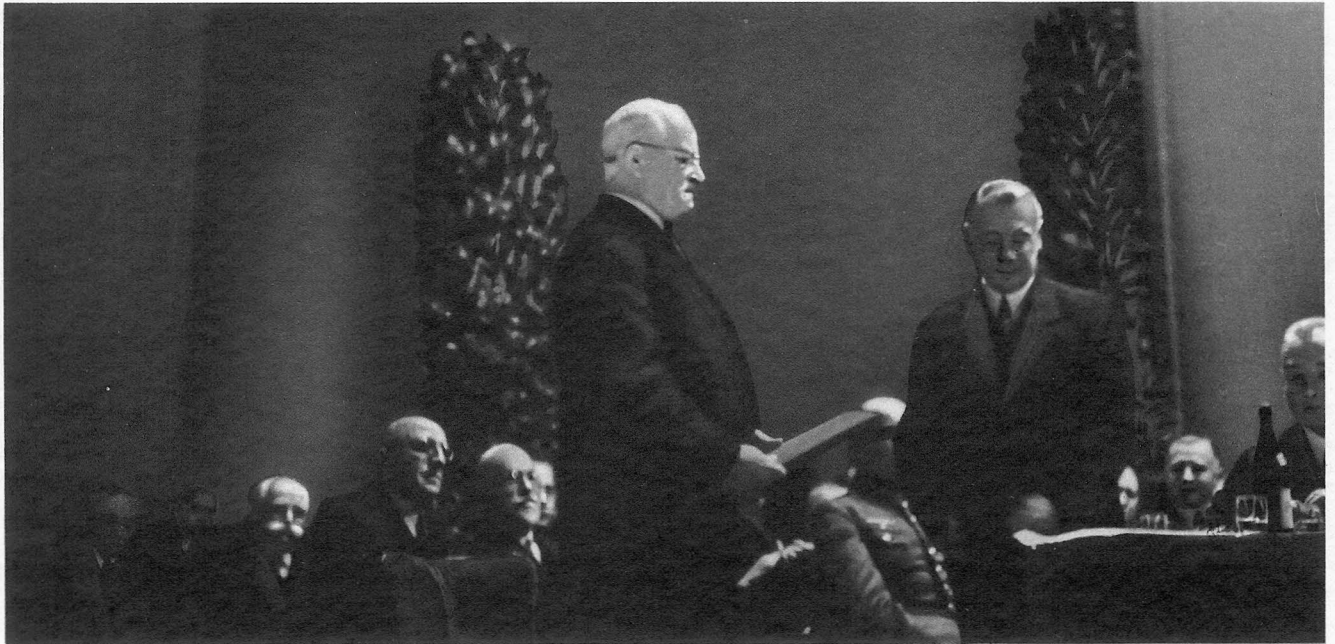


Werk II in Duisburg für Stahlhochbau und Brückenbau



Der Bau von Hüttenkränen im Werk Wetter-Ruhr

Gebäude und aller Hilfseinrichtungen wurden seit der Jahrhundertwende ausgeführt. Insgesamt wurden 81 Rund- und Flachherdmischer bis 1400 Tonnen Inhalt, 51 kippbare Siemens-Martin-Öfen bis 250 Tonnen Fassungsvermögen, 102 Konverter und zahlreiche Elektrostahlöfen gebaut und in Betrieb gesetzt. Über 1000 Walzenstraßen wurden ausgeführt, darunter viele Sonderausführungen, wie die erste kontinuierliche Breitbandstraße in Europa, Walzwerke für Breitflanschträger, kontinuierliche Formeisen- und Platinenstraßen, Rohrwalzwerke und andere. An den auf dem Kontinent in Betrieb befindlichen Großgasmaschinen ist die DEMAG mit rund einer Million Pferdestärken beteiligt. Das sind Leistungen, auf die die DEMAG mit Recht stolz sein kann.



Ihre sinnfälligste Anerkennung fanden diese Leistungen dadurch, daß der Verein Deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf am 6. November 1938 Wolfgang Reuter, den Generaldirektor der DEMAG, zum Ehrenmitglied ernannte mit folgender Begründung:

„Die heutige Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute ernennt durch einmütigen Beschluß Herrn Dr.-Ing. e. h. Wolfgang Reuter zum Ehrenmitglied. Sie ehrt damit den Mann, der durch seine Lebensarbeit die Entwicklung der Eisenhüttentechnik entscheidend gefördert hat. Sie dankt ihm zugleich dafür, daß er, ausgehend von der Ausübung und der Wertschätzung technischer Einzelarbeit, die Bedürfnisse der aufblühenden Eisenindustrie richtig erkannt und durch die Zusammenfassung der beteiligten Maschinenindustrie das so von ihm geschaffene Unternehmen unter stärkstem persönlichem Einsatz befähigt hat, zur Weltgeltung deutscher Technik in vorderster Linie beizutragen“.

Hubert Hoff

HOCHOFENANLAGEN

Die Eisenerze enthalten das Eisen als Eisensauerstoffverbindungen. Diese Verbindungen müssen durch Reduktionsvorgänge getrennt werden. Als Reduktionsmittel dienen Kohlenstoff und Kohlenoxyd, die aber erst bei erhöhter Temperatur wirksam werden. In Abhängigkeit von den Arbeitsbedingungen fällt das Eisen in flüssigem oder teigigem Zustand an. Nach der Höhe der Kohlenstoffaufnahme, die beim Reduktionsvorgang stattfindet, ist das Erzeugnis Roheisen oder schmiedbares Eisen. Durch die Höhe des Kohlenstoffgehaltes werden wichtige Eigenschaften des Eisens, besonders die Gießbarkeit, Schmiedbarkeit und Härbarkeit beeinflusst. Deshalb wird der Kohlenstoffgehalt als Maßstab für die Einteilung der technischen Eisensorten benutzt. Eisen mit mehr als 1,8% Kohlenstoff bezeichnet man als Roheisen. Eisen mit geringerem Kohlenstoffgehalt nennt man schmiedbares Eisen oder Stahl.

Der weitaus größte Teil des Roheisens wird im Hochofen erzeugt. Es werden Eisenerze und andere eisenhaltige Verbindungen verhüttet, die mineralische Beimengungen in verschiedener Menge und Zusammensetzung enthalten. Diese Beimengungen müssen beim Hochofenprozeß eine schmelzbare Schlacke ergeben. Da die meisten Eisenerze dieser Bedingung nicht genügen, ist ein Mischen verschiedener Erzsorten erforderlich. Genügt das nicht, so müssen geeignete Zuschläge gemacht werden. Diese Vorbereitungsarbeit nennt man „Möllern“. Der Hochofenprozeß umfaßt demnach zwei Hauptvorgänge und zwar die Trennung des Eisens vom Sauerstoff durch geeignete Reduktionsmittel und die Trennung des Eisens von den mineralischen Beimengungen des Erzes, der sogenannten Gangart. Die Reduktionsmittel liefert der Brennstoff, der auch zur Erzeugung der notwendigen hohen Temperaturen erforderlich ist. Die Trennung des Eisens von der Gangart erfolgt im Schmelzfluß infolge der erheblichen Unterschiede der spezifischen Gewichte des Metalls und der entstehenden Schlacke. Die erforderliche Wärmemenge wird durch Verbrennung des festen Brennstoffs oder durch Umsetzung elektrischer Energie erzeugt.

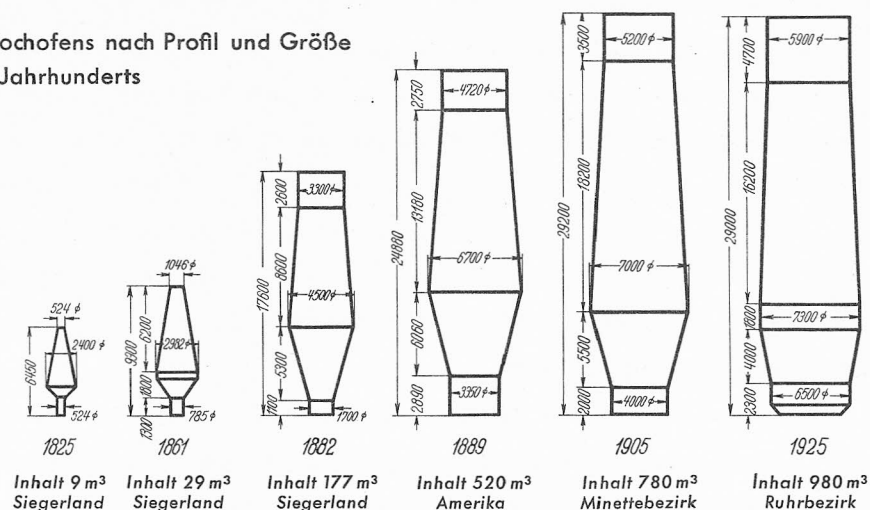
Die Rohstoffe – Schmelzstoffe und Brennstoffe – werden abwechselnd in möglichst gleichmäßigen Schichten am oberen Ende des Hochofens, der Gicht, aufgegeben. Die Verbrennungsluft wird durch Gebläsemaschinen in den Unterofen eingepreßt. Der Betrieb wird so geführt, daß die Rohstoffe an der Gicht in dem Maße aufgegeben werden, wie aus dem Unterofen die flüssigen Erzeugnisse – Roheisen und Schlacke – abgeführt werden. Der Hochofen ist, von Ausnahmeständen abgesehen, dauernd gefüllt. Stets sind alle Stufen der Umwandlung vom Rohstoff bis zum fertigen Erzeugnis im Ofen vorhanden.

Der Hochofen weicht von der einfachen Form eines zylindrischen Schachtofens ab. Das Hochofenprofil setzt sich aus zwei abgestumpften Kegeln und zwei oder drei kurzen Zylindern zusammen. Der Oberofen mit der Form eines abgestumpften Kegels hat den größten Inhalt. Er erweitert sich nach unten gleichmäßig, damit die Beschickung beim Niedergehen keinen zu großen Reibungswiderstand erfährt. Bei einer zylindrischen Form würde der Widerstand am Umfange eine Verlangsamung und in der Mitte eine Voreilung des Ofeninhalts bewirken. Außen träte eine Lockerung, innen eine Verdichtung der Beschickungssäule ein. Die Gase würden am Umfang geringeren Widerstand finden und dort voreilen. Die Hauptforderung für die Gleichmäßigkeit des Ofengangs und die Ausgeglichenheit aller Vorgänge im Ofen wäre nicht erfüllt.

Es wäre durchaus folgerichtig gewesen, die Erweiterung bis zur Sohle durchgehen zu lassen. Das wäre aber bei den Verhältnissen, wie sie früher vorlagen, nicht angängig gewesen. Die Gebläse hatten nämlich im Anfang der Entwicklung eine nur geringe Leistungsfähigkeit. Um im Unterofen die erforderliche Schmelztemperatur zu erreichen und aufrechtzuerhalten, mußte er vor den Blasformen eine erhebliche Verengung erfahren. Der Übergang von dem sich nach unten erweiternden „Schacht“ zum engen „Gestell“ konnte nur erreicht werden, indem ein Raum zwischengeschaltet wurde, der sich von oben nach unten verjüngt. So entstand das charakteristische Hochofenprofil, das sich in seiner Grundform bis heute erhalten hat. Der sich nach unten verjüngende und bis zum Gestell reichende Teil wird Rast genannt. Der weiteste Teil des Ofens ist dort, wo Schacht und Rast zusammenstoßen. Er wird als Kohliensack bezeichnet. An dieser Stelle kann ein kurzer zylindrischer Teil eingeschaltet werden, um an Höhe und Inhalt des Ofens zu gewinnen. Zum gleichen Zweck wird vielfach auf den Schacht noch ein zylindrischer Teil aufgesetzt. Das kann unbedenklich geschehen, weil sich die für den Schacht bereits gekennzeichneten Vorgänge unmittelbar unter der Gicht noch nicht schädlich auswirken.

Betrachtet man die Entwicklung des Hochofenprofils, so tritt deutlich in Erscheinung, daß der Durchmesser des Gestells verhältnismäßig mehr vergrößert wurde als die anderen Abmessungen. Diese grundlegende Änderung wurde eingeleitet durch die Einführung der Lürmannschen Schlackenform im Jahre 1867. Bis dahin hatten die Hochöfen ein offenes Gestell. Es waren deshalb nur geringe Windpressungen zulässig. Durch den Einbau der Schlackenformen wurden die Hochöfen geschlossen. Jetzt konnte die Windpressung beliebig gesteigert werden, soweit andere Vorgänge wie Staubentwicklung und der Ablauf der Reduktionsvorgänge das zuließen. Die Blasebälge und Kasten-gebläse waren inzwischen durch Zylindergebläse mit Antrieb durch Dampfmaschinen ersetzt worden. Mit Erhöhung der Gebläseleistung konnten die Ofenabmessungen und die Erzeugung der Ofen gesteigert werden. Durch eingehende Untersuchungen der Vorgänge im Hochofen ergab sich, daß die Hauptarbeit im Gestell geleistet wird und daß seine Gesamtleistung durch Erweiterung des Gestells erhöht wird, wenn die übrigen Abmessungen unverändert bleiben. Allerdings ist der gesteigerte Ablauf der chemischen und physi-

Entwicklung des Hochofens nach Profil und Größe
im Verlaufe eines Jahrhunderts



kalischen Vorgänge bei großen Öfen nicht über den ganzen Querschnitt des Gestells ausgedehnt. Die vor den Blasformen sich bildende Verbrennungszone reicht nur etwa 1 Meter tief in den Ofen hinein. Innerhalb dieser ringförmigen Verbrennungszone befindet sich ein kälterer Kern, der nur in geringem Ausmaße an den Vorgängen teilnimmt. Über der ringförmigen Verbrennungszone bildet sich eine Schmelzzone von gleicher Form. Die Hauptmasse der Beschickung geht dort nieder, wo die größte Verbrennungs- und Schmelzarbeit geleistet wird. Der Kern sinkt langsamer nieder als die ihn umgebenden Teile. Maßgebend für die Leistungsfähigkeit eines Hochofens ist die Größe des Verbrennungsraums vor den Blasformen. Der Gebläsewind tritt als Heißwindstrom waagrecht aus den Blasformen in den Verbrennungsraum ein und wird durch den Anprall gegen die schwebenden oder locker gelagerten Koksstücke nach oben abgelenkt. Die aus dem Gestell aufsteigenden Gase erfahren fortlaufend eine Temperatur- und Druckabnahme und chemische Veränderung, bis sie an der Gicht den Ofen verlassen. Die Schmelztemperatur des Roheisens liegt je nach der Zusammensetzung zwischen 1200 und 1300 Grad, die der Hochofenschlacke zwischen 1300 und 1400 Grad. Diese Temperaturen müssen für die abfließenden Schmelzstoffe dauernd aufrecht erhalten werden. Von dem Verbrennungsraum bis zu den Abstichöffnungen tritt ein Temperaturabfall ein, der durch wärmeverbrauchende Reaktionen und durch Wärmeverluste nach außen verursacht wird. Aus diesem Grunde müssen die Temperaturen vor den Blasformen höher sein. Hier müssen Temperaturen von 1650 bis 1800 Grad bestehen, deren Regelung nach wirtschaftlichen und metallurgischen Gesichtspunkten durch das Verhältnis von Brennstoffmenge zur Schmelzstoffmenge und durch die Höhe der Windtemperatur erreicht wird.

Die Verbrennungsluft muß in einem ununterbrochenen gleichmäßigen Strome dem Verbrennungsraum zugeführt werden, um die Gleichmäßigkeit des Ofengangs sicherzustellen. Die erforderliche Luftmenge kann überschlägig mit 3050 cbm je t Koks angesetzt werden. Der zur Erzeugung der Windgeschwindigkeit erforderliche Druck wächst im quadratischen Verhältnis zur Geschwindigkeit. Die Widerstände an den Wandungen der Windleitungen wachsen ebenfalls dem Quadrat der Geschwindigkeit verhältnismäßig. Es ist also nützlich, die Windgeschwindigkeit niedrig zu halten. Der geringste Querschnitt für den Windstrom befindet sich in den Blasformen. Hier entstehen also die größten Geschwindigkeiten. Man muß hier große Windgeschwindigkeiten zulassen, damit die Blasformen nicht zu schwer werden. Andererseits darf die Zahl der Windformen nicht zu groß sein, weil sonst das Gestellmauerwerk zu sehr geschwächt würde. Anzustreben ist, daß die Windgeschwindigkeit in den Formen 100 m in der Sekunde nicht überschreitet, da bei höherer Geschwindigkeit die Gefahr der Staubbildung im Unterofen besteht. Die Verbrennungsleistung ist von der zugeführten Luftmenge abhängig. Um hohe Ofenleistungen zu erreichen und trotzdem die zulässige Windgeschwindigkeit nicht zu überschreiten, muß man bei großen Öfen deshalb Blasformen mit großer Lichtweite verwenden. Damit sie trotzdem nicht zu schwer werden, wird ihre Länge möglichst gering gehalten.

Die Windleitungen stellen die Verbindung zwischen Gebläsemaschinen und Hochöfen her. In sie eingeschaltet sind die Winderhitzer. Auf diesem Wege erleidet der Gebläsewind bereits einen Energieverlust infolge der Reibungswiderstände, was als Druckverlust in Erscheinung tritt. Bei den üblichen Windgeschwindigkeiten von 15 bis 20 m je Sekunde in den Kaltwindleitungen und 35 bis 45 m in den

Heißwindleitungen bleibt der Druckverlust gering und ist praktisch ohne große Bedeutung. Infolge Richtungs- und Querschnittsänderungen in den Leitungen können jedoch erhebliche Verluste eintreten. Bei der Durchbildung der Leitungen ist hierauf Rücksicht zu nehmen.

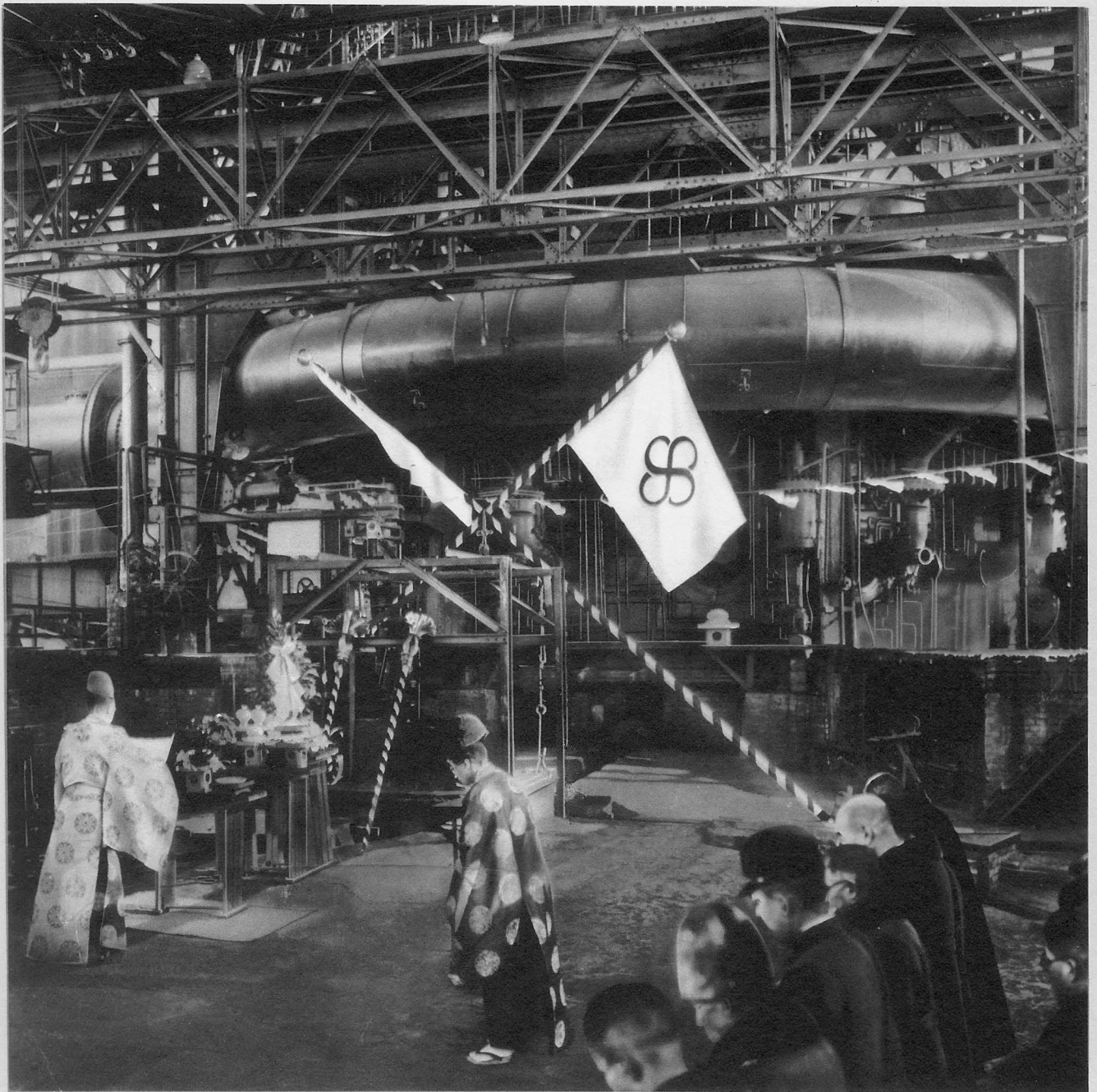
Die Leistung des Hochofens wird nach der täglichen Erzeugung in Tonnen Roheisen bemessen. Die spezifische Leistung wird durch die Erzeugung je cbm Nutzinhalt in 24 Stunden gekennzeichnet. Hierbei ist allerdings die je nach dem Möllerausbringen verschieden große Leistung für das Schmelzen der Schlacke nicht berücksichtigt. Der Nutzinhalt der Hochöfen beträgt je nach der Größe der Gesamtanlage und den örtlichen Verhältnissen 200 bis 1000 cbm, die Erzeugung an Roheisen je cbm Nutzinhalt je nach dem Möllerausbringen und den Betriebsverhältnissen 0,5 bis 1,35 Tonnen in 24 Stunden. Die Gesamterzeugung der Hochöfen kann also zwischen 100 und 1200 Tonnen in 24 Stunden schwanken. Die Hauptabmessungen des Hochofens werden bestimmt durch den verwendeten Brennstoff, die je nach den Erzsorten und der zu erzeugenden Roheisenart verschiedene Durchsatzzeit und die beabsichtigte Höhe der Erzeugung. Die Nutzhöhe des Ofens, d. i. die Höhe vom Bodenstein bis zur Oberkante, beträgt je nach der Beschaffenheit des Brennstoffs 15 bis 29 m. Bei Verwendung von Holzkohlen darf eine Höhe von 18 m nicht überschritten werden. Bei Kokshochöfen kann man in Abhängigkeit von den Festigkeitseigenschaften dieses Brennstoffs darüber hinausgehen. Bester Koks gestattet eine Höhe bis zu 29 m. Die Durchsatzzeit schwankt je nach Beschaffenheit der Erze und des erzeugten Roheisens zwischen 7 und 10 Stunden. Der Gestelldurchmesser richtet sich nach der für die verlangte Roheisenmenge nötigen Brennstoffmenge. Ofen mit kleinerem Gestelldurchmesser als 3 m trifft man heute nur noch ausnahmsweise. Entsprechend der fortlaufend gesteigerten Leistung ist man bis zu Gestelldurchmessern von 6,5 m gekommen. Der Durchmesser des Ofens an der Gicht soll möglichst groß sein, damit die Gasgeschwindigkeit an dieser Stelle klein wird, weil hohe Gasgeschwindigkeit an der Gicht starke Staubbildung verursacht. Gewöhnlich ist der Gichtdurchmesser ungefähr gleich dem Gestelldurchmesser. Für die Schachtnigung hat sich ein Winkel von 85 Grad bewährt. Der Rastwinkel liegt zwischen 75 und 85 Grad. Zum Beschicken der Hochöfen sind Förderanlagen verschiedener Bauart in Benutzung. Drahtseilbahnen und Hängebahnen haben sich nicht bewährt. Statt der früher üblichen Senkrechtaufzüge sind die Schrägaufzüge eingeführt worden, die heute allgemein bevorzugt werden.

Die Hochofenwinderhitzer wurden zuerst als gußeiserne Röhrenapparate gebaut, sie wurden zwecks Erzielung höherer Windtemperaturen durch solche mit feuerfestem Gitterwerk ersetzt. Erst in den letzten Jahren sind wieder Röhrenapparate in Aufnahme gekommen, seitdem Rohre aus hochhitzebeständigem Stahl hierfür Verwendung finden. Das Hochofengichtgas wird gereinigt, um dies wertvolle Nebenerzeugnis für die Verwendung als Brennstoff geeignet zu machen und den abgeschiedenen Staub wegen seines Eisengehalts für die Verhüttung zurückzugewinnen. Der Gichtstaub wird entweder durch Brikettieren oder Agglomerieren stückig gemacht und mit den anderen Rohstoffen wieder an der Gicht aufgegeben oder nach dem Verfahren von HESKAMP wieder in den Ofen eingeblasen.

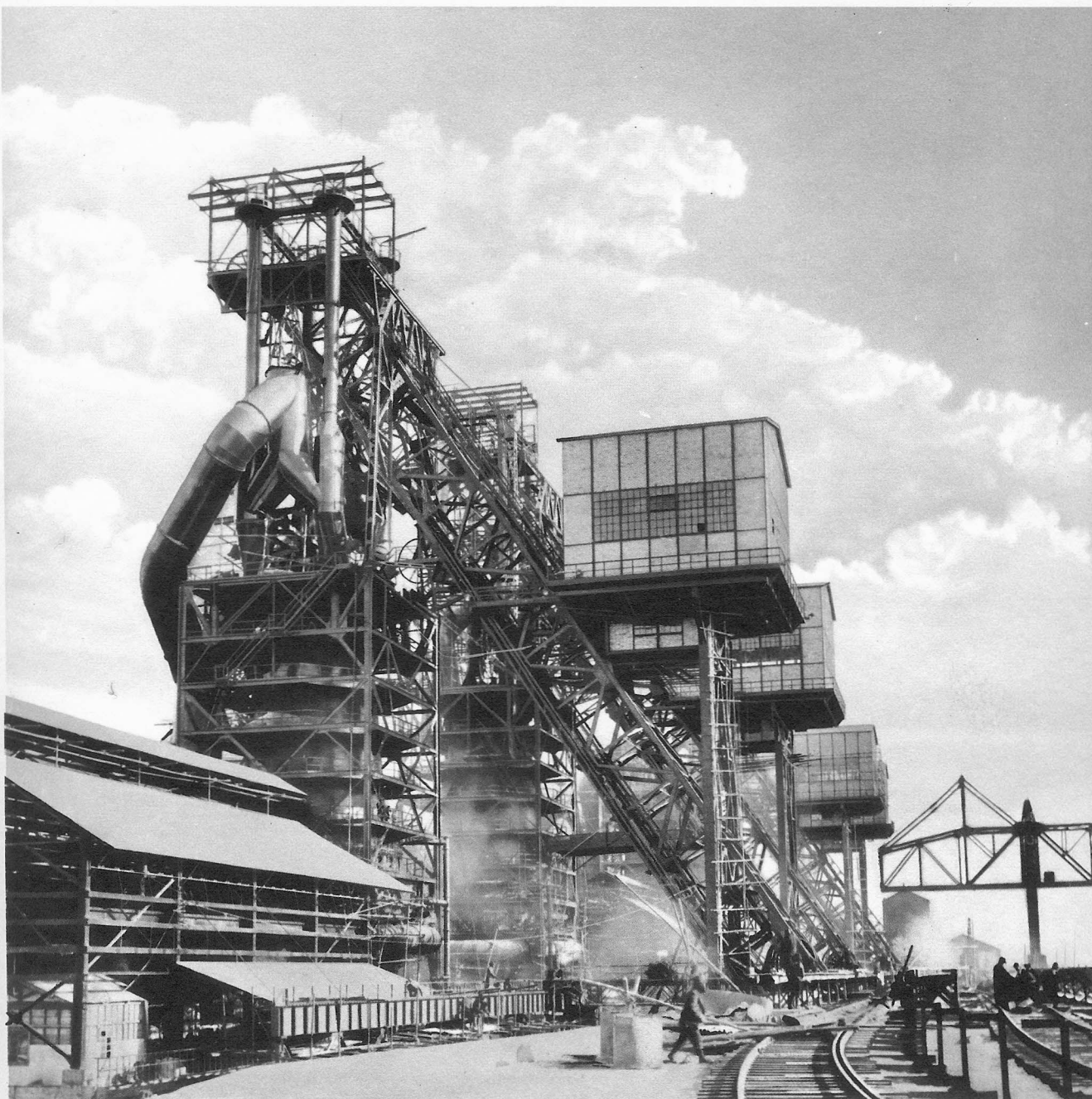
Für die Anordnung eines Hochofenwerks ist grundlegende Bedingung, daß die Zufuhr der Rohstoffe von der Abfuhr der Erzeugnisse möglichst vollkommen getrennt wird. Wo möglich sollen auch für Erze und Koks sowie für Roheisen und Schlacke getrennte Förderwege vorgesehen werden.



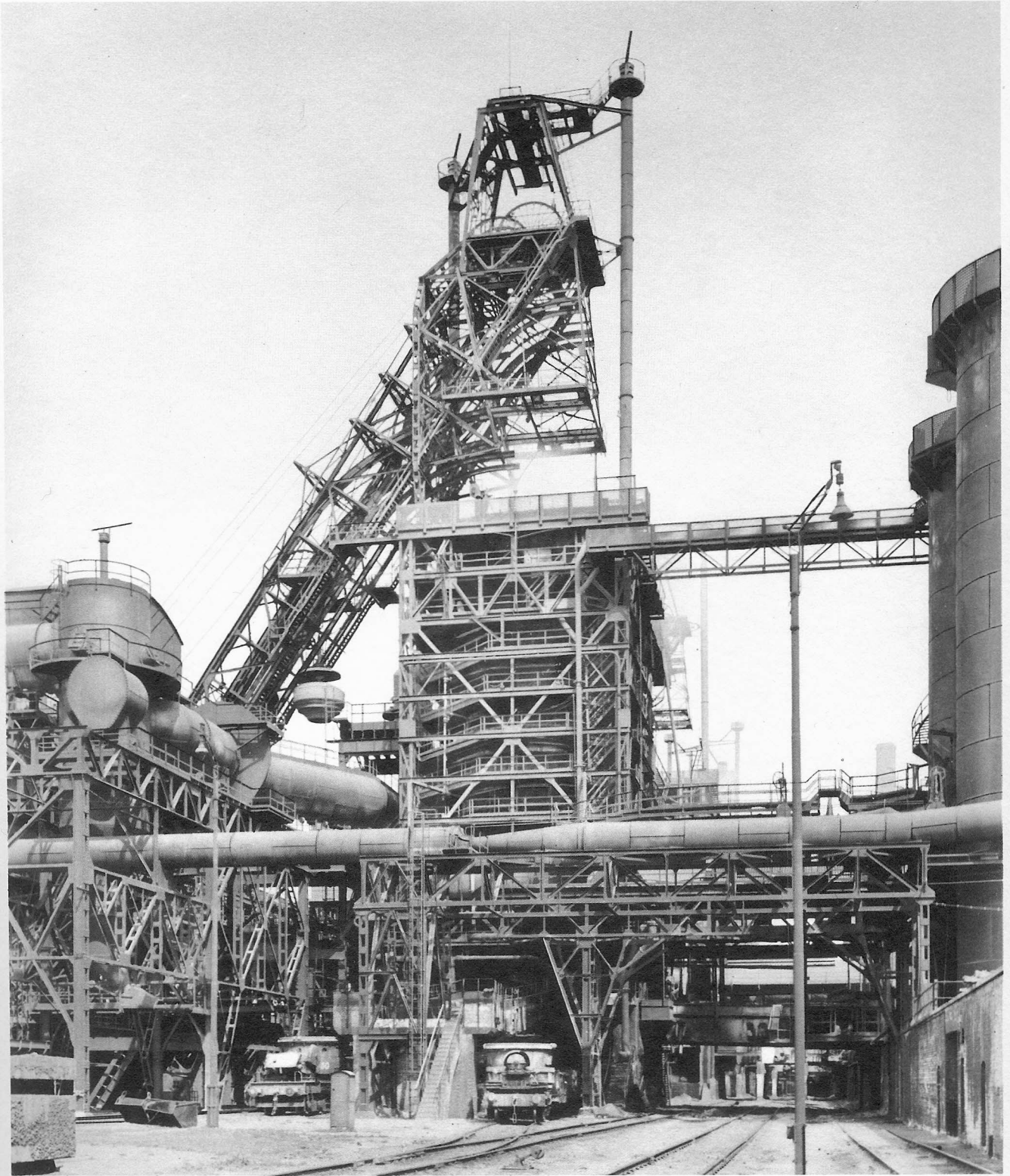
Wahrzeichen neuzeitlicher Hochofenwerke sind die hochragenden Bauten der Hochöfen mit den Beschickanlagen, der Winderhitzer mit ihren Kaminen und der Gasleitungen mit den eingebauten Staubabscheidern. Alle diese Bauwerke werden gestützt oder getragen durch Konstruktionen aus Stahl, dessen Rohstoff hier erzeugt wird.



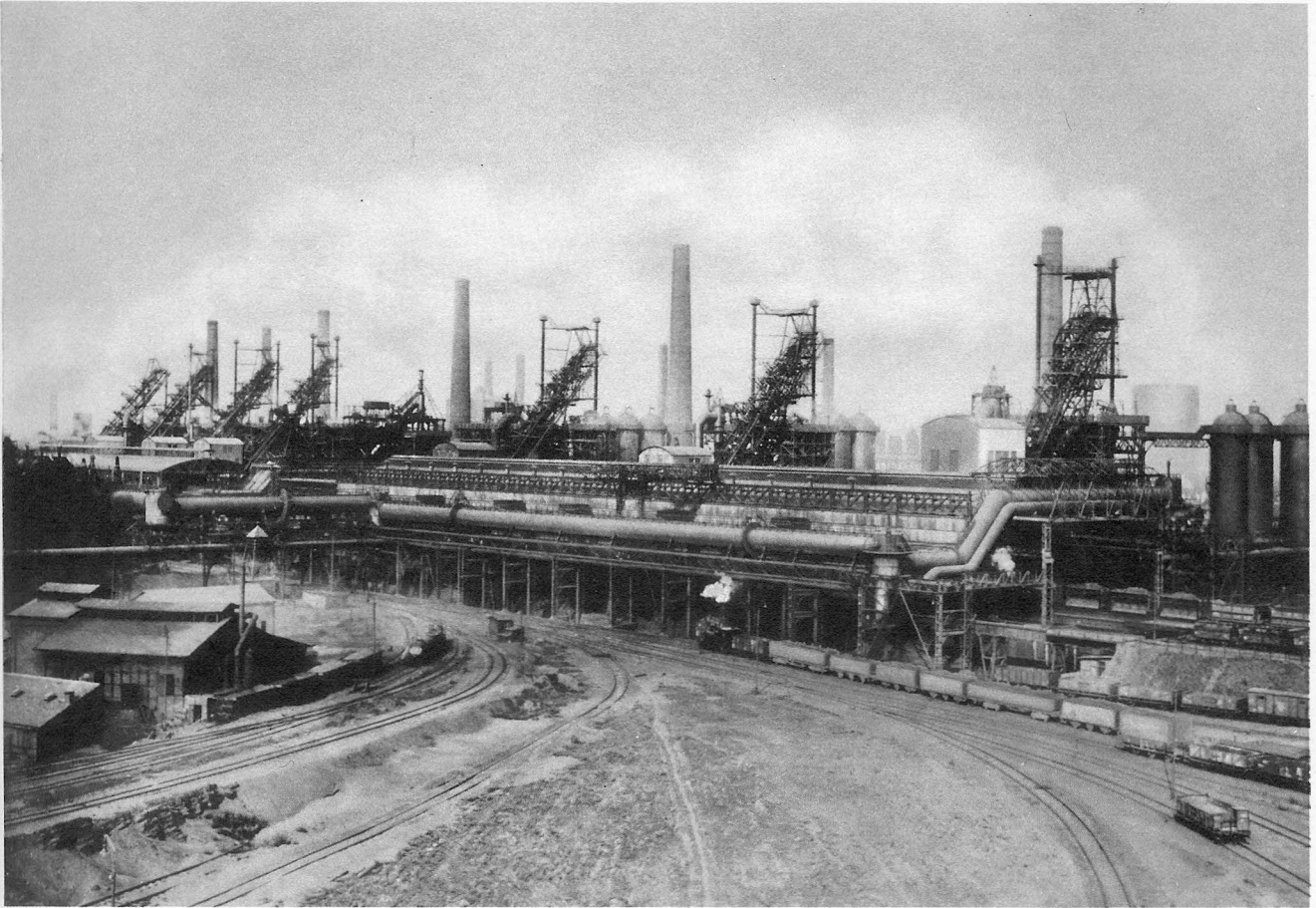
Die Inbetriebsetzung eines neu errichteten oder neu zugestellten Hochofens muß mit großer Sorgfalt geschehen. In den Fugen des Mauerwerks und in den Poren der Steine befindet sich Feuchtigkeit, die bei schneller Erhitzung zur Dampfbildung und Beschädigung des Mauerwerks führen könnte. Allmähliches Anwärmen ist deshalb geboten. Das Gestell wird zunächst mit trocknen Holzscheiten gefüllt. Dann wird bis zu einem Drittel der Ofenhöhe Koks eingeschüttet und erst dann werden mit dem Koks leichte Erzgichten aufgegeben. Steht sofort heißer Gebläsewind zur Verfügung, kann das Holz entbehrt werden, da dann die Windtemperatur über der Zündtemperatur des Kokes liegt. Gewöhnlich wird mit der Inbetriebsetzung eines neuen Hochofens eine Feier verbunden. Bei einer solchen Feier auf einem Hüttenwerk in Ostasien wurde dieses Bild hergestellt.



Die Hochöfen einer Anlage werden meist in einer Reihe angeordnet. Die Erz- und Koksunker, die Gießhallen, die Winderhitzer und alle wichtigen Nebenbetriebe einschließlich der Gleisanlagen werden dann parallel zur Hauptachse der Hochöfen errichtet. Die Roheisen- und Schlackenabfuhrgeleise werden möglichst nahe an die Ofensockel herangerückt, damit Roheisen- und Schlackenrinnen kurz werden, Wärme und Stoffverluste gering gehalten und die Instandhaltungsarbeiten vermindert werden. Deshalb werden diese Geleise von den Abstichbühnen der Ofen überspannt. Roheisen- und Schlackenrinnen werden auf diesen Bühnen mit Gefälle zu den Auslaufstellen sorgfältig gebettet. Die Gießhallen schließen sich unmittelbar an die Arbeitsbühnen an.



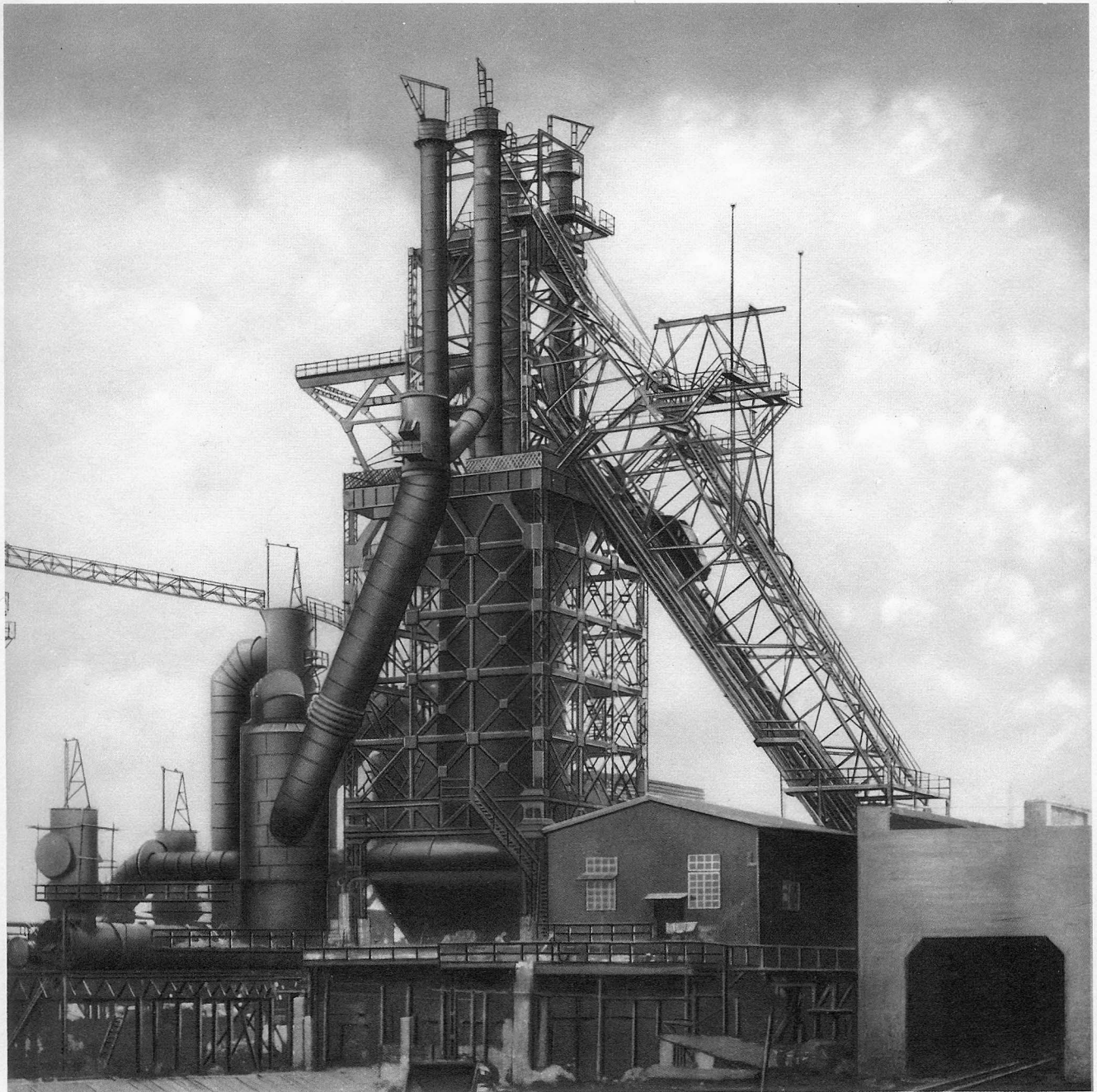
Die Größe der Hochöfen ist in fast ununterbrochener Entwicklung erhöht worden. Im Jahre 1825 hatten die größten Siegerländer Öfen bei einer Höhe von 6,5 m einen Nutzinhalt von etwa 9 cbm. Neuzeitliche Hochöfen erreichen bei 29 m Höhe und einem Gestelldurchmesser von 6,5 m nahezu 1000 cbm Nutzinhalt und liefern täglich bis zu 1200 Tonnen Roheisen.



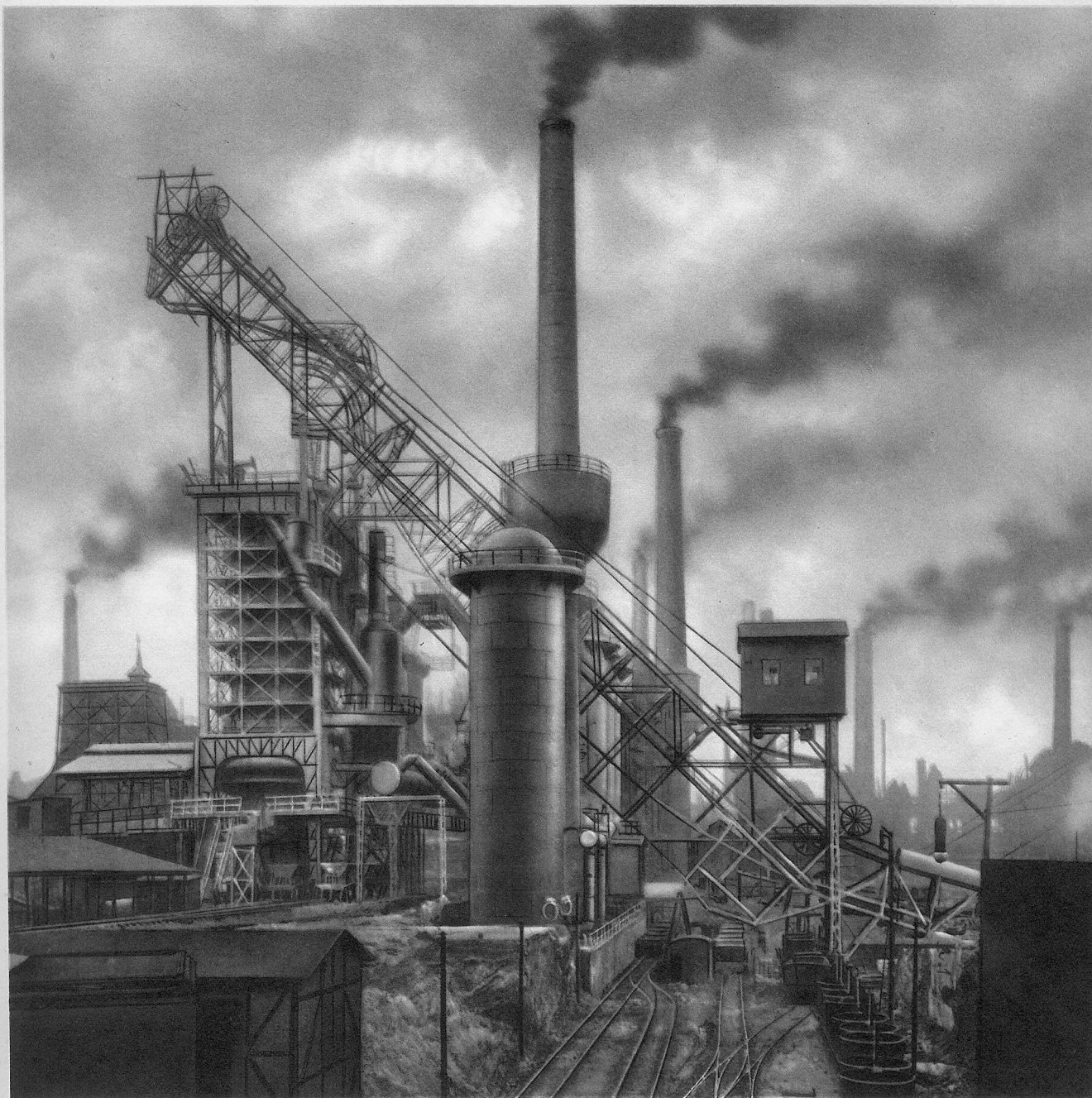
Nicht nur die Abmessungen der Öfen sind fortlaufend vergrößert worden, auch die Zahl der Öfen in einer Anlage ist höher geworden. Ein Hochofenwerk mit 7 bis 8 im Betrieb befindlichen großen Öfen erreicht Tagesleistungen von 6000 bis 7000 Tonnen Roheisen. Für diese Erzeugung sind monatlich etwa 500 000 t Erz und 200 000 t Koks in die Hochöfen zu befördern. Außer den erforderlichen Beschickanlagen an den einzelnen Öfen sind umfangreiche Geleisanlagen einzurichten, auf denen die Rohstoffe an die Bunkeranlagen bzw. Beschickanlagen herangebracht werden. Damit sich die Transporte reibungslos abwickeln, sind vollständige Werkbahnhöfe anzulegen. Werden die Erze auf dem Wasserwege herabefördert, so sind entsprechende Hafenanlagen mit Entladevorrichtungen für die Schiffe erforderlich. Mit Rücksicht auf die beim Schiffsverkehr nicht immer zu vermeidenden Verzögerungen sind Erzstapelplätze anzulegen. In gleicher Weise ist für Koksvorräte Sorge zu tragen. Liegen die Kokereien beim Hüttenwerk, dann werden die Brennstoffvorräte vorzugsweise als Kohle in hohen Silos gelagert. Für den Transport der Rohstoffe von den Lagern zu den Hochöfen sind besondere Fördermittel bereit zu halten. Hierfür werden vorzugsweise Großraumwagen mit Selbstentladeeinrichtungen benutzt, die auf einigen Werken mit eigenem elektrischen Antrieb des Fahrwerks versehen sind.



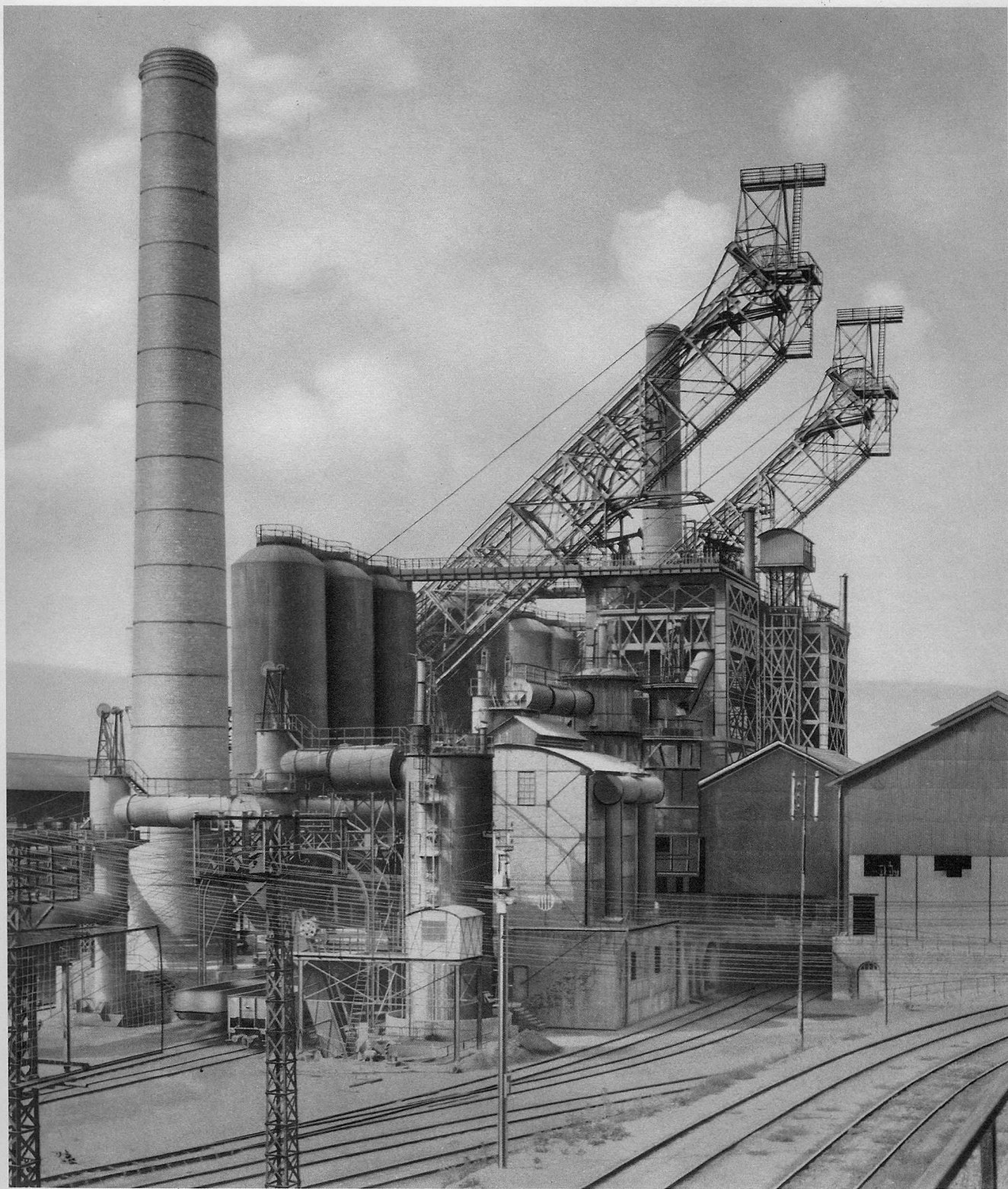
Der Erztransport vom Hauptlager in die Bunker bei den Hochöfen wird je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden gestaltet. Am einfachsten liegen die Verhältnisse, wenn die Stapelplätze unmittelbar neben den Bunkern angeordnet werden können. Dann können Verladebrücken Verwendung finden, die Erzlagerplätze und Bunker überspannen. Liegt die Hütte am Hafen, so werden die Verladebrücken möglichst so bemessen, daß sie auch die Entladung der Schiffe übernehmen können. Da nun die im Hafen einlaufenden Rohstoffe nicht immer in gleichmäßigen Zeitabständen ankommen, müssen die Umschlaganlagen so bemessen werden, daß auch die größte Rohstoffzufuhr ohne Stockung bewältigt werden kann. Bei Häfen mit ausreichend großen Hafenbecken genügt es, die Umschlagmittel in ihrer Leistung dem Tagesdurchschnitt des stärksten Monatsumschlags anzupassen.



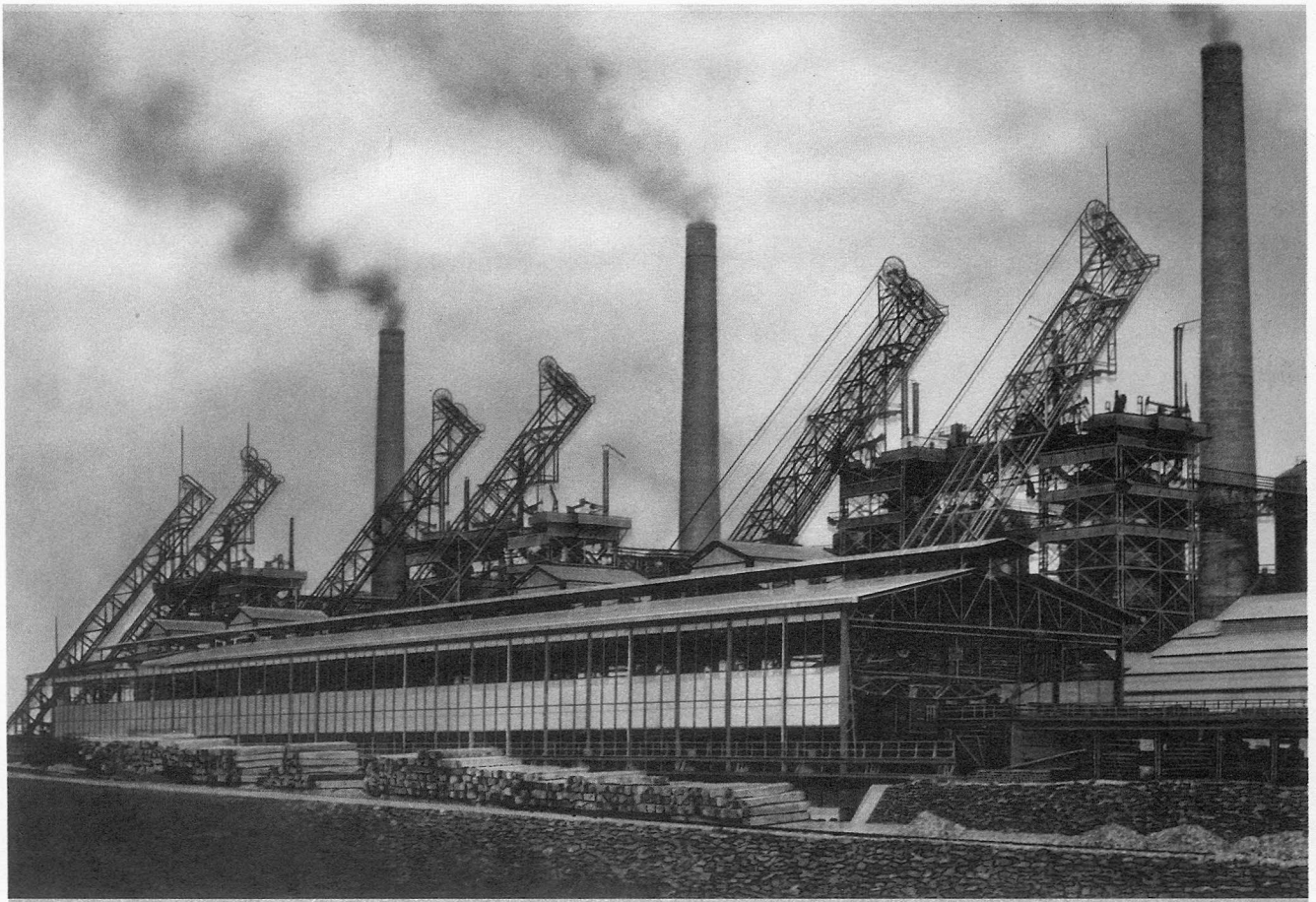
Vielfach müssen Hochofenwerke die Erze aus verschiedenen Gegenden beziehen. Die Erze sind dann in ihrer Beschaffenheit meist sehr verschieden. Da die Bunkerverschlüsse für eine bestimmte Stückgröße eingerichtet sind, muß zu grobstückiges Erz gebrochen werden. Es ist also gegebenenfalls eine Brechvorrichtung für grobstückiges Erz in die Umschlaganlage einzubauen. Eine Erschwerung für den Erzumschlag bedeutet es, wenn viele verschiedene Erzsorten bezogen werden, die getrennt gelagert werden müssen. Es ist dann vorteilhaft, die Löscharbeiten wenn möglich von dem Verteilen der Erze zu trennen. Zu diesem Zwecke werden am Hafen besondere Zwischenbunker errichtet, in die das Erz aus den Schiffen auf dem kürzesten Wege überführt wird. Die Weiterbeförderung zum bestimmten Lagerplatz wird durch ein anderes Fördermittel durchgeführt.



Die Hochofenbeschickanlagen haben in den letzten 50 Jahren erhebliche Wandlungen durchgemacht. Bis dahin hatten die Hochöfen fast alle Senkrechtaufzüge, die durch Dampfwinden oder Dampfkolben mit Rollenzügen bewegt wurden, um die Karren, die Arbeiter in der Möllerhalle und auf der Gichtbühne verschoben, vom Hüttenflur auf die Gichtbühne zu heben. Durch Erhöhung der Hubgeschwindigkeit ist es zwar oft gelungen, die Leistungsfähigkeit der Aufzüge so zu steigern, daß sie auch bei gesteigerter Ofenleistung genügten. Damit war jedoch stets eine Erhöhung der Zahl der Erz- und Koksfahrer verbunden. Seit der Jahrhundertwende ist die Leistungssteigerung der Hochofenanlagen weniger durch Vergrößerung der Ofenzahl als vielmehr durch Erhöhung der Leistung je Einheit angestrebt worden. Deshalb war die Schaffung leistungsfähiger Begichtungsanlagen unerlässlich.



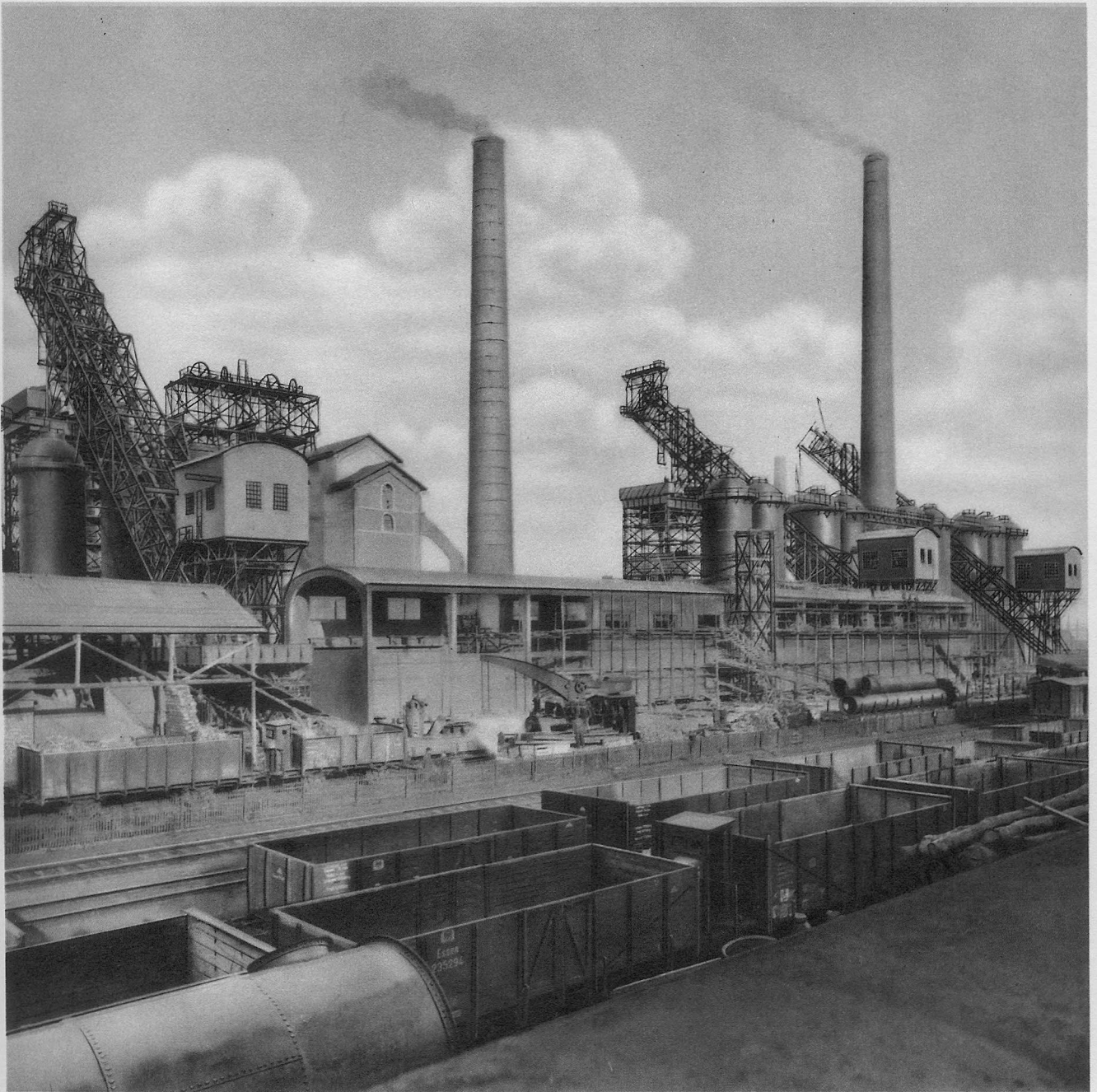
Beim Entwurf neuzeitlicher Beschickanlagen war man bemüht, neben großer Leistungsfähigkeit eine erhebliche Verminderung der Bedienungsmannschaften zu erreichen. Als Ziel war gesetzt, daß die Leute auf der Gichtbühne fortfallen konnten, und daß maschinelle Fördermittel die Erz- und Koksfahrer in der Möllerhalle ersetzen sollten.



Um solche leistungsfähige und wirtschaftliche Hebezeuge für die Hochöfen gestalten zu können, mußten die Gichtverschlüsse umgeändert und die Möllerhallen mit geeigneten Bunkern und zweckentsprechenden Entleerungseinrichtungen an den Bunkern ausgestattet werden. Da die Bunkeranlagen aus betriebstechnischen Gründen nicht unmittelbar an die Hochöfen herangerückt werden können, ergaben sich als nächstliegende Lösung Beschickanlagen mit schrägliegender Förderbahn, die die kürzeste und einfachste Verbindung zwischen Bunker und Gichtverschluß ermöglichen. Schräge Förderbahnen eignen sich sowohl für den Betrieb als Hubförderer als auch als Dauerförderer. Es kamen also Aufzüge und Seil- oder Hängebahnen in Betracht. Letztere sind bei kleinen und mittleren Öfen vereinzelt verwendet worden. Drahtseilbahnen versprechen in einigen Fällen Vorteile, wenn es sich darum handelt, von der nahe gelegenen Erzgrube unmittelbar auf die Gicht zu fördern, zumal wenn dadurch ein Umbau des Gichtverschlusses vermieden werden kann. Da aber bei Drahtseilbahnen und selbst bei Elektro- hängebahnen eine große Zahl von Leuten benötigt wird, gebührt den Schrägaufzügen der Vorzug.



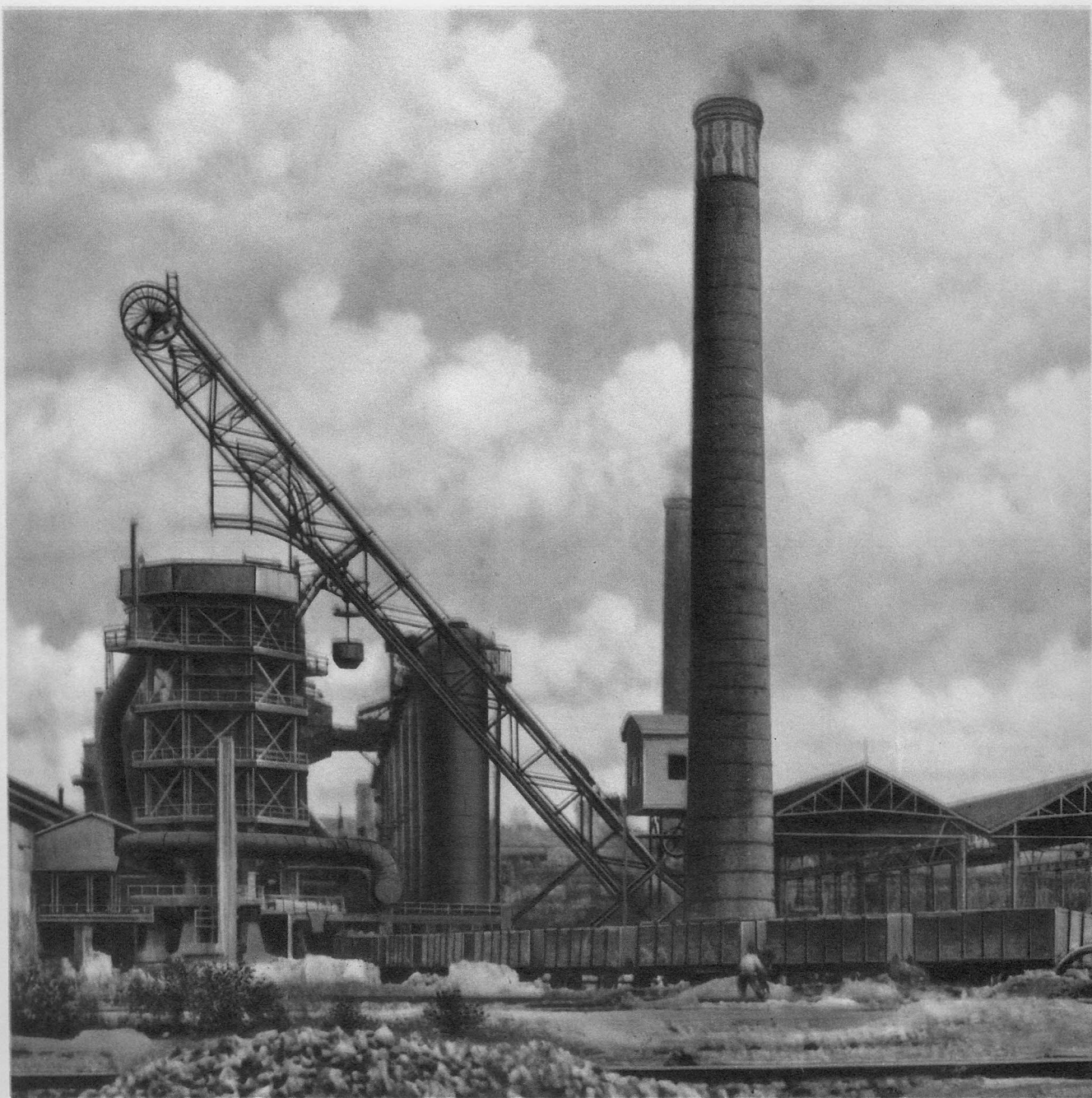
Schrägaufzüge für die Begichtung der Hochöfen und zwar sowohl solche mit Trichterkübeln als auch mit Kippkübeln lassen sich auch bei älteren Anlagen einbauen. Die Leistungsfähigkeit vorhandener Öfen kann so erheblich gesteigert werden. Derartige Umbauten sind von der DEMAG zu Hunderten ausgeführt worden, so daß auf diesem Gebiet besonders große Erfahrungen gesammelt werden konnten.



Die Schrägaufzüge werden mit Trichterkübeln und Kippkübeln ausgeführt. Im Gegensatz zu Drahtseilbahnen und Hängebahnen kann hierbei der Fassungsraum der Kübel der verlangten Leistung entsprechend gesteigert und die Fördergeschwindigkeit erheblich höher gewählt werden. Die Trichterkübel sind mit einem Senkboden versehen, der sich nach Aufsetzen eines Kübels auf die Gicht selbsttätig öffnet. Damit vollzieht sich die Entleerung unmittelbar in den Ofen. Die Entscheidung für Trichterkübel wird vielfach durch den Umstand beeinflusst, daß hierbei der Koks nicht so oft gestürzt wird, und daher der Koksabrieb geringer ausfällt. Die Trichterkübel werden nach jeder Fahrt zur Gicht vom Huborgan des Schrägaufzugs gelöst, auf Zubringerwagen abgesetzt und dann mit diesen an die Beladestellen unter den Bunkern befördert.



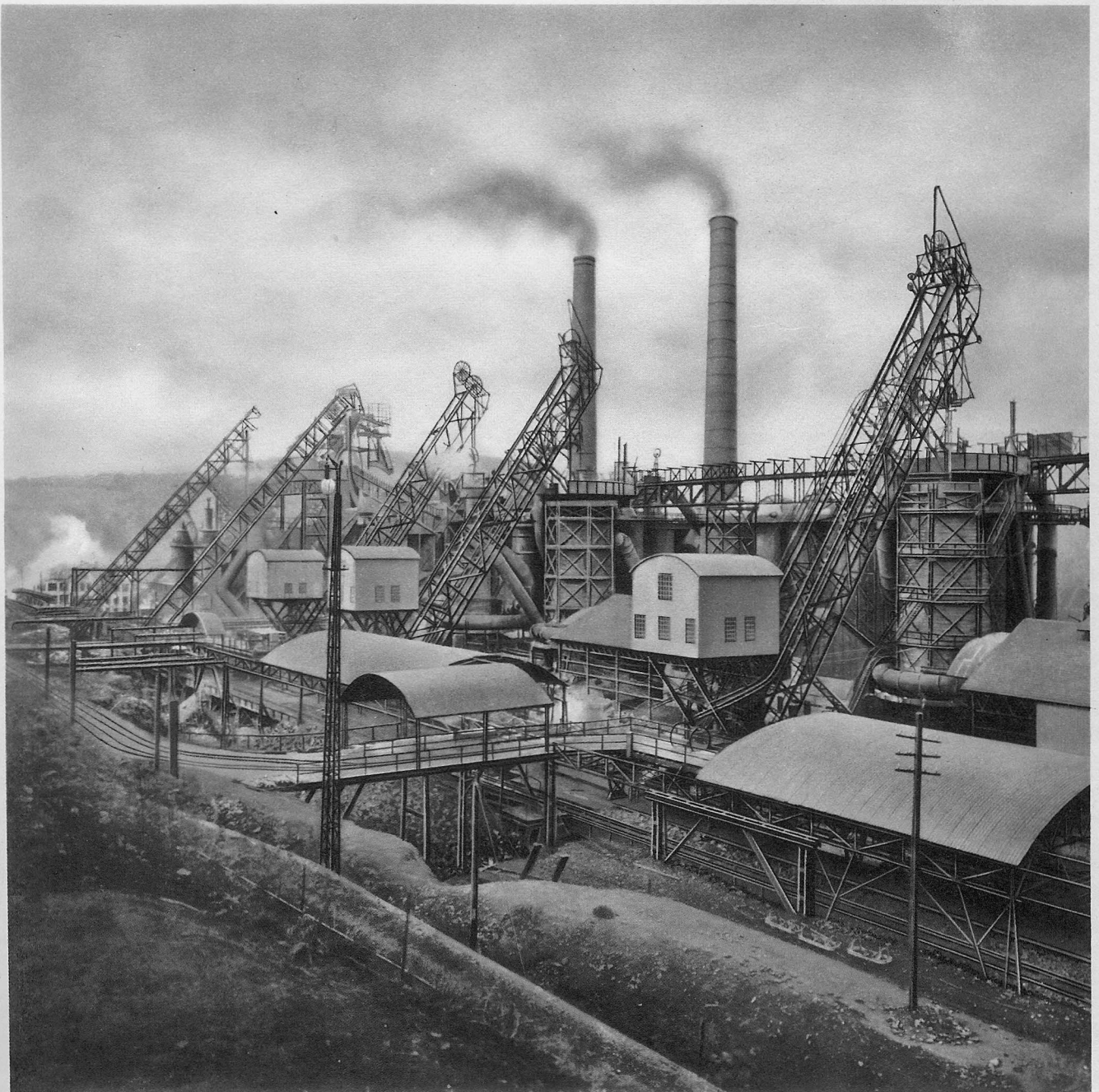
Die Trichterkübel können an beliebiger Stelle aus Eisenbahnwagen gefüllt oder zur Rampe der Kokerei gefahren werden. Nach der Beladung werden sie mit den Zubringerwagen wieder unter den Aufzug befördert. Der Schrägaufzug hebt sie mit einem besonders durchgebildeten Huborgan vom Zubringer ab, führt sie über den Gichtverschluß, läßt sie auf die Gicht nieder und im gleichen Augenblick beginnt die Entleerung. Das ist besonders von Wichtigkeit für den Koks. Er wird nur einmal gestürzt. Für Koks von geringer Festigkeit ist demnach der Schrägaufzug mit Trichterkübeln zu bevorzugen. Die gesamte Sturzhöhe beträgt nur etwa 4 m. Anders liegen die Verhältnisse bei Kippkübeln. Der Koks wird hierbei vier- bis fünfmal gestürzt. Die Gesamtsturzhöhe kann bis zu 12 m betragen.



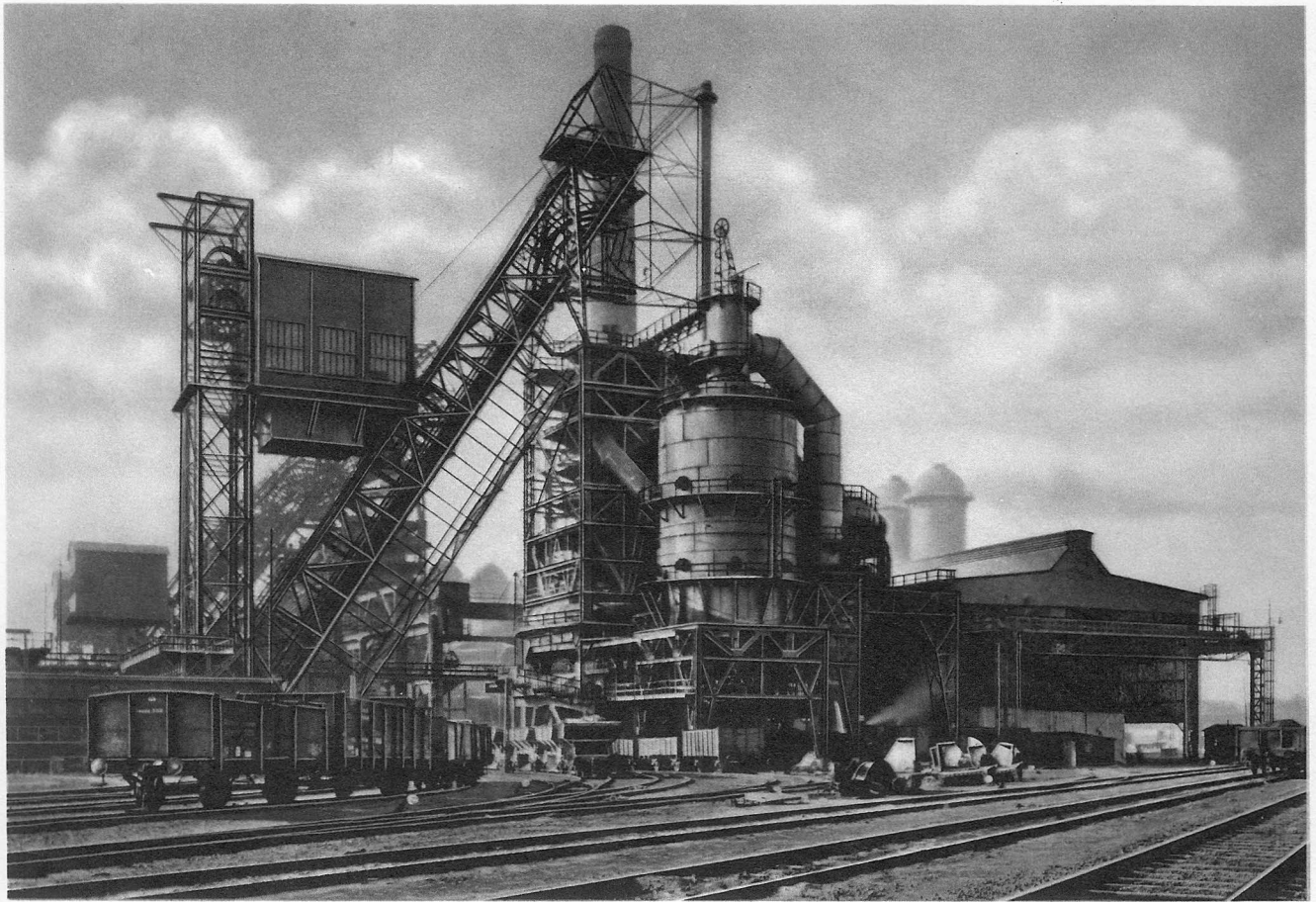
Die maschinellen und elektrischen Einrichtungen der Hochofenbeschickanlagen werden bei neuzeitlichen Anlagen entsprechend ihrer Bedeutung für die Sicherheit des Betriebs und ihrer gesteigerten Leistung mit größter Sorgfalt durchgebildet. Die Triebwerke mit Antriebsmotoren sind zweifach vorhanden, aber so angeordnet, daß jeweils nur eines im Betrieb ist. Mittels Motorwählers kann man das eine oder andere oder auch beide einschalten. Jedes Triebwerk hat eine Manövrierbremse, die durch Elektromagnete und von Hand betätigt werden kann. Außerdem ist eine Notbremse vorhanden, die selbsttätig durch den Teufenanzeiger am Hubende oder willkürlich durch den Maschinisten zum Einfallen gebracht wird. Der Stand der Zubringerwagen zum Schrägaufzug wird durch die Signallampen angezeigt. Ebenso ist ersichtlich, ob die Gichtglocke geöffnet oder geschlossen ist.



Die Aufzugswinde ist zur weiteren Erhöhung der Sicherheit mit einem Fahrtbegrenzer ausgestattet. Das ist eine Steuerwalze, die von der Winde angetrieben wird; sie nimmt während des Hubes alle Schaltungen selbsttätig vor und setzt die Maschine am Hubende still. Mit dem Fahrtbegrenzer ist ein Fahrtwähler verbunden, durch den die Aufzugswinde auf die verschiedenen Zubringergeleise eingestellt werden kann. Als besondere Sicherungen sind elektrische Blockierungen vorgesehen. Die Winde wird stillgesetzt, sobald bei Abwärtsfahrt die Gicht nicht geschlossen ist oder der Zubringer sich in einer falschen Stellung unter dem Aufzug befindet. Andererseits besteht für die Zubringer eine Sperrung, die das Fahrwerk des Wagens stillsetzt, sobald er sich dem Bereich der Laufkatze nähert. Die Rückfahrt des Wagens bleibt während dieser Sperrung unbehindert.



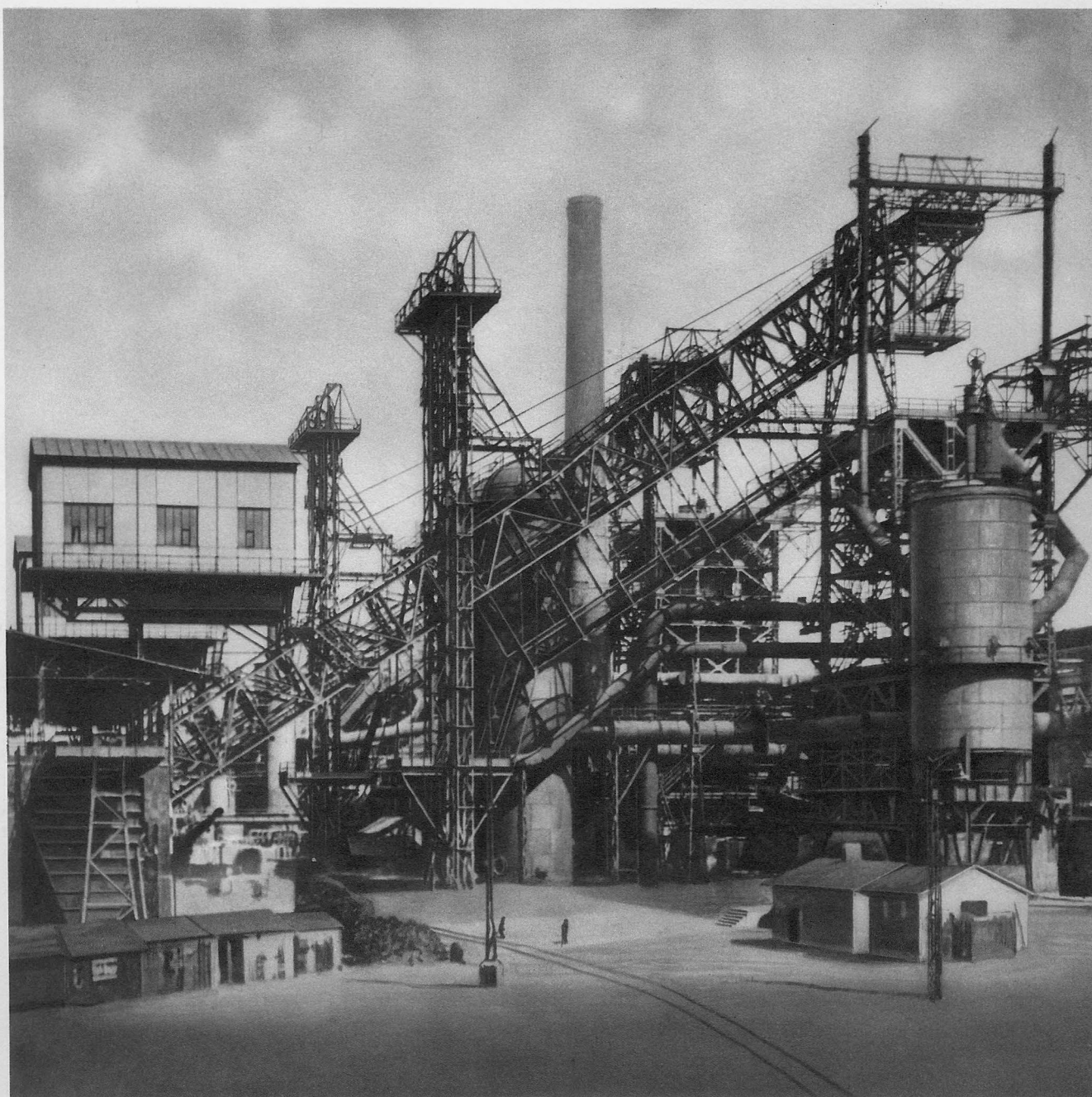
Die Zubringerwagen sind ihren verschiedenen Aufgaben entsprechend bei Trichterkübel- und Kippkübelaufzügen verschieden. Der Zubringer für Trichterkübel ist zur Aufnahme von zwei Kübeln eingerichtet, weil vom Aufzug das von der Gicht kommende leere Gefäß abgesetzt werden muß, bevor das gefüllte abgehoben werden kann. Die Kübel stehen auf Drehscheiben, die beim Füllen kreisen. Als Wiegevorrichtung dient eine Laufgewichtswaage, die mit verschiedenen Waagebalken versehen ist, so daß jede Erzsorte mit einem besonderen auf das betreffende Gewicht eingestellten Waagebalken verwogen werden kann. Für jede Bunkerreihe ist ein Zubringer nötig. Die Anlagen mit Kippkübeln benötigen für jeden Ofen nur Zubringer für den Erzmöller. Der Koks wird aus den auf beiden Seiten des Aufzuges angeordneten Koksbunkern unmittelbar in das Fördergefäß abgezogen.



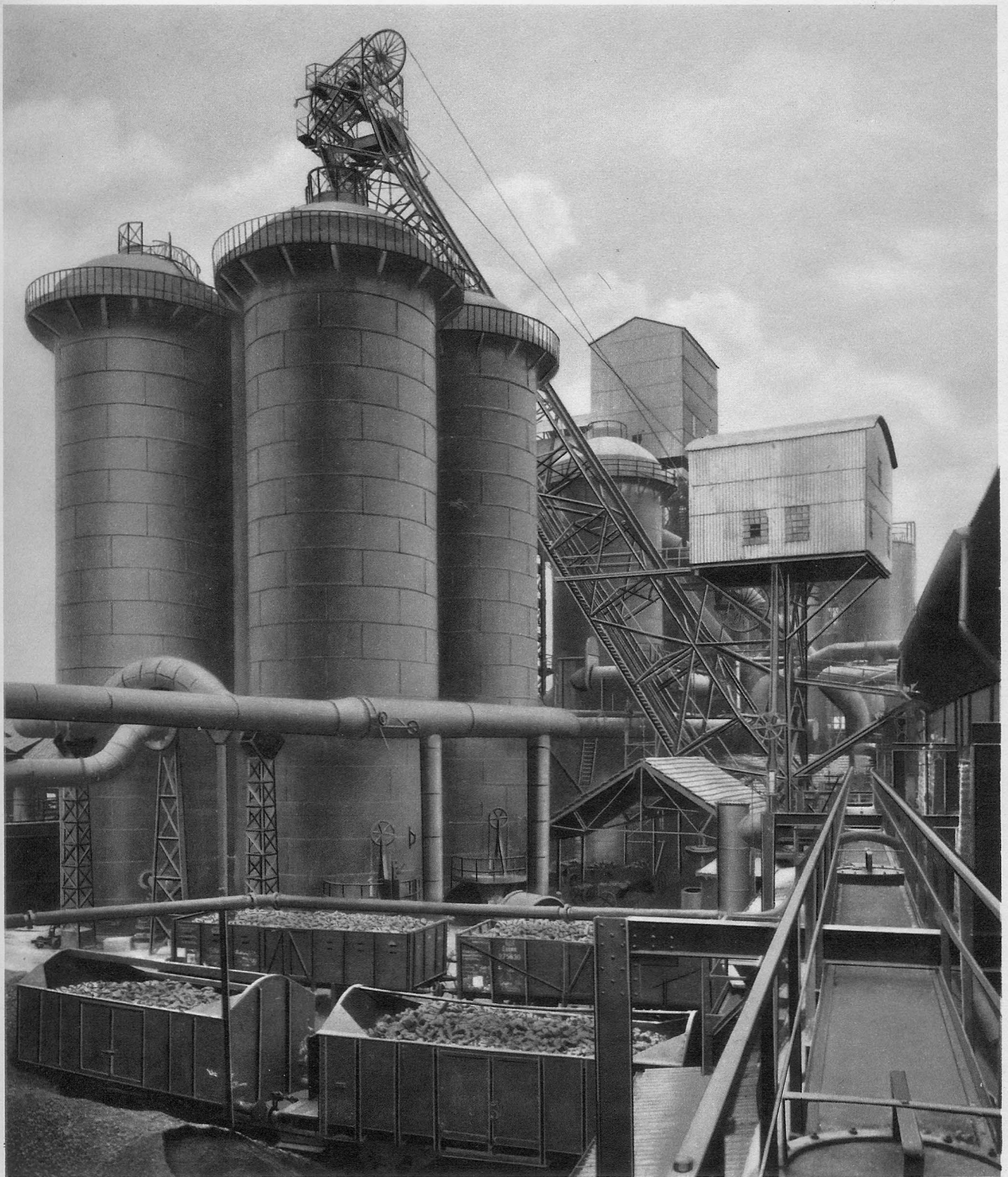
Die Bunkeranlagen können bei Schrägaufzügen mit Kippkübeln nur einreihig oder zweireihig ausgeführt werden, da die Lage des Geleises für den Zubringerwagen durch die unterste Stellung des Fördergefäßes gegeben ist. Hierbei ist es nicht möglich, großen Bunkerraum zu schaffen, wenn nicht die Entfernung von Mitte zu Mitte Ofen sehr groß ist. Man muß sich meist mit einem Vorrat für 24 bis 36 Stunden begnügen. Wenn nur wenig Erzsorten verhüttet werden, entstehen hierdurch keine Schwierigkeiten. Anders liegen die Verhältnisse, wenn eine Vielzahl von Erzen verarbeitet wird, zumal wenn die Erzstapelplätze nicht bei der Hütte liegen. Dann sind mehrreihige Bunkeranlagen vorteilhaft, die dann mit einer entsprechenden Anzahl von Zubringergeleisen zu versehen sind. Will man hierbei nicht besondere Fördereinrichtungen für die Querbeförderung zwischen den Zubringerwagen und dem Schrägaufzug einschalten, so bietet sich die Lösung durch Schrägaufzüge mit Trichterkübeln, die mit mehreren Abnahmestellen einzurichten sind. Das Bild zeigt eine solche Anlage mit 4 Abnahmestellen für Erz und 1 für Koks. In allen Fällen ist darauf zu achten, daß die Bunkerverschlüsse nicht in zu großer Entfernung von einander angeordnet werden, denn sonst können die Bunker nicht vollständig entleert, also ihr Inhalt nicht ganz ausgenutzt werden.



Muß aus irgendeinem Grunde von der Errichtung von Erzbunkern abgesehen werden, so können trotzdem Schrägaufzüge zum Beschicken der Hochöfen angelegt werden. Die Förderkübel bleiben dann mit dem Huborgan verbunden. Sie werden in einer Grube stehend mit Handkarren gefüllt. Allerdings werden dann nur auf der Gicht Leute gespart.



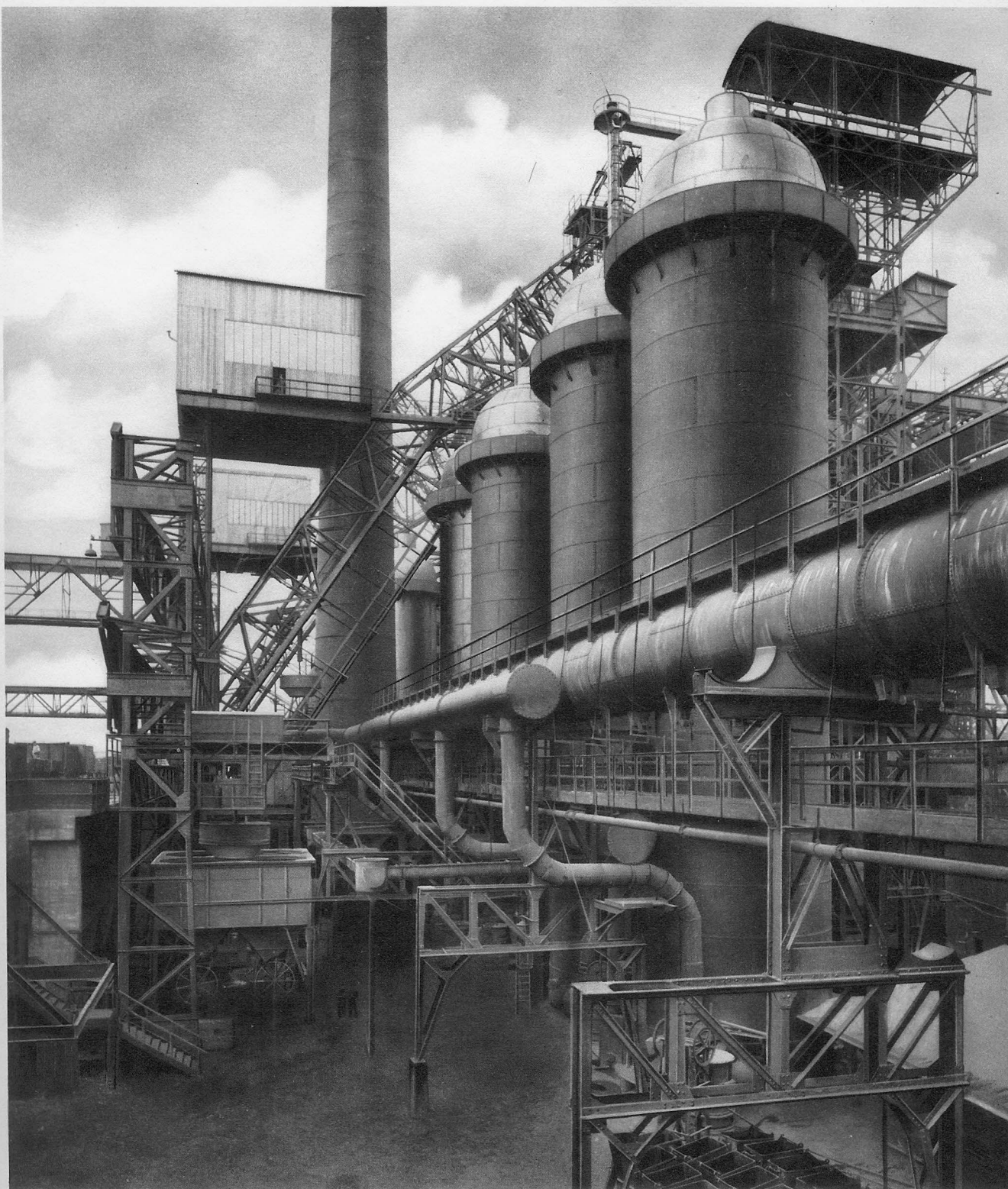
Die Entscheidung, ob bei Schrägaufzügen Trichterkübel oder Kippkübel zur Anwendung kommen sollen, ist von Fall zu Fall zu treffen. Es ist schon darauf hingewiesen worden, daß bei Koks von geringer Festigkeit wegen der geringeren Gesamtsturzhöhe Trichterkübel zu bevorzugen sind. Bei diesen eintrümmigen Aufzügen für Trichterkübel wird das Gewicht der Katze mit Kübel und das halbe Gewicht des Kübelinhalts durch ein Gegengewicht ausgeglichen, das entweder auf dem Obergurt der Schrägbrücke oder in senkrechten Führungen läuft. Die Aufzugswinde und das Fördergerüst werden entsprechend kräftig ausgeführt. Da mit mäßiger Seilgeschwindigkeit gearbeitet wird und infolge der eintrümmigen Bauart, ergeben sich große Fördergefäße bis zu 13 cbm Inhalt bei großen Öfen.



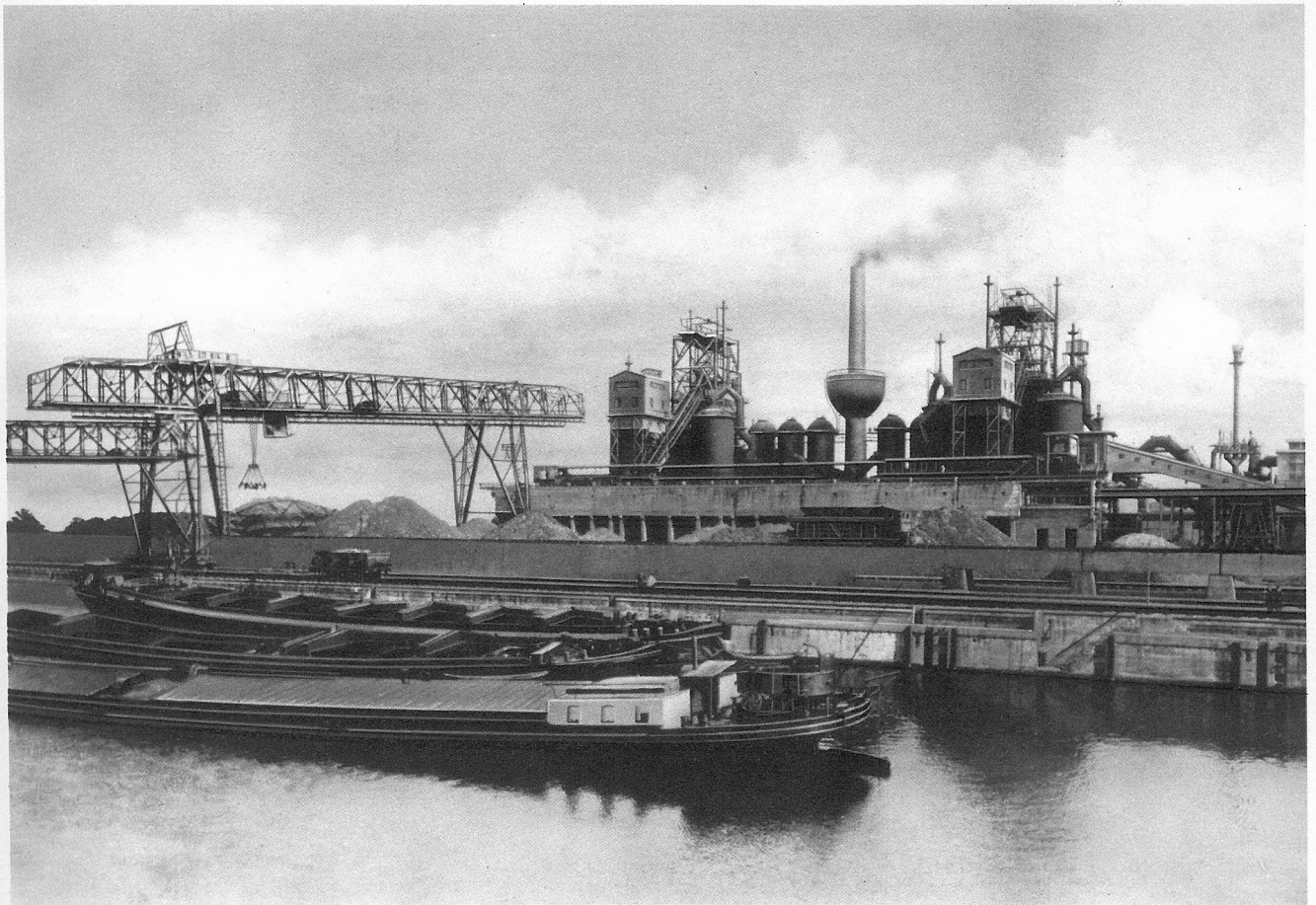
Die Aufzugswinden können je nach den örtlichen Verhältnissen an verschiedenen Stellen angeordnet werden, z. B. auf der Schrägbahn in verschiedener Höhe über Hüttenflur oder unter der Schrägbahn auf einer besonderen Bühne. Sie werden mit einem Schutzhaus aus Stahlfachwerk umgeben. In diesem sind gewöhnlich auch alle für den Maschinisten wichtigen Anzeigegeräte untergebracht.



Die Fahrt zur Gicht und zurück erfordert bei den zweitrümigen Aufzügen mit einer mittleren Seilgeschwindigkeit von etwa 1,2 bis 1,5 m in der Sekunde etwa 70 bis 80 Sekunden. Bei den einrümigen Aufzügen für Trichterkübel sind für ein Arbeitsspiel je nach der Entfernung der Abnahmestelle unter dem Bunker 200 bis 280 Sekunden erforderlich. In dieser Zeit werden mit dem Kippkübel zwei Entladungen an der Gicht erzielt, mit dem Trichterkübel nur eine. Die Trichterkübel bringen aber einen Vorteil für den Hochofen, der bei der Entscheidung den Ausschlag geben kann. Der Gichtverschluß wird hierbei denkbar einfach. Er besteht aus einem einfachen Verschlußkegel, der keinen Antrieb erfordert. Er wird durch Gegengewichte geschlossen gehalten und öffnet sich selbsttätig beim Aufsetzen des Kübels infolge der Belastung durch den Kübelinhalt und den Senkboden des Kübels.



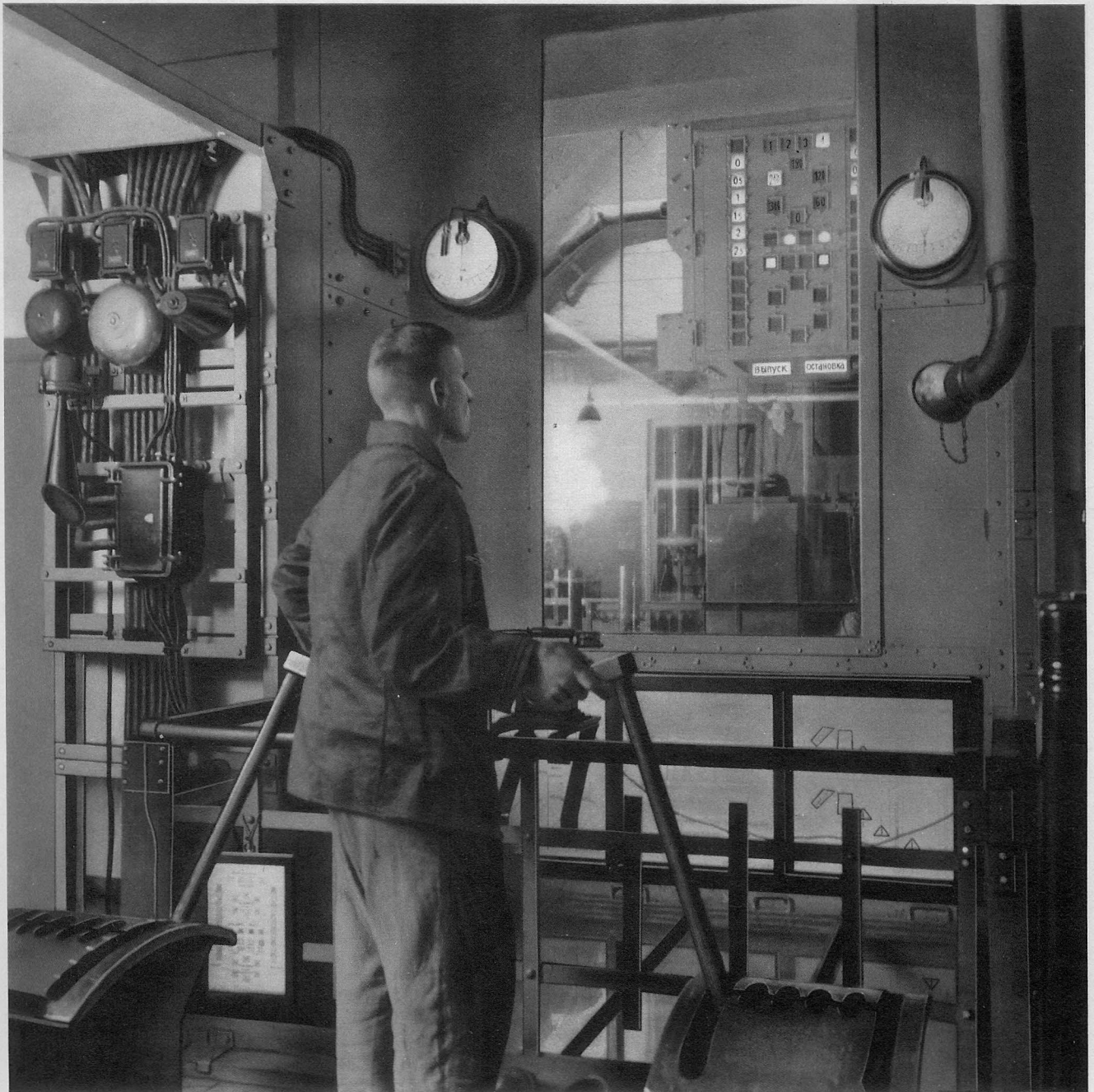
Beim Umbau dieser Hochofenanlage für die Begichtung durch Schrägaufzüge hatte man einen der älteren Senkrecht-Aufzüge stehen lassen, um ihn in Verbindung mit der Anlage links vorn als Reserve-Begichtung zu verwenden. Dieser Notfall ist aber in 10 Jahren so selten eingetreten, daß man, weil der Platz auch anderweitig gebraucht wird, an die Beseitigung dieser Einrichtung denkt.



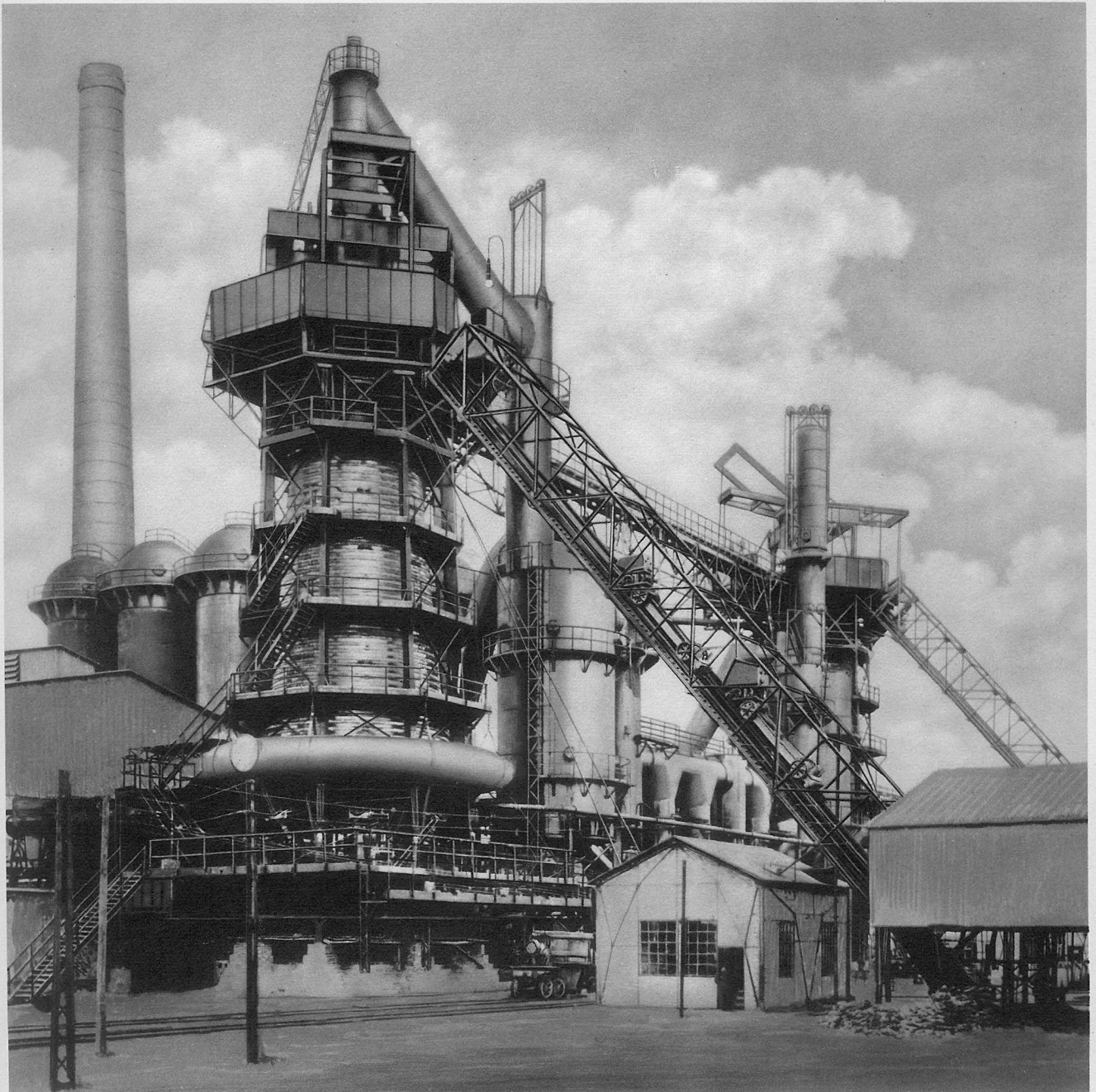
Für ein Hochofenwerk des Ruhrbezirks, das in den Jahren 1927/29 am Rhein-Herne-Kanal erbaut wurde, lieferte die DEMAG die beiden Hochofenbegichtungsanlagen, einen Abstich-Gasgenerator samt Schrägaufzug zur Begichtung und die drei Erzverladebrücken, zu denen in Kürze noch eine vierte kommen wird. Die Anlage wird durch einen neu angelegten Hafen begrenzt. An diesen schließen sich mit ihren Achsen parallel zum Hafen liegend an: die Erzumschlagsanlage, das Erzlager, die Bunker, die beiden Hochöfen mit den Winderhitzern, die Gießhalle, die Schlackengranulierungsanlage, die Gasreinigung, das Kraftwerk und die Reparaturwerkstatt. Die beiden Hochöfen von je 670 cbm Inhalt stehen in einer achsialen Entfernung von 80 m voneinander. Der Hafen ist 60 m breit, um Liegeplätze für eine größere Zahl von Schiffen zu haben. Das Hafenufer auf der Hochofenseite ist 700 m lang, auf der gegenüberliegenden Seite 400 m. Es können dank der Weiträumigkeit des Hafens vier weitere Hochöfen an dieser Stelle errichtet werden. Zum Umschlag der Rohstoffe dienen vier Verladebrücken für Greiferbetrieb. Zwei davon haben 39 m Stützweite und einen 26 m langen Ausleger an der Hafenseite. Ihr Greifer wiegt mit Inhalt 12 t. Sie übergeben die aus dem Schiff entnommenen Rohstoffe an einen Selbstentlader von 80 t Tragfähigkeit, der den Inhalt in Löschröge entleert, die als Zwischenbehälter dienen. Die dritte Erzverladebrücke von 25 t Tragkraft, 70 m Stützweite und 2 Auslegern von 26 m Länge an jeder Seite befördert die Rohstoffe aus den Zwischenbehältern unmittelbar in die Bunker an den Hochöfen oder auf den Erzstapelplatz. Eine vierte Brücke mit denselben Abmessungen ist in Bau.



Eine Hochofenanlage, die ebenfalls in den Jahren 1927 bis 1929 erbaut und für die von der DEMAG die beiden Begichtungsanlagen und alle Verladeeinrichtungen für Erz und Koks geliefert wurden, wird in obigem Bilde gezeigt. Sie liegt an einem Rheinhafen, der gleichläufig zum Strom angelegt wurde. Die beiden Hochöfen sind für eine Tagesleistung von je 800 t Thomas-Roheisen erbaut. Das Hafenbecken hat eine Sohlenbreite von 70 m, es ist an drei Seiten mit Ufermauern versehen, die eine Gesamtlänge von 800 m haben. Die Erze werden fast ausschließlich auf dem Wasserwege angefahren. Für die Entladung dienen drei fahrbare elektrisch angetriebene Vollportalkrane für Selbstgreiferbetrieb. Diese Krane werfen die Erze zunächst auf einen Zwischenlagerplatz. Von hier werden sie durch einen mit Selbstgreifer ausgerüsteten Brückenkran auf das Hauptlager oder auch unmittelbar in die Bunker bei den Hochöfen befördert. Grobstückiges Erz geht über eine Erzbrecheranlage von 200 t Stundenleistung. Die Schiffsentladekrane haben Stundenleistungen von 70 bis 180 t je nach der Beschaffenheit der Erze und der Bauart der Schiffe. Der Brückenkran hat eine mittlere Stundenleistung von 250 t. Die Bunkeranlage ist zweireihig in Eisenbeton ausgeführt. Sie umfaßt 85 Erztaschen mit einem Gesamtinhalt von 17000 cbm. Die Kokstaschen zu beiden Seiten der Aufzüge haben einen Inhalt von 1440 cbm. Über die Erz- und Kokstaschen führen Geleise mit Anschluß an den Werkbahnhof. Eisenbahnwagen werden durch einen Wagenkipper entleert.



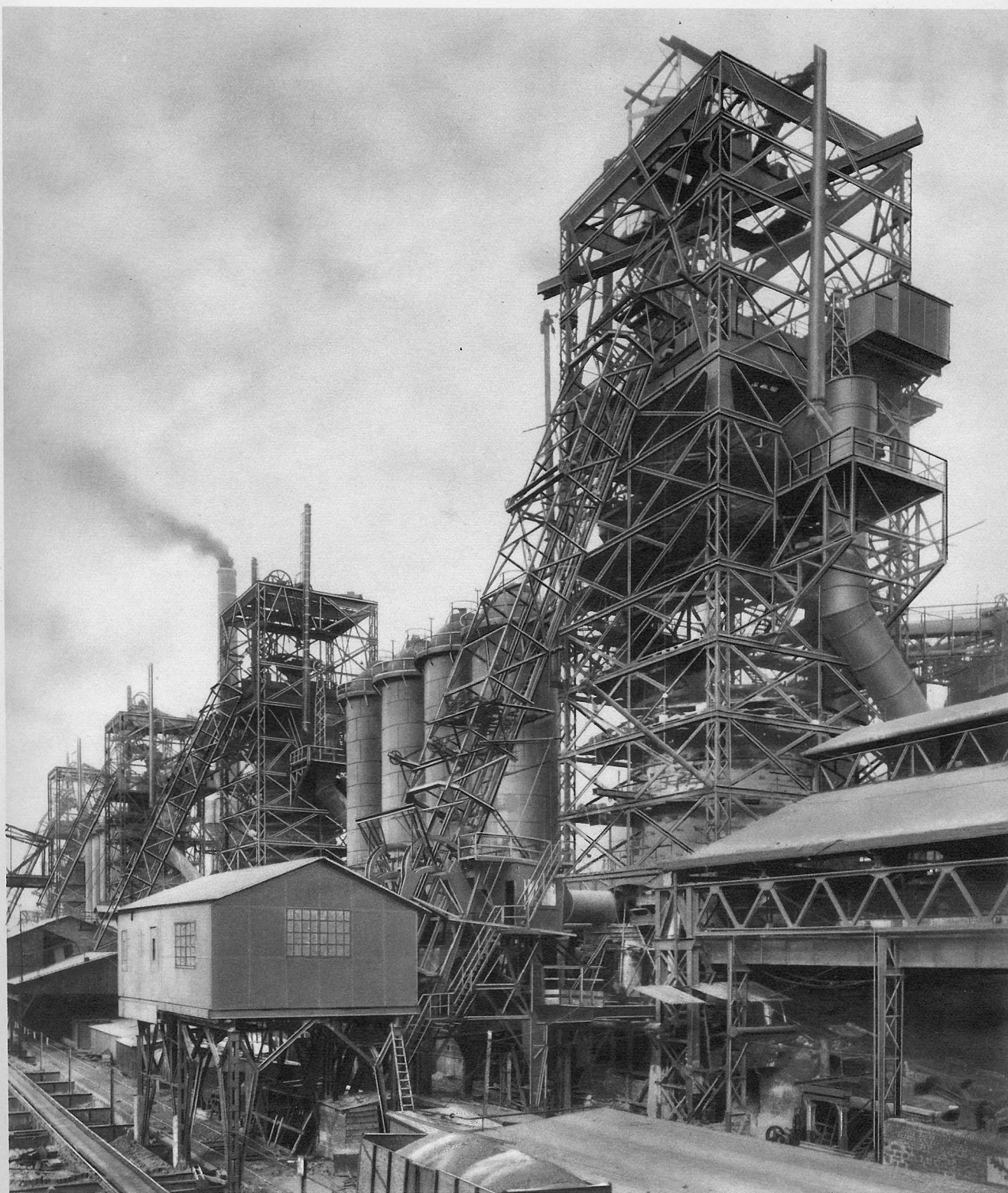
Das Bild vermittelt einen Blick auf den Führerstand eines Schrägaufzuges ähnlich der Anlage Seite 65. Acht solche Aufzüge wurden für Rußland geliefert. Der Aufzugsführer hat rechts das Steuergerät für die Bewegungen der Aufzugswinde. Mit der linken Hand bedient er den Steuerhebel der Koksfülleinrichtung. Durch Signalanlagen und Sprachrohre ist der Aufzugsmaschinist mit dem Erzzubringer, dem Maschinenhaus, der Gicht und anderen Betriebsstellen verbunden, so daß er sich ständig über den Stand der Begichtung unterrichtet halten kann. Das Maschinenhaus mit der gesamten Maschinerie zum Ofenbeschicken liegt auf halber Höhe über dem Aufzugsgerüst. Es enthält die Aufzugsmaschine mit ihrer Steuerung, die Schaltanlage, die Gichtglockenwinden, die elektrisch angetriebenen Sondenwinden und die Winden der Feinkoksaufzüge, die neben dem Koksunker liegen.



Bei den Schrägaufzügen mit Kippkübeln bedarf der Gichtverschluß einer besonders sorgfältigen Durchbildung wegen der einseitigen Entleerung des Fördergefäßes. Er ist mit einem kleinen äußeren und einem großen inneren Verschlußkegel versehen, von denen jeder eines besonderen maschinellen Antriebs zum Öffnen und Schließen bedarf. In den meisten Fällen ist noch eine besondere Drehvorrichtung für den Aufgabetrichter vorhanden, damit das einseitig eingekippte Gichtgut gleichmäßig auf den unteren Verschlußkegel verteilt und eine nach Menge und Korngröße ungleiche Schüttung verhindert wird. Sondenstangen, die durch Stopfbüchsen am Gichtverschluß in den Ofen eingeführt werden, unterrichten über die Höhenlage der Beschickung im Ofen. Beim Beschicken des Ofens werden sie zur rechten Zeit selbsttätig durch ein Windwerk hochgezogen.



Bei dieser Begichtungsanlage mit Schrägaufzug wurden die Karren in der Möllerhalle beibehalten. Sie werden zum Beschicken des Ofens auf eine Plattform der Laufkatze geschoben. Die Fahrbahnen des zweitrümmigen Aufzugs sind auf einem Teil der Strecke übereinander angeordnet, um eine Ausweiche zu erhalten.



Die Hochöfen werden meistens mit einem Gerüst aus Stahlkonstruktion umgeben, das möglichst unabhängig von Ofen und Ofensockel aufgestellt wird. Das Hochofengerüst trägt in Abständen von 3 bis 3,5 m Bühnen, die durch Treppen oder Leitern zugänglich gemacht werden. Sie gestatten, das Ofenmauerwerk jederzeit zu besichtigen und auszubessern.



Das Mauerwerk des Hochofens wird aus Schamottesteinen hergestellt. Es wird zur Sicherung gegen Verschiebung der einzelnen Steinschichten durch Stahlbänder oder durch einen Mantel aus Stahlblech bewehrt. Die Stärke des Mauerwerks beträgt am Schacht 700 bis 800 mm, an der Rast 500 bis 700 mm und im Gestell 800 bis 1000 mm. Der Bodenstein erhält je nach der Größe des Ofens eine Stärke von 1000 bis 2500 mm. Versuche, das Mauerwerk für die heiße Zone dicker auszuführen, haben sich als zwecklos erwiesen, da die Wand durch Abschmelzen sehr schnell an Stärke abnahm, bis sich zwischen der Abschmelzwirkung von innen und der Kühlwirkung von außen ein Gleichgewichtszustand herstellte. An die Hochofensteine werden hohe Anforderungen gestellt, die sich auf Tonerdegehalt, die Druckfestigkeit und Dichte beziehen. Bei der Herstellung darf nur ein Mindestmaß von Flußmitteln verwendet werden.

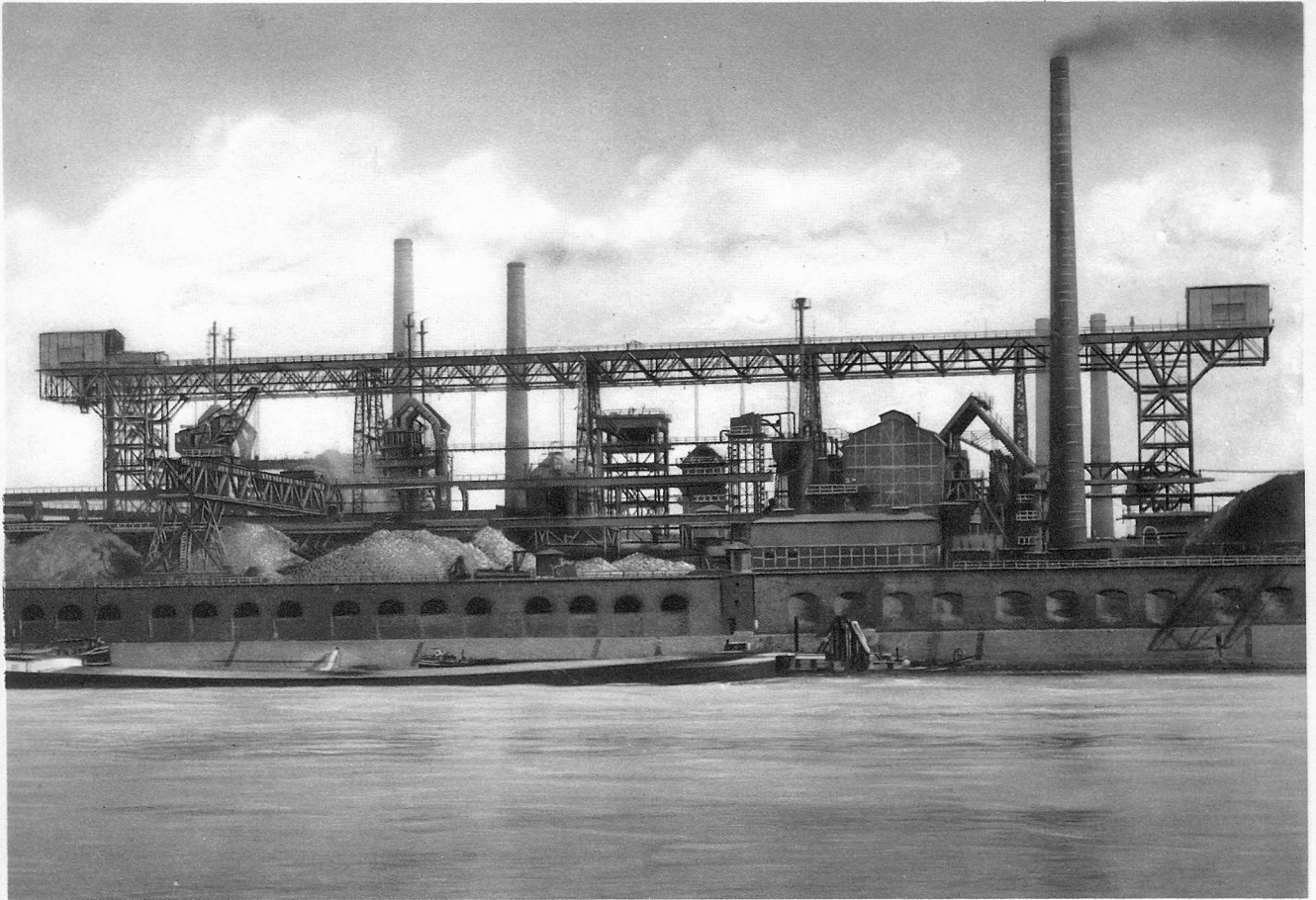


Trotz aller Vorzüge der Schrägaufzüge können örtliche Verhältnisse ihre Anwendung verbieten. Als Lösung bietet sich dann der Laufkran auf einer Hochbahn, die die Hochöfen und Bunkeranlagen überspannt. Der Laufkran wird infolge der benötigten Spannweite meist eine im Verhältnis zur Nutzlast ziemlich große Totlast haben. Es ist offenbar diese Lösung deshalb nur in Einzelfällen unter besonders günstigen Voraussetzungen gewählt worden. Als Fördergefäß dient der Trichterkübel, weil nicht nur der Gichtverschluß, sondern auch die Aufzugswinde sehr einfach werden. Die Bunkeranlage muß man einseitig gestalten oder Quertransporte auf besonderen Zubringern zulassen. Die Anlage ist auch deshalb ungewöhnlich, weil mit ihr nicht Eisen erschmolzen, sondern Schwefel aus Gips hergestellt wurde. Auf Grund des Versailler Diktates mußte sie 1919 zerstört werden.

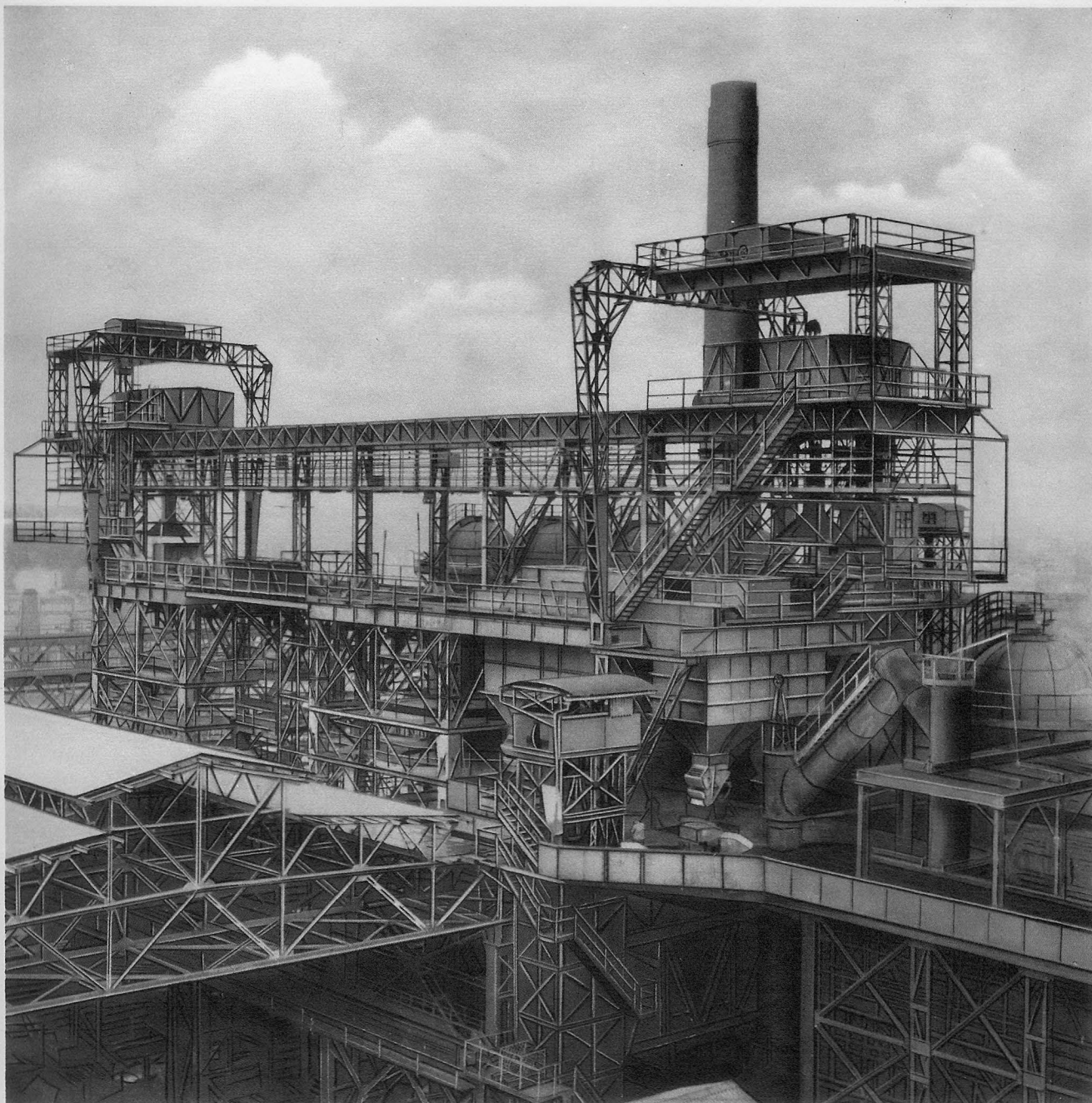


Wenn Quertransporte zwischen Bunker und Aufzug nicht zu umgehen sind, ist es richtiger, statt des Laufkrans Laufkatzen zu wählen und sie auf einer Hochbahn anzuordnen, die nur die Hochöfen überspannt. Den Laufkatzen fällt dann nur die Aufgabe zu, die Kübel senkrecht hochzuziehen in Richtung der Hochofenachse zu verfahren und sie senkrecht auf die Gicht der Ofen zu senken.

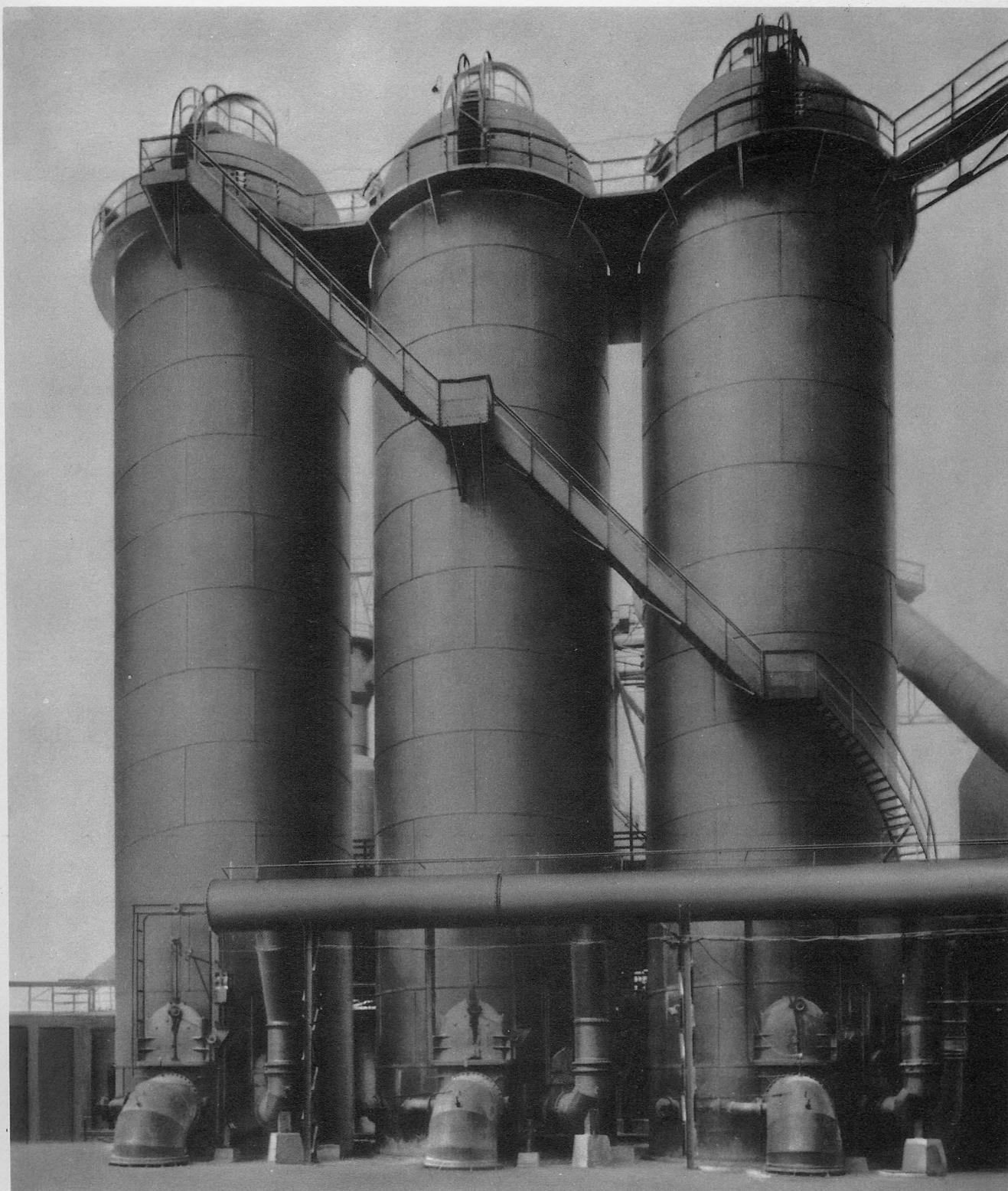
Die Aufzugswinden werden entweder auf der Hochbahn feststehend angeordnet oder in die Laufkatze eingebaut. Das abgebildete Hochofenwerk mit 4 Öfen hat eine Beschickanlage, bei der die Aufzugswinden feststehen. Diese Ausführung hat den Vorteil, daß die Laufkatzen leicht werden und der Aufzugsmaschinist durch die Gichtgase nicht belästigt werden kann. Außerdem braucht man keine Schleifleitungen für die Stromzuführung. Ausbesserungen an der Aufzugsmaschine lassen sich leicht ausführen. Die Trichterkübel haben 12 cbm Inhalt, so daß sowohl die Erz- als auch die Koksgicht in einer Fahrt nach oben befördert werden kann. Die Stützen der Hochbahn dienen als Aufzugsschächte und tragen gleichzeitig die Maschinenhäuser. Die Winde hat drei Seiltrommeln: eine Hubtrommel, eine Fahrtrommel und eine Trommel für das Seil des Gegengewichts, das zum Ausgleich der toten Last neben dem Aufzugsschacht senkrecht bewegt wird. Die Katze wird durch ein Fahrseil bewegt, das vorne und hinten an der Katze befestigt ist und über zwei Gegenrollen zur Fahrtrommel zurückläuft. Beim Fahren der Katze werden Hub- und Fahrtrommel selbsttätig miteinander gekuppelt, so daß das Hubseil entsprechend dem zurückgelegten Weg der Katze auf- und abläuft.



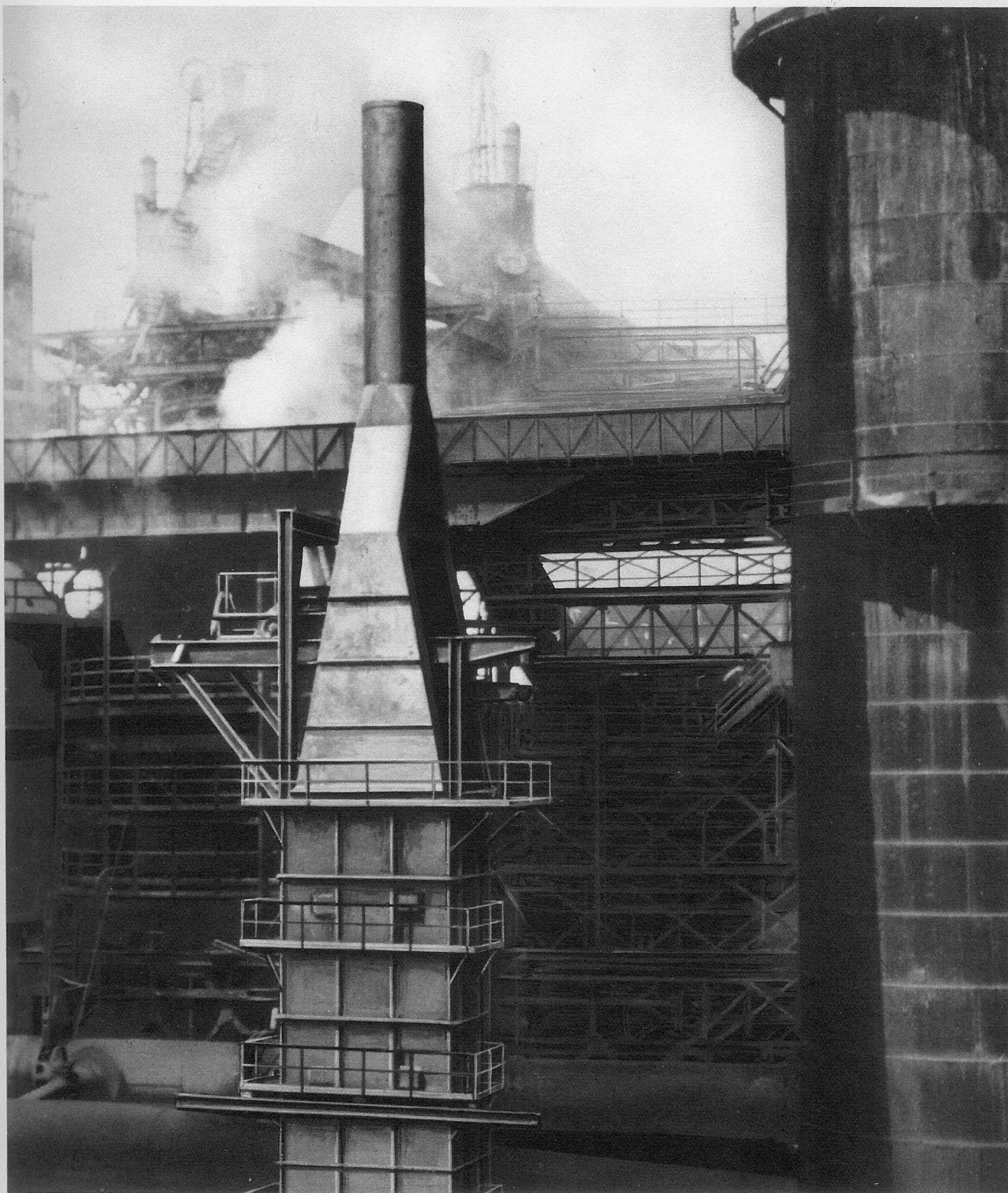
Laufkatzen mit eingebauten Winden werden auf diesem Hochofenwerk verwendet. Die 40 m hohe Fahrbahn ist 210 m lang. Die Laufkatze hat 25 t Tragfähigkeit. Die beiden Endstützen der Hochbahn sind die Aufzugsschächte. Die Erze werden durch Verladebrücken vom Haupterzlager oder unmittelbar von den Erzschiffen in die drei parallel zu den Hochöfen angeordneten Bunker überführt. Für das Füllen der Kübel mit Erz ist ein Durchgangsbunker vorhanden, der durch einen besonderen Kran mit Erz gefüllt gehalten wird. Unter dem Durchgangsbunker führt ein Tunnel zum Erzaufzugsschacht an dem einen Ende der Fahrbahn. Der Koks wird aus den Koksöfen in einen Löschwagen gedrückt und dann in einen Durchgangsbunker überführt. Unter diesem liegt eine Brechschnecke, die den grobstückigen Koks in 120 bis 150 mm große Stücke zerkleinert und sie einem Rollenrost zuführt. Der Rollenrost scheidet den Feinkoks ab und befördert den Großkoks in einen Förderkübel, der auf einer Drehscheibe steht. Die Drehscheibe ist mit 3 Drehtellern ausgerüstet und zwar zwei für volle und einem für leere Kübel. Durch die Drehscheibe werden die vollen Kübel unter den Koksförderschacht in den Bereich des Kranhakens und die leeren Kübel an das Ende des Rollenrosts gebracht. Die Laufkatze verzeichnet auf einem ablaufenden Papierstreifen alle Bewegungen, wodurch eine genaue Betriebsüberwachung möglich ist.



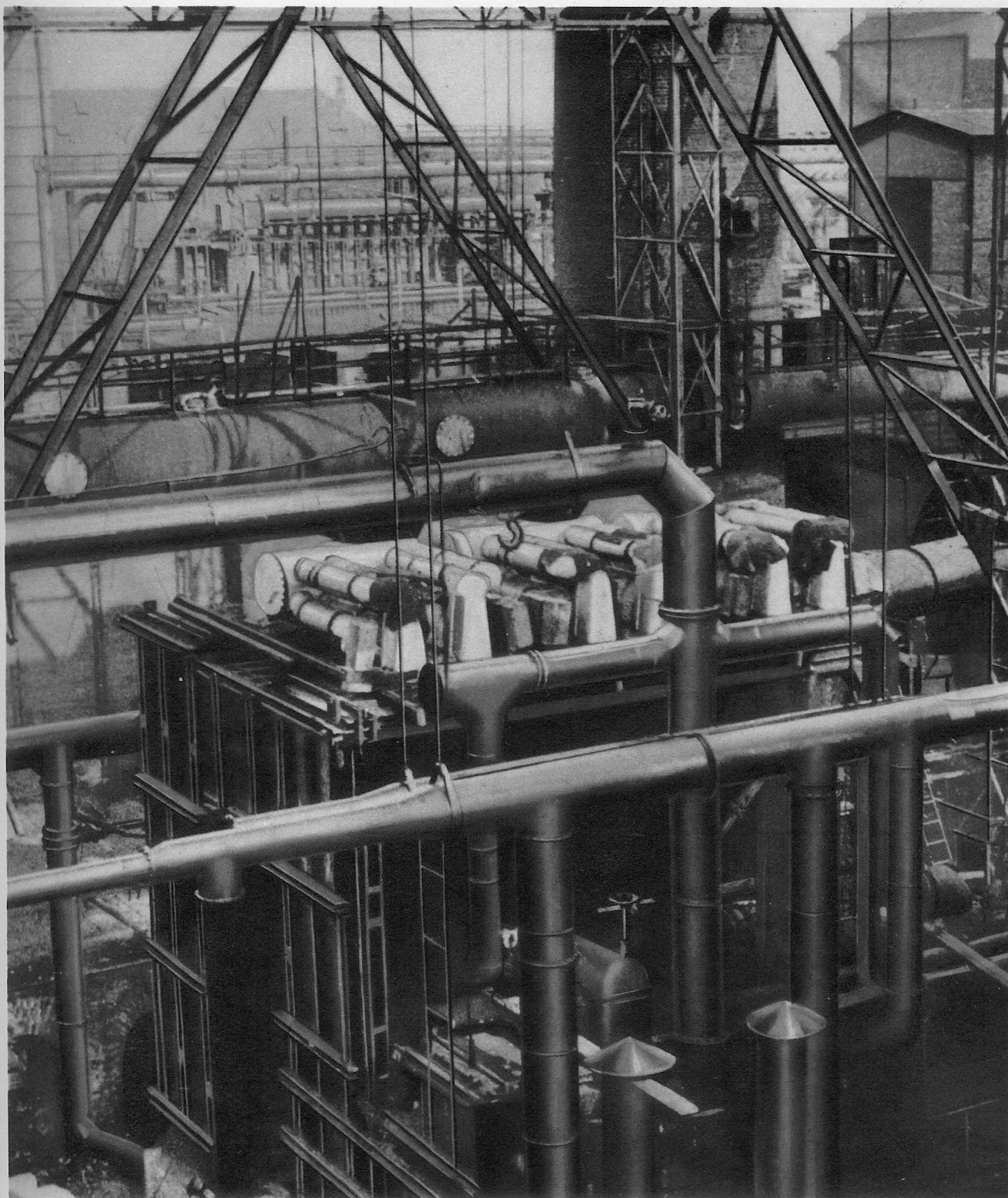
Auch auf diesem Hochofenwerk arbeitet man auf einer Hochbahn mit Laufkatzen, in die die Aufzugswinden eingebaut sind. Die in dieser Anlage verhütteten Kiesabbrände werden aus der Agglomerieranlage, System Dwight-Lloyd, in Klappkübeln auf Plattformwagen zu den Erzbunkern gebracht, dort durch einen Laufkran von den Wagen gehoben, über die Bunker gefahren und dort entleert. Der in Eisenbahnwagen eintreffende Koks und der Kalkstein werden durch einen Drehscheibenkipper in einen Klappkübel von 40 cbm Inhalt übergeführt und wie das Erz durch den Laufkran in die Bunker gekippt. Die Beschickanlage besteht aus der Hochbahn mit 2 Laufkatzen und zwei in Tunneln verkehrenden Zubringerwagen, die wie bei den Schrägaufzügen zwei Plätze für Trichterkübel haben.



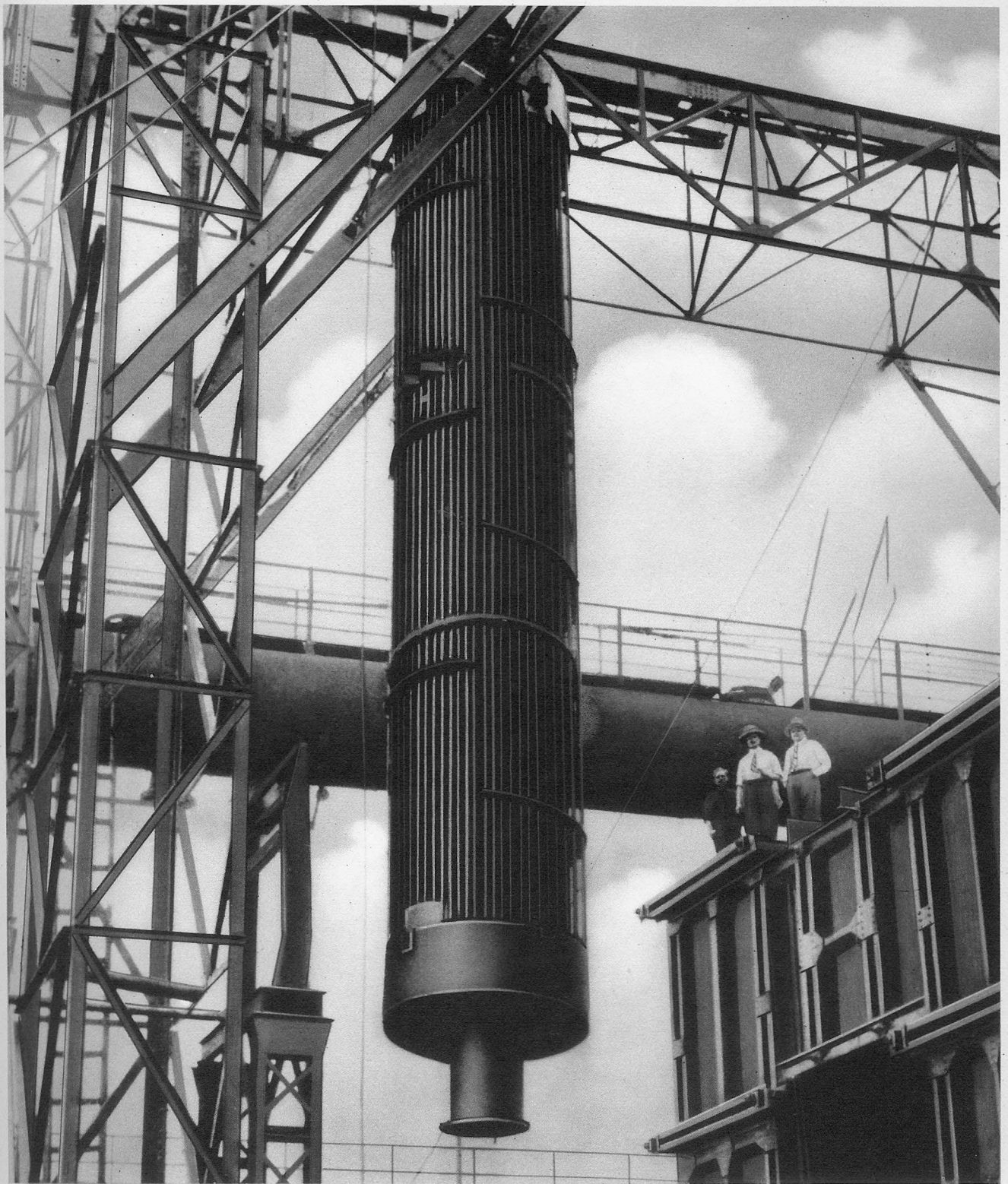
Die Winderhitzer nach dem System Cowper sind von einem Mantel aus Stahlblech umgeben, an den die Abschlußorgane und die anderen Armaturen angeschlossen sind. Bequeme Treppen führen bis zu der Bühne, die die 3 Winderhitzer miteinander verbindet, und von der aus auch die Kuppeln gefahrlos zugänglich sind.



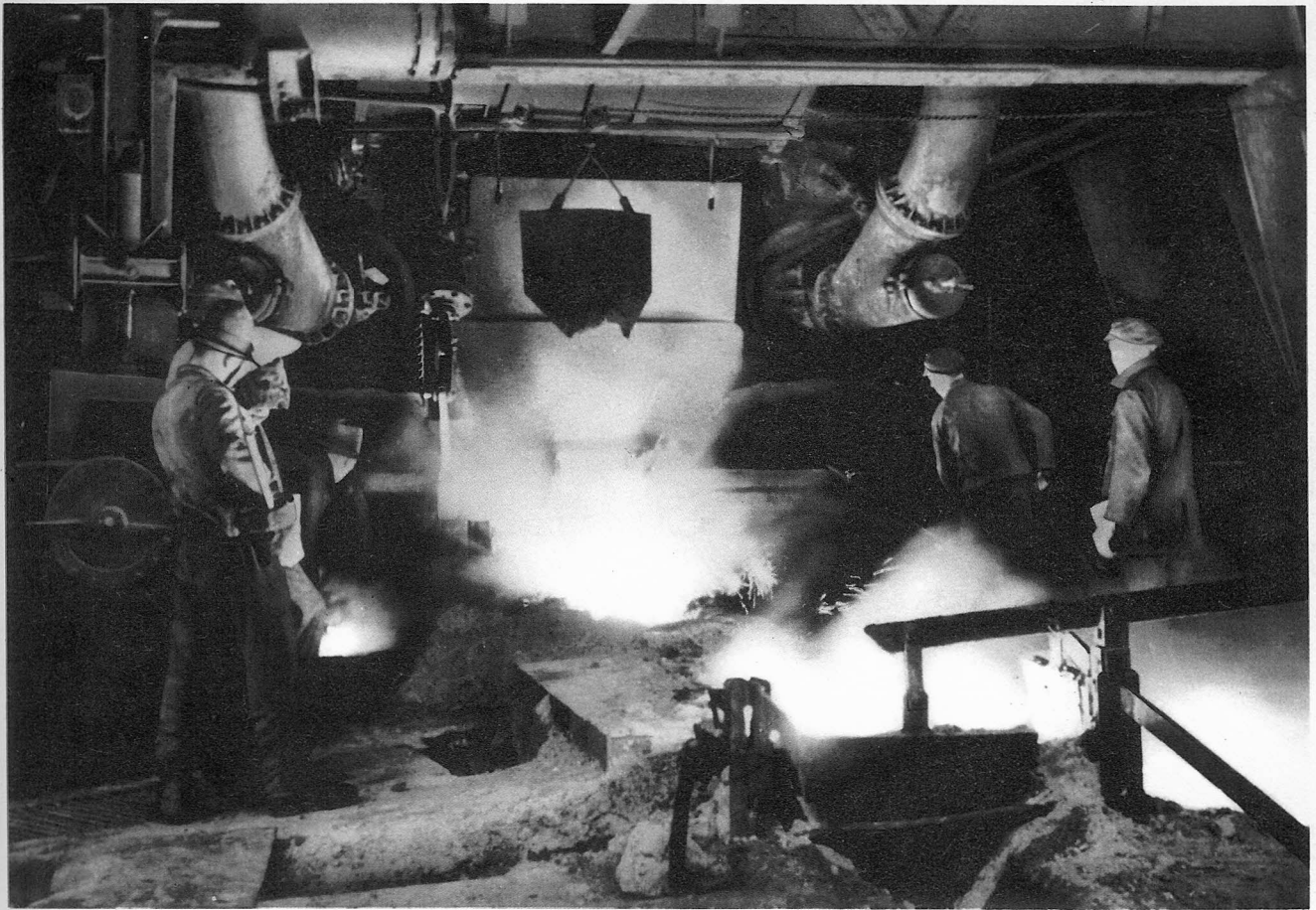
Die Stahlröhren-Winderhitzeranlage Patent Schack ist für einen Hochofen von 500 t Tageserzeugung errichtet. Die stündlich erforderliche Windmenge von 53 000 cbm soll auf 750° erwärmt werden. Die Verbrennungsluft wird durch ein besonderes Schleudergebläse geliefert, kann aber notfalls aus der Kaltwindleitung entnommen werden. Der Gesamtwirkungsgrad beträgt 85%.



Stahlröhren-Winderhitzer der Bauart SCHACK werden einzügig und mehrzügig gebaut. Im Bilde sind zweizügige Apparate dargestellt, die zu dreien in einem Block vereinigt sind. Zwei Apparate sind dauernd im Betriebe, während der dritte zur Reserve dient. Beachtenswert ist der geringe Platzbedarf. Es werden stündlich 75000 Nm^3 Wind auf 720°C erhitzt.



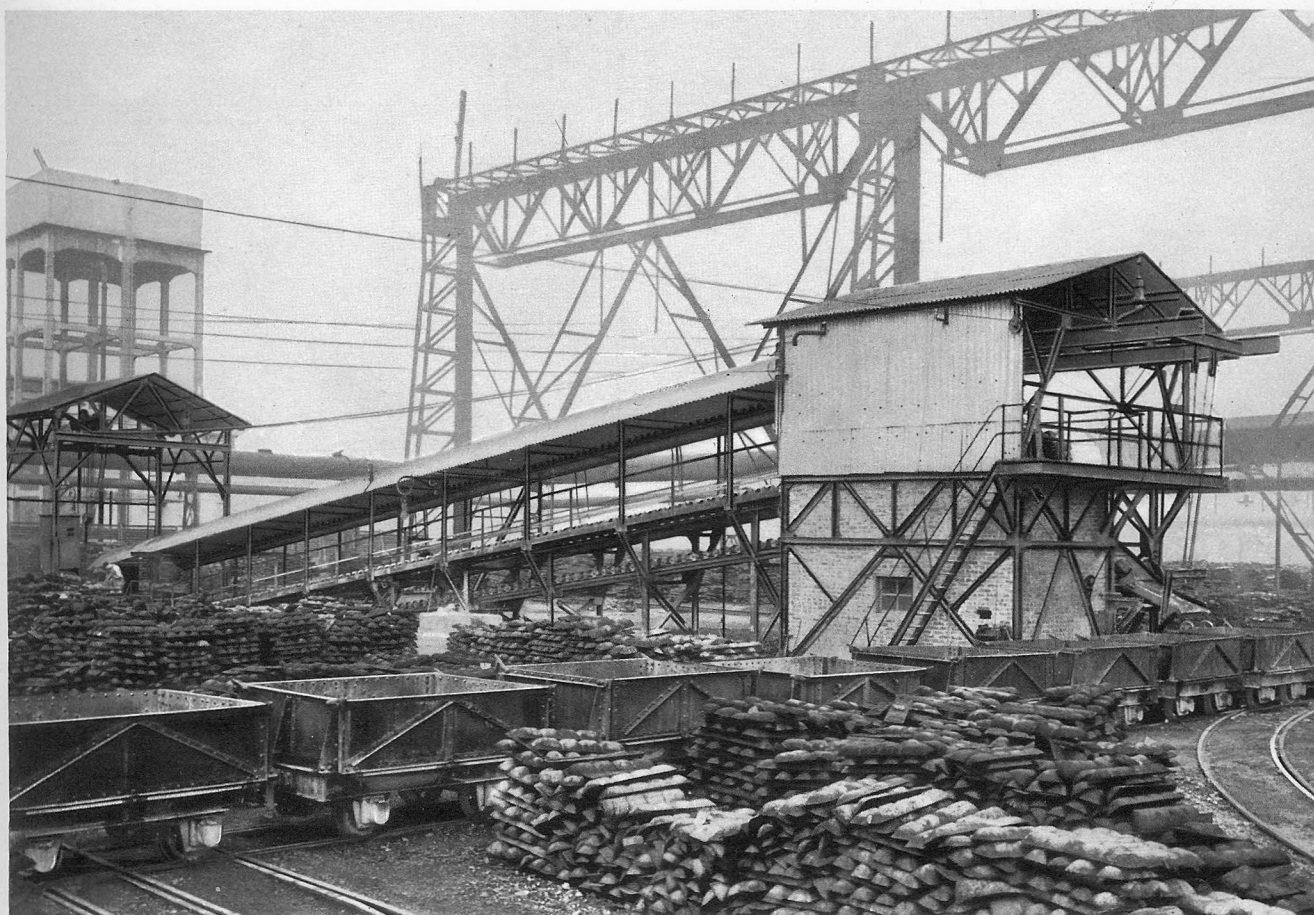
Jedes Rohrbündel der Schack'schen Stahlröhren-Winderhitzer wird in einer besonderen Vorrichtung in waagerechter Lage zusammengebaut und verschweißt und dann mitsamt dieser Vorrichtung aufgerichtet. Nach Entfernung der Zusammenbaulehre wird das Röhrenbündel von oben in den fertig ausgebauten Zug eingefahren. Die Windtemperatur wird vom Hochofen aus selbsttätig geregelt.



Sobald sich eine bestimmte Menge Roheisen im Gestell des Hochofens angesammelt hat, muß es aus dem Ofen herausgelassen werden. Es wird „abgestochen“ indem das durch eine feuerbeständige Masse geschlossene Stichloch durch eingetriebene Stahlstangen, meist mit Hilfe eines Preßluft-Stichlochhammers, Bauart DEMAG, wieder geöffnet wird. Täglich erfolgen 4 bis 6 „Abstiche“. Das flüssige Eisen läuft über die Abstichbühne durch verschiedene Abflußrinnen, die nach Bedarf geöffnet werden, in die Pfannen der unter der Abstichbühne stehenden Roheisenwagen. Die Wagen mit den gefüllten Pfannen werden dann in das Stahlwerk gefahren.



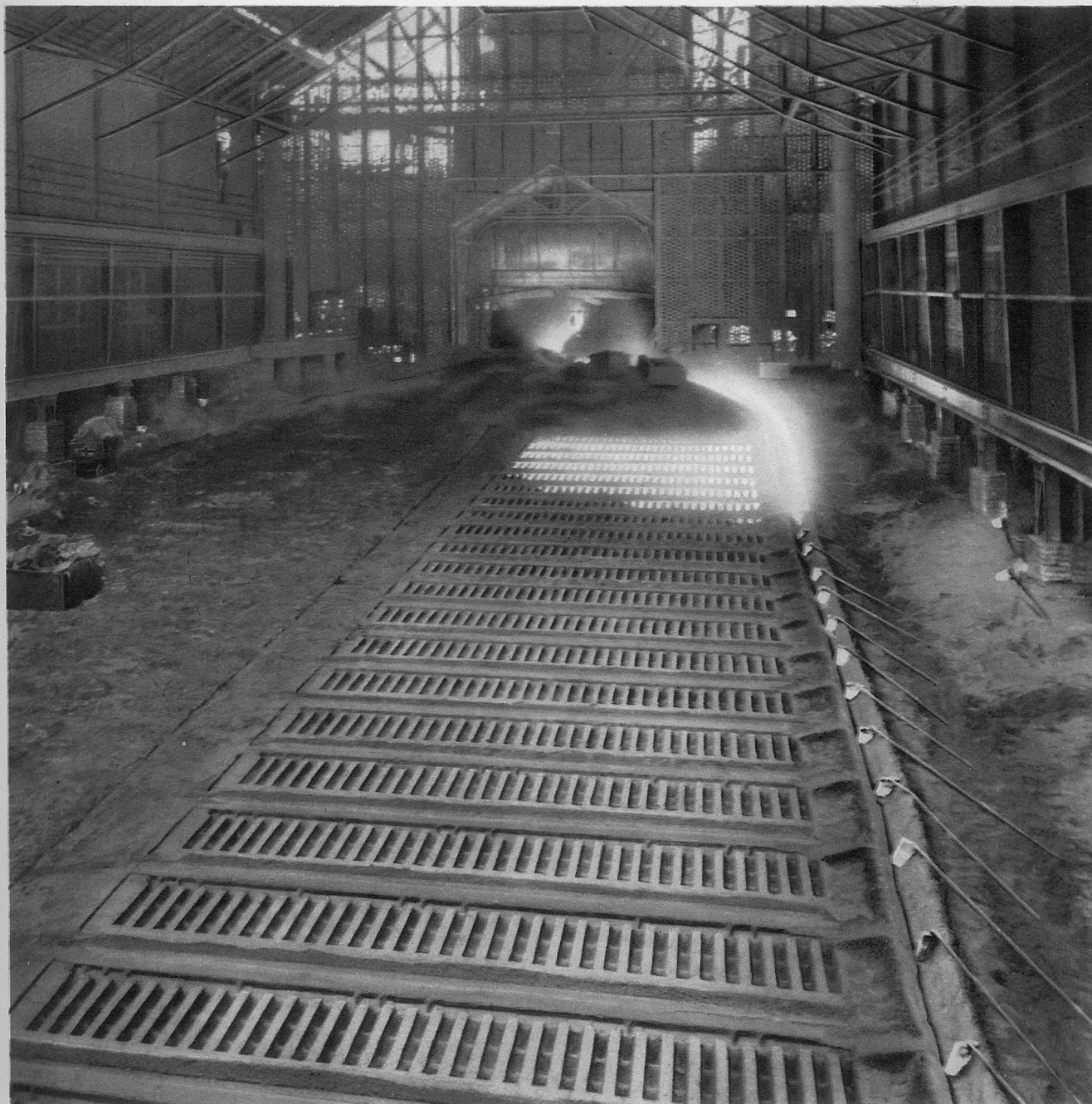
Die im Gestell des Hochofens über dem Roheisen schwimmende flüssige Schlacke wird im Ofen zurückbehalten, bis sie bis an die Schlackenform gestiegen ist. Dann strömt sie durch diese Form von etwa 30 bis 50 mm lichter Weite dauernd in eine Schlackenrinne und gelangt von dieser in eine darunter gestellte Schlackenpfanne.



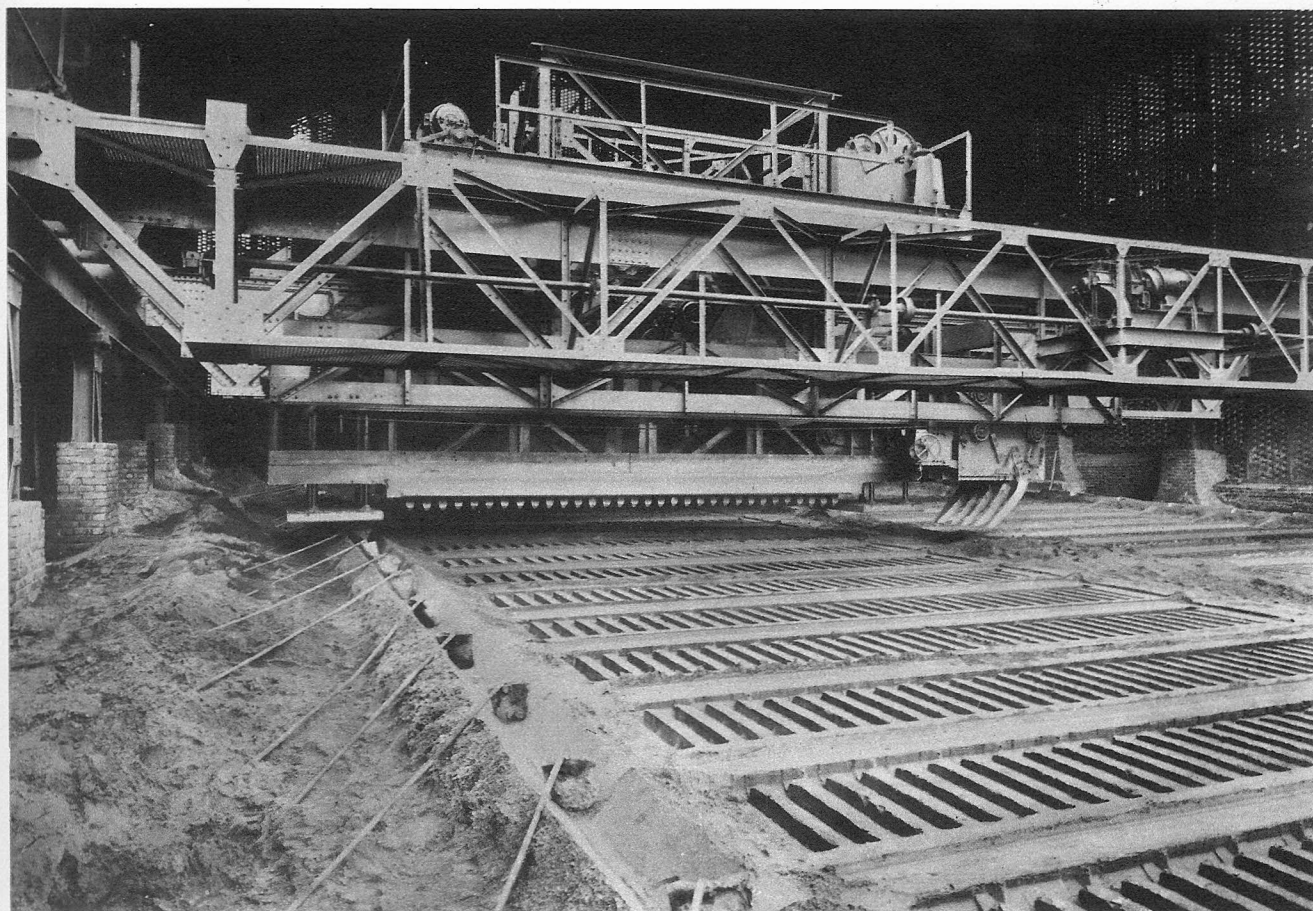
Wo das im Hochofen erzeugte Roheisen nicht flüssig dem Stahlwerk zugeführt werden kann, muß es zu handlichen Blöckchen, zu „Masseln“ vergossen werden. Das geschieht meist auf einem mit geringer Neigung verlegten Gießbett aus Formsand, das nach jedem Abguß aufs neue hergerichtet werden muß. Vorher aber müssen die wie bei einem Kamm zusammenhängenden Teile, die „Masselkämme“ zerschlagen und die Stücke verladen und gestapelt werden. Zur Herrichtung des Gießbettes gehört insbesondere das Entfernen der Eisensplinter, das Auflockern des Sandes, die Herstellung der Masselformen und der Einlaufrinne. Trotz der erheblichen Anlagekosten hat man sich auf verschiedenen Werken zur Aufstellung von Gießmaschinen entschlossen, um diese zeitraubenden und schweren Arbeiten auszuschalten und die Gießhallen entbehrlich zu machen. Die Gießmaschinen können als Drehtisch- und Bandmaschinen gebaut werden. Sie besitzen Dauerformen aus Hämatitroheisen. Bei den hauptsächlich gebauten Bandmaschinen bilden die Formen Teile einer endlosen Kette und liegen so dicht beieinander, daß der Gießvorgang ununterbrochen verlaufen kann. Das Roheisen wird zunächst am Hochofen in eine Gießpfanne abgestochen und dann zur Gießmaschine befördert.



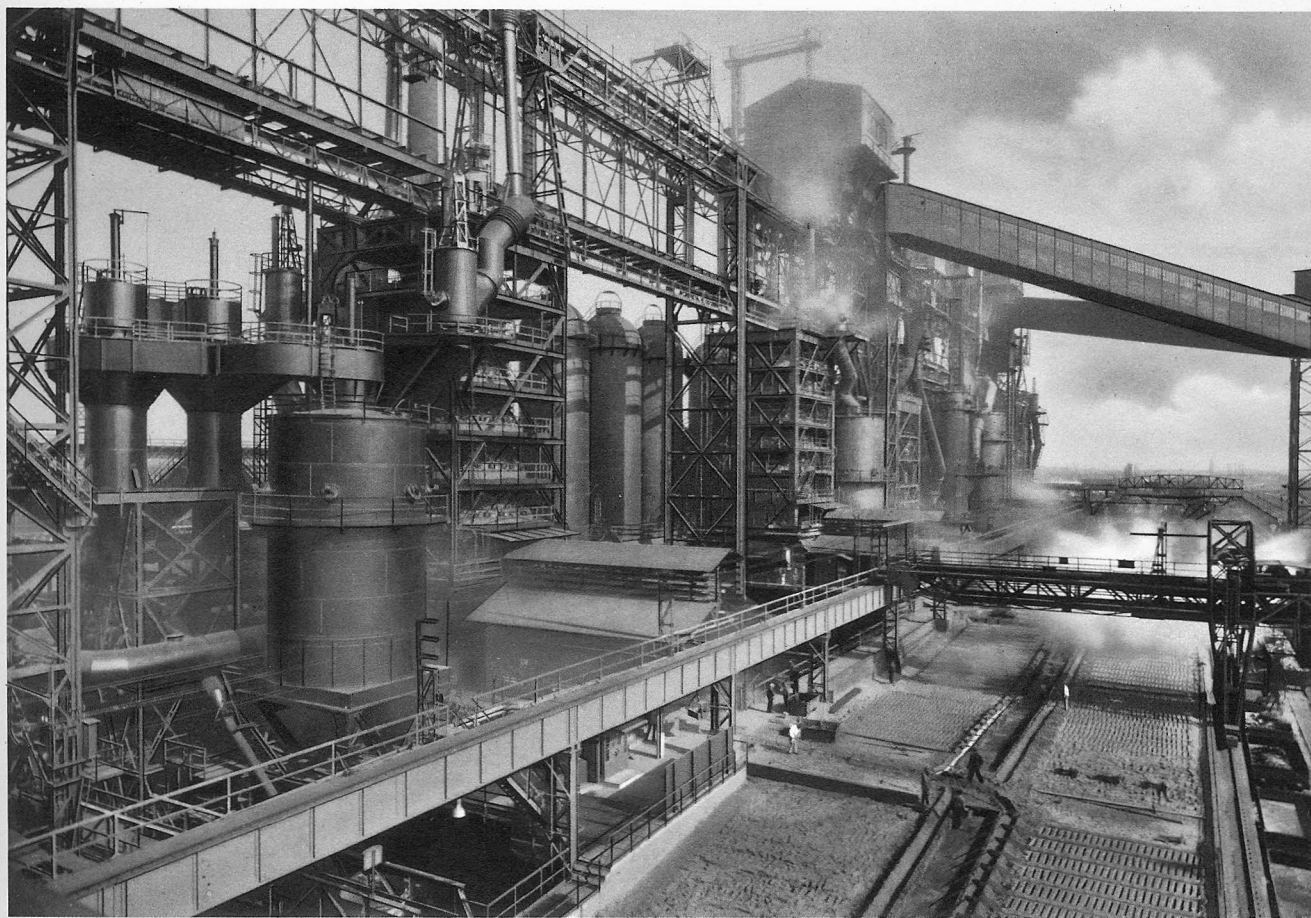
Das flüssige Roheisen wird der in einiger Entfernung vom Hochofen aufgestellten Gießmaschine durch eine fahrbare Gießtrommel zugeführt. Eine feststehende Kippvorrichtung kippt dann die Trommel derart um eine durch ihre Austrittsschnauze gehende Achse, daß das Roheisen in gleichmäßigem Strahl in die feste Gießrinne und aus ihr in die darunter hinwegbewegten Formen des Gießbandes fließt. Die Masselformen bilden eine endlose Kette, die, von Rollen getragen, auf einer vom Eingießende ab sanft ansteigenden Bahn geführt ist. Während der Wanderung über diese Bahn werden die Masseln durch Duschen abgekühlt, so daß sie bei der Ankunft am oberen Bandende in Eisenbahnwagen abgeworfen werden können. Die zum Einguß rückwandernden Formen des unteren Gießbandstranges werden mit Kalkmilch ausgespritzt, damit die erstarrenden Masseln in ihnen nicht haften bleiben.



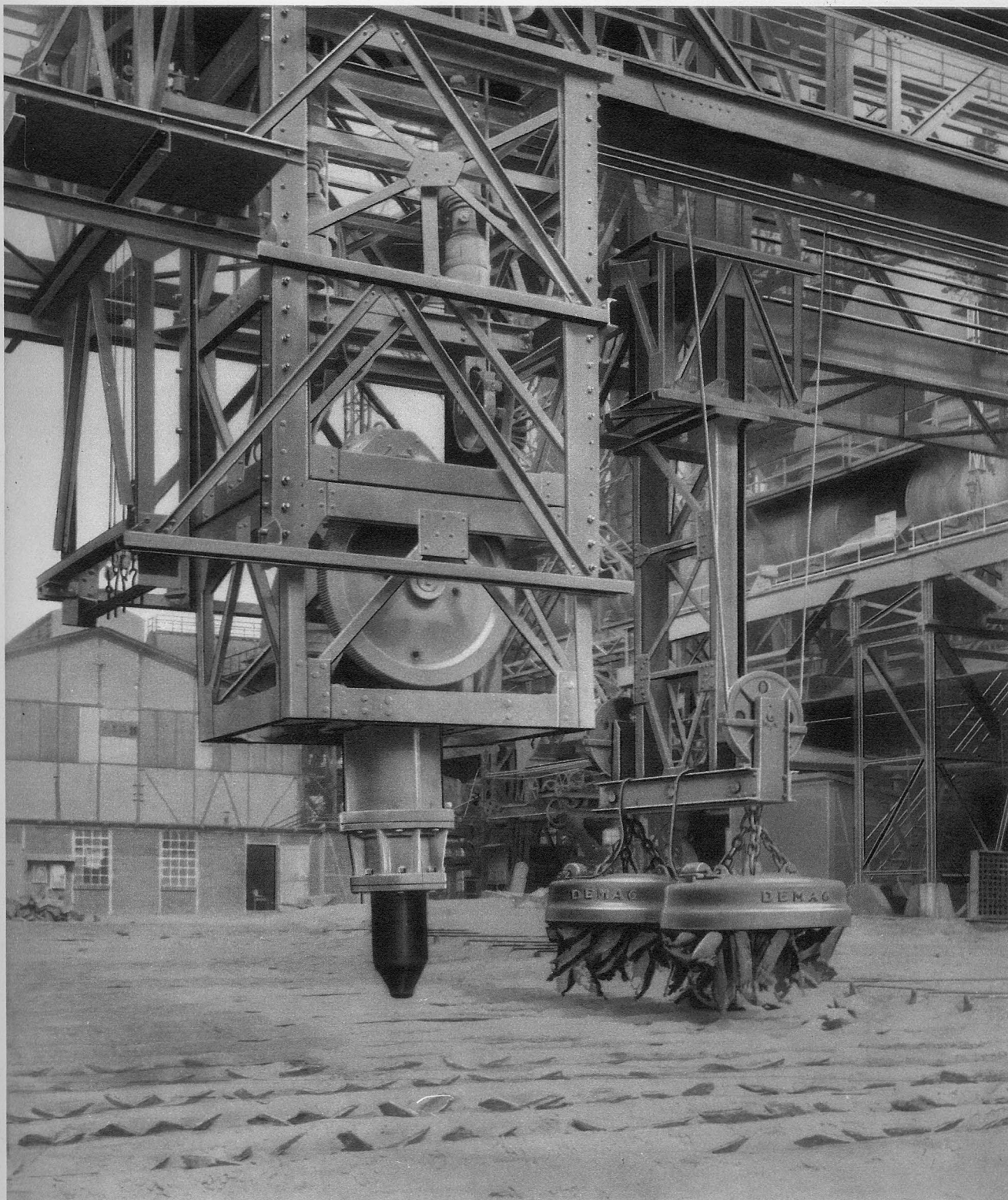
Bei vielen Hochöfnern bestehen Bedenken gegen die Verwendung von Gießmaschinen, weil ihre Beschaffung hohe Anlagekosten verursacht und hohe Instandhaltungskosten befürchtet werden. Man hat sich deshalb an diesen Stellen für andere Einrichtungen entschieden. Die schwere Handarbeit in den Gießhallen wird durch Sandaufbereitungs- und Masselformmaschinen abgelöst. Sie verrichten die Arbeit schneller, und der Gießhallenbetrieb wird verbilligt. Auf einem Kranträger befindet sich der Aufbereitungswagen, der mit hochklappbaren Pflugscharen und einem heb- und senkbaren Abstreifblech ausgestattet ist. Neben der Bahn dieses Wagens liegt eine Formplatte mit den Formen für die Masseln. Diese beiden unabhängig voneinander arbeitenden Vorrichtungen befinden sich an einem gemeinsamen an einer Laufkatze heb- und senkbar befestigten Gerüst.



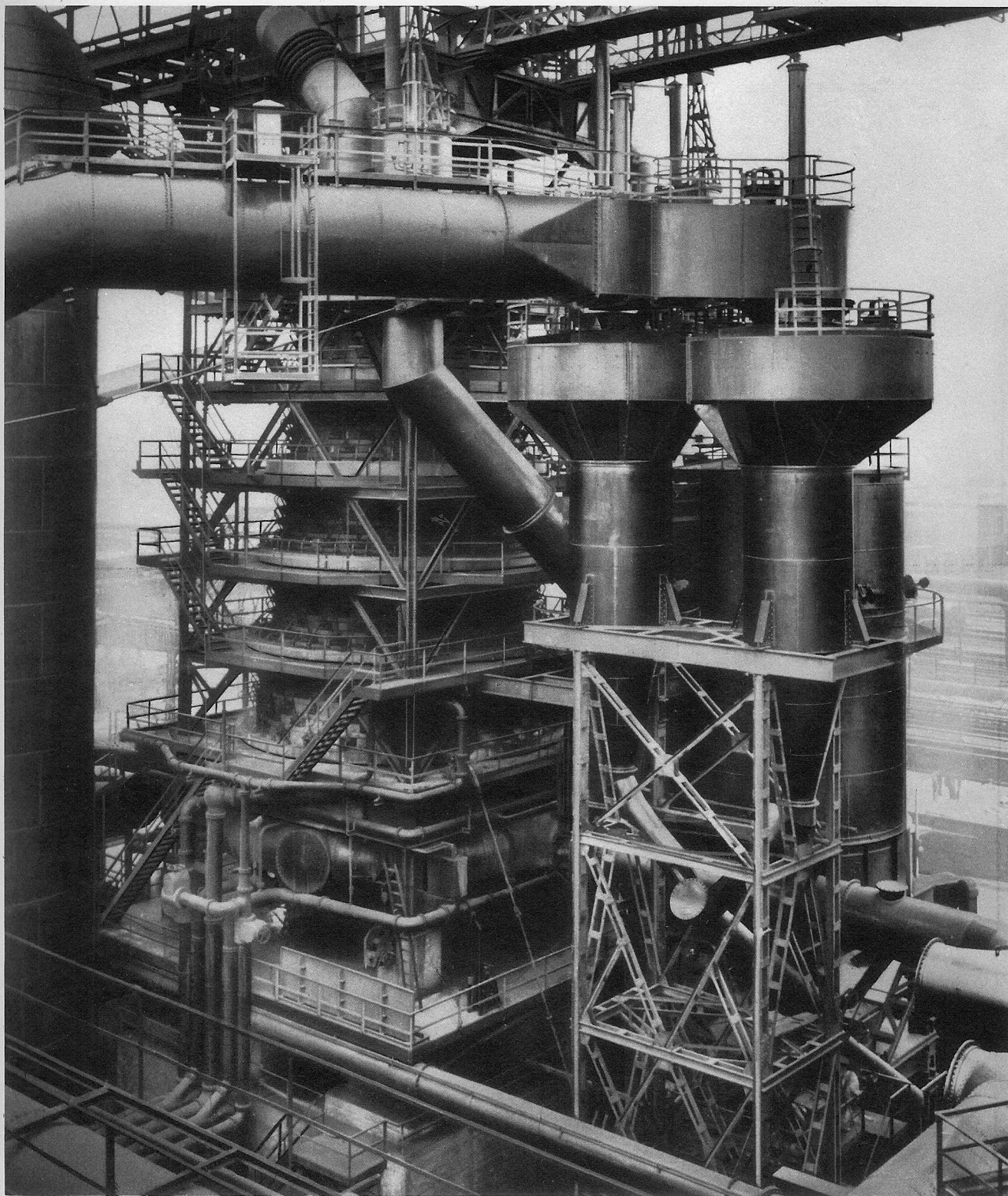
Der Aufbereitungs- und Formvorgang verläuft bei Verwendung eines Gießbettkrans wie folgt: Der Kran beginnt seine Tätigkeit am Anfang des Gießbetts. Hier wird also zuerst das Gerüst mit der Aufbereitungs- und Formvorrichtung bis auf das Gießbett gesenkt und anschließend der Aufbereitungswagen mit den Pflugscharen in Bewegung gesetzt. Die Pflugscharen graben sich hierbei 50 bis 70 cm in den Sand ein und lockern einen Streifen von der Breite eines Masselkammes auf. Dann wird umgesteuert. Beim Rückwärtsgang klappen die Pflugscharen selbsttätig hoch, während das Abstreifblech sich niedersenkt und das Bett glättet. Damit ist die Aufbereitung eines Streifens beendet. Jetzt wird der Wagen mit den Pflugscharen gehoben und die Formplatte auf das Sandbett niedergelassen. Da die Masselmodelle in der Formplatte lose hängen, heben sie sich hierbei nach oben und werden durch die Formplatte hindurchgeschoben. Jetzt erst werden die Modelle in den Sand eingedrückt, indem ein Formwagen von entsprechendem Gewicht über die Formplatte hinweggezogen wird. Die Masselmodelle werden hierbei einzeln nacheinander durch Druckrollen unter allmählich ansteigendem Druck in das Sandbett gepreßt und außerordentlich saubere Masselformen hergestellt.



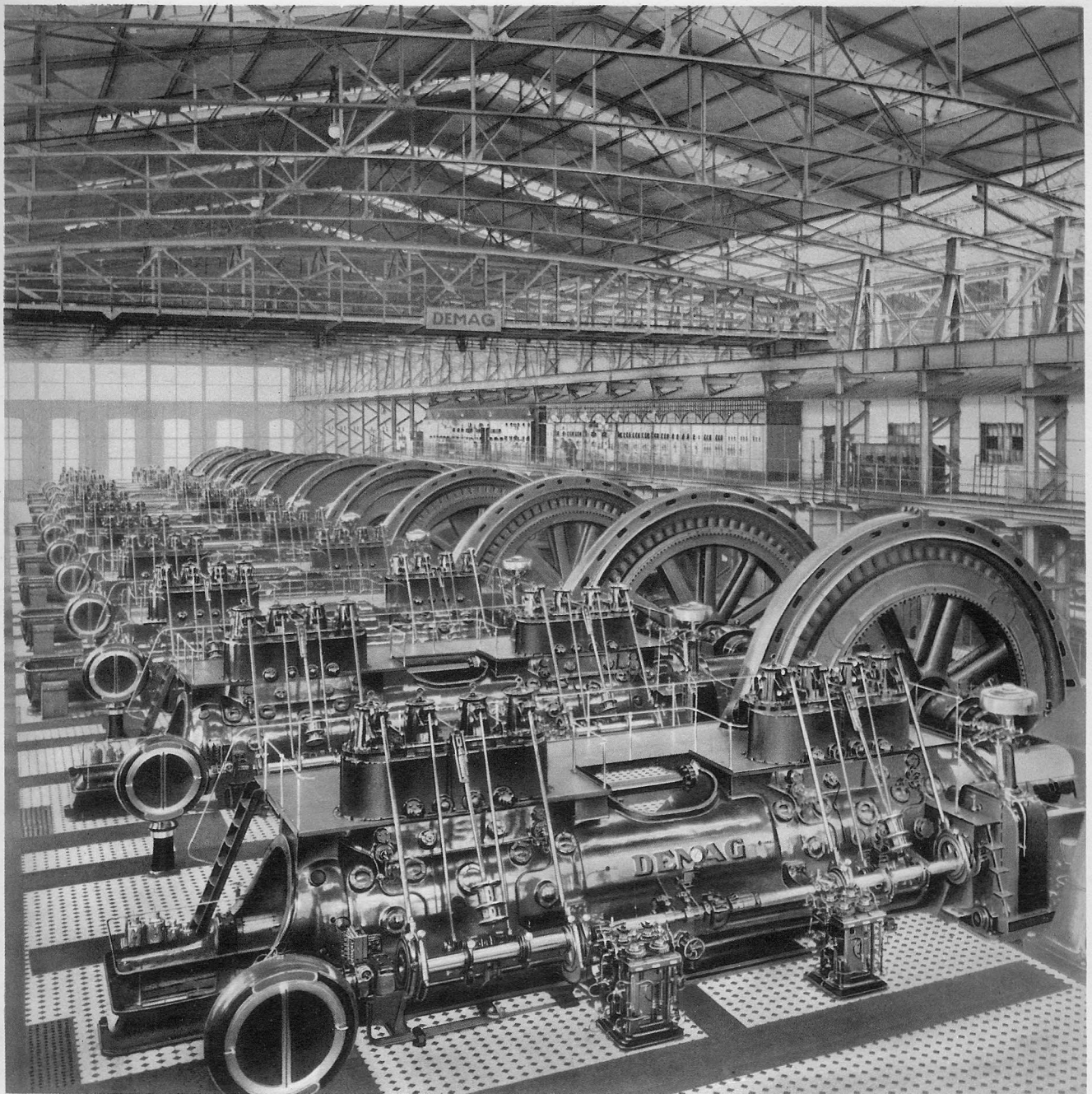
Bei diesem Verfahren der Aufbereitung des Gießbetts durch Gießbettkrane erhält man Masseln, die in der Gestalt, im Gewicht und im Gefüge durchaus gleichmäßig sind. Ihre Oberfläche ist glatt und der anhaftende Sand fällt leicht ab. Die einzelnen Formen eines Kammes liegen genau gleich hoch und laufen infolgedessen gleichmäßig voll. Das Gefälle wird durch die Stellung der Formplatte erreicht. Die Höhenabstufung zwischen den einzelnen Kämmen kann durch das Hubwerk leicht eingestellt werden. Das Zerschlagen der Masseln und Masselkämme mit Handhämmern ist eine schwere Arbeit und erfordert besonders bei nicht maschinengeformten Masseln eine größere Zahl kräftiger Arbeiter. Zweckmäßig läßt man diese Arbeit durch Schlagwerkskrane ausführen. Die Schlagwerke befinden sich auf einer Laufkatze. Sie werden meist als doppelwirkende Zweizylinder-Lufthämmer mit elektrischem Antrieb und Schlagzahlen bis zu 120 in der Minute ausgeführt.



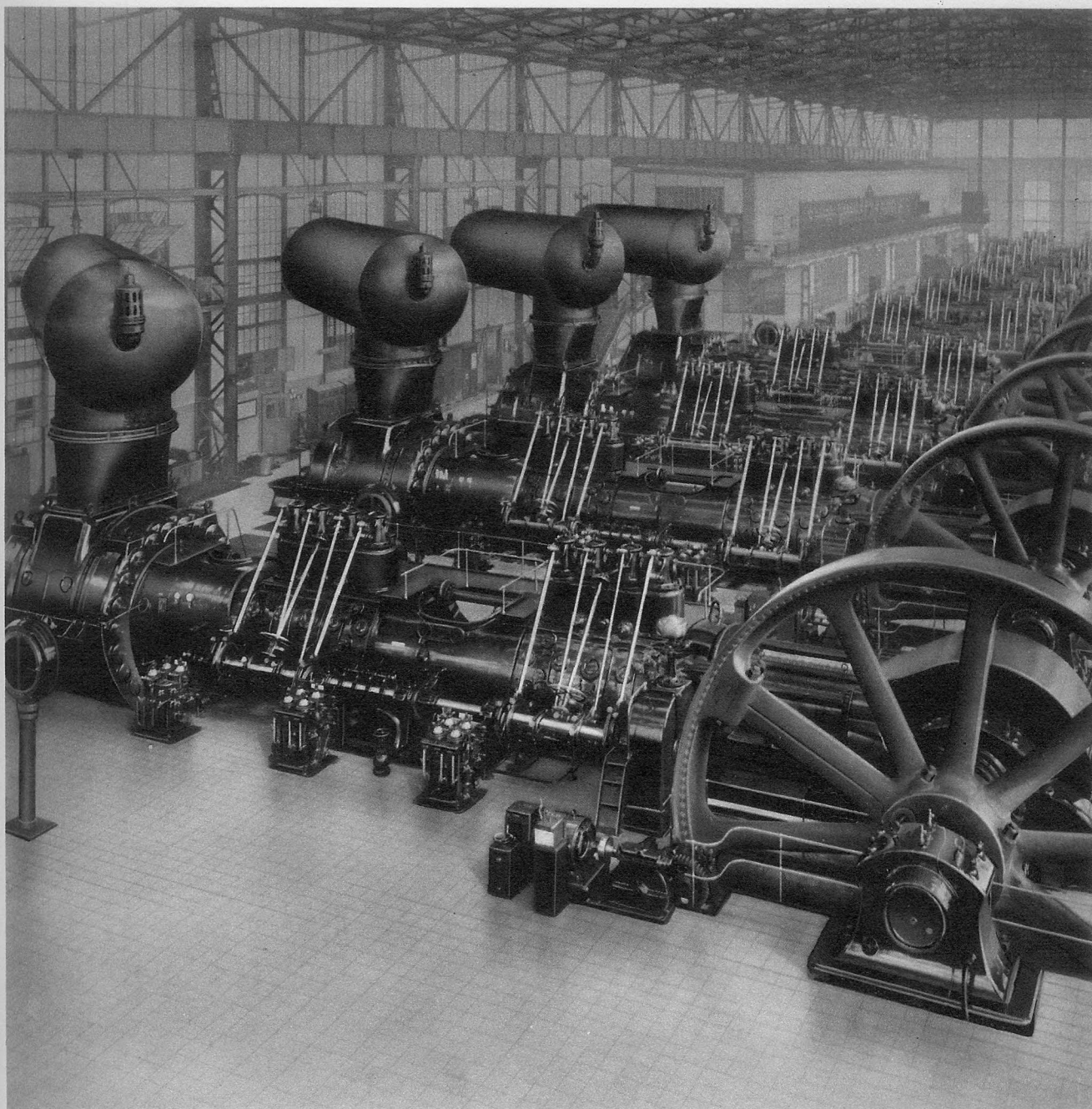
Die Lufthämmer der Schlagwerkskrane haben ein Bärgewicht von 300 Kg. Die stündliche Leistung beträgt bis zu 80 t geschlagene Masseln. Zum Verladen der Masseln werden diese Krane meist auch mit Hubmagneten ausgerüstet, die an einer besonderen Laufkatze hängen und mit starrer Führung zu versehen sind, um schnell und sicher verladen zu können.



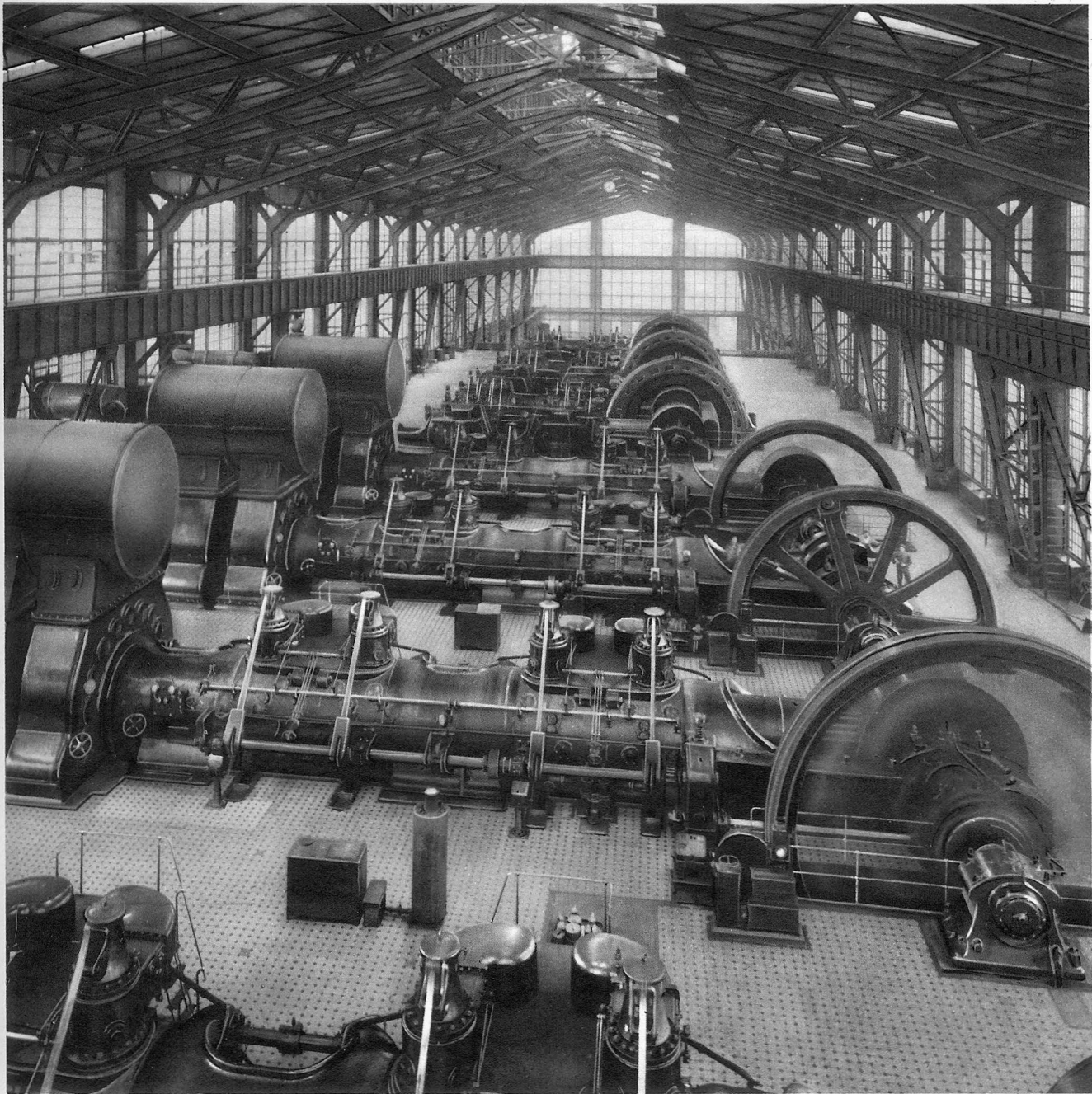
„Wirbler“, das sind Fliehkraftentstauber, die unter der Bezeichnung Zyklone in anderen Industrien schon länger zur Staubabscheidung verwendet wurden, haben seit einiger Zeit auch auf Hüttenwerken Anwendung gefunden. Auf den Hochofenwerken findet man sie an Stelle der früher üblichen Staubsäcke. Das Gichtgas durchströmt sie unmittelbar nach dem Austritt aus dem Hochofen.



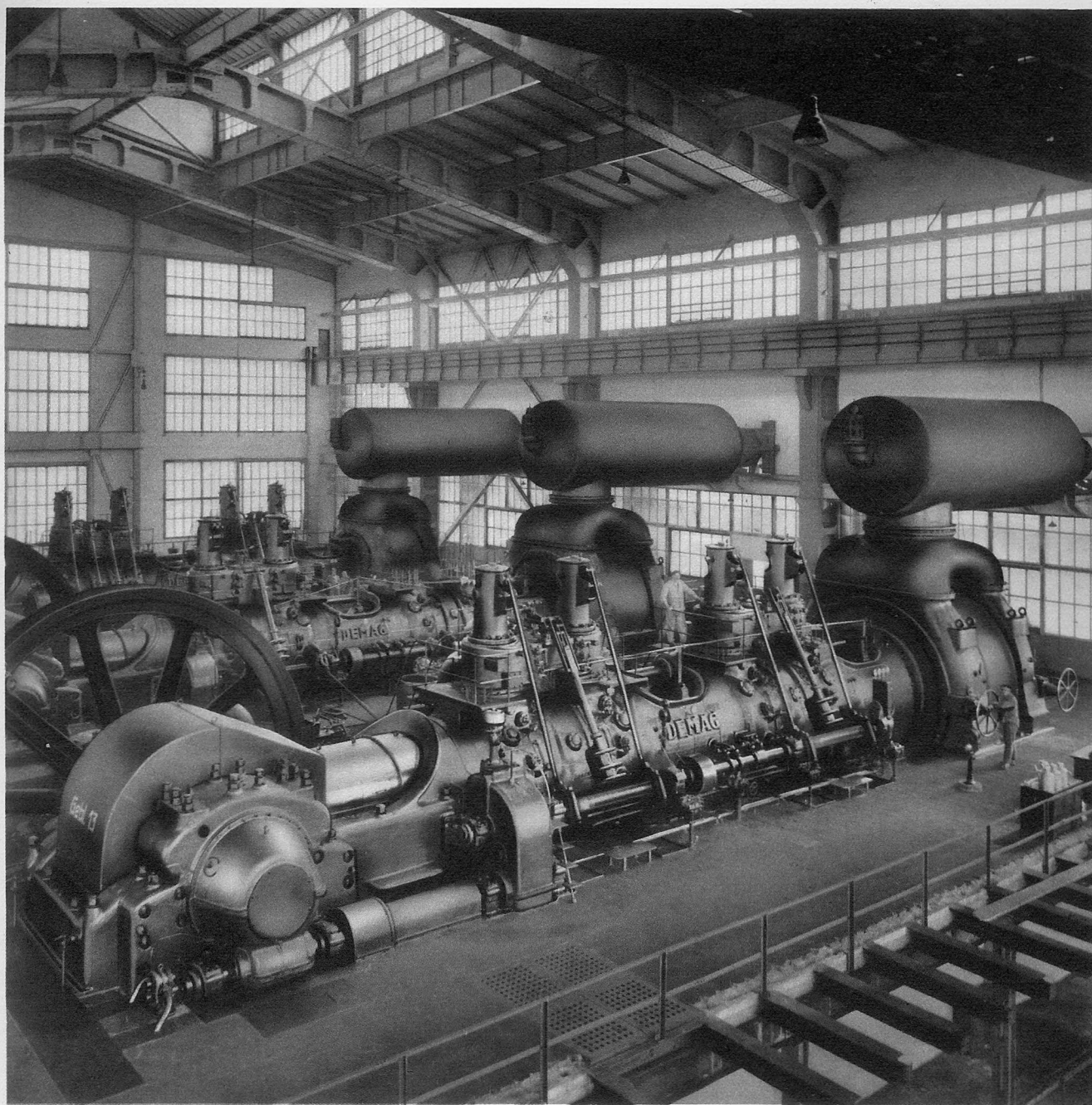
Mit dem Bau von Großgasmaschinen hat die DEMAG schon um die Jahrhundertwende — allerdings in Zusammenarbeit mit der belgischen Gesellschaft Cockerill — begonnen. Eine klare Entwicklungsrichtung war auf diesem Gebiete damals noch nicht zu erkennen. Erst der im Jahre 1905 in das Mülheimer Werk eingetretene HANS RICHTER, der als der eigentliche Schöpfer der Großgasmaschinen angesehen werden kann, veranlaßte, daß diese Maschinengattung in rationeller Weise in das Fabrikationsprogramm aufgenommen wurde. Es wurde möglich, die Baukosten so zu vermindern, daß große Kraftwerke mit Gasmaschinen, besonders im Anschluß an Hochofenwerke entstanden. In dem größten deutschen Hütten-Gaskraftwerk stehen in zwei Hallen zusammen 22 Maschinensätze von insgesamt 64000 kw Leistung, darunter Hochleistungsmaschinen von je 5000 PSe Leistung.



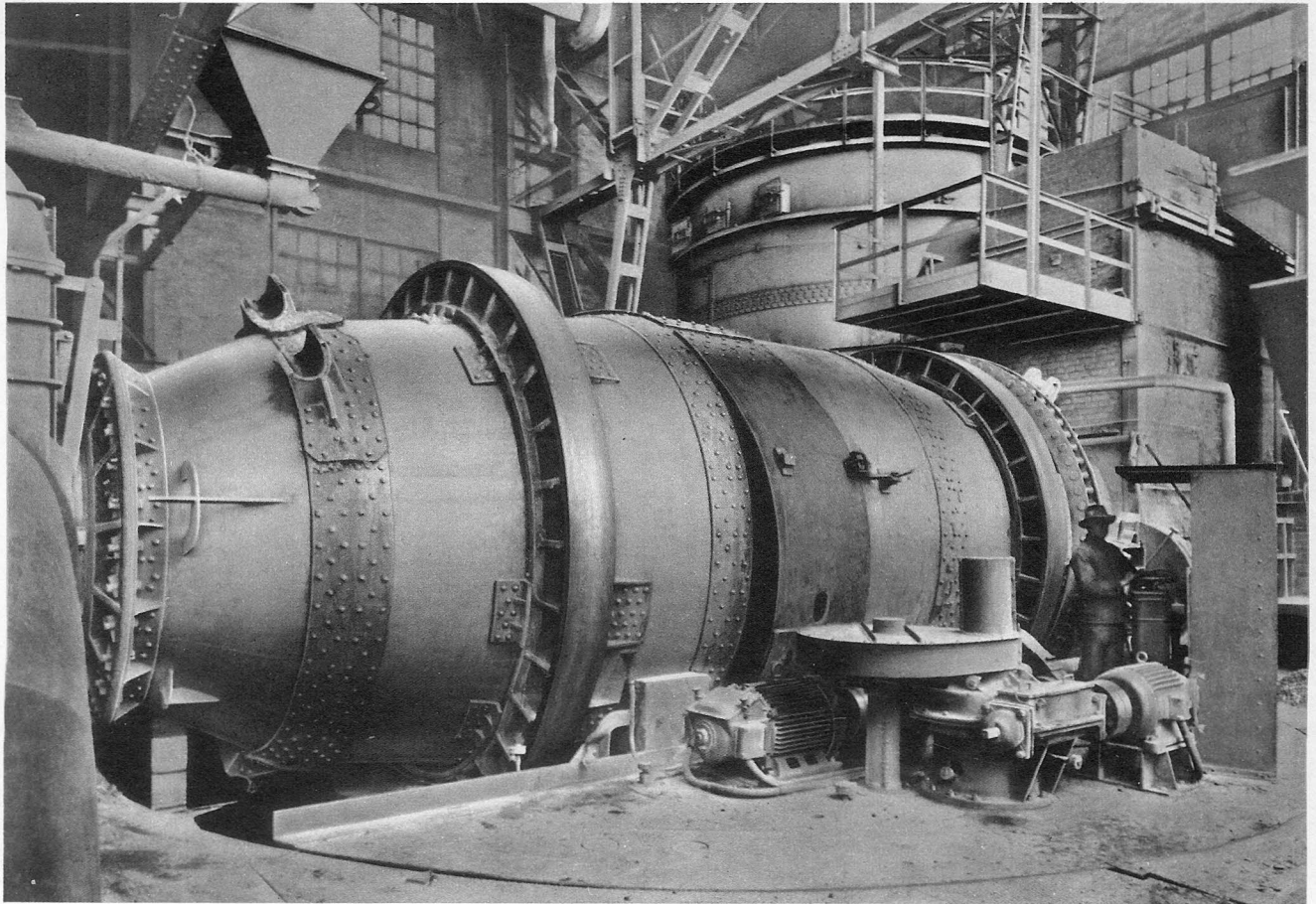
Die Betriebserfahrungen mit Großgasmaschinen in den Hüttenzentralen führten zu einer planmäßigen Verbesserung und Vereinfachung der Betriebsführung. Die Beobachtung dieser Maschinengattung in angestrengtem Dauerbetrieb ließ die besonderen Anforderungen an Berechnung, Bauausführung und Bedienung klarer erkennen. Die auftretenden Wärmespannungen in den Zylindern, Ventilen und Auspuffleitungen konnten infolgedessen besser beurteilt und in zulässigen Grenzen gehalten werden. Die Kraftzylinder wurden so durchgebildet, daß eine gründliche Reinigung der Kühlräume möglich ist. Durch eine Öldruckregelung mit Hilfsmotor wurde die Regelung sehr feinfühlig gestaltet. Für die großen Maschinenteile wurde auch die Bearbeitung durch Genauigkeitsschleifmaschinen eingeführt, so daß sie jetzt den höchsten Anforderungen entsprechen.



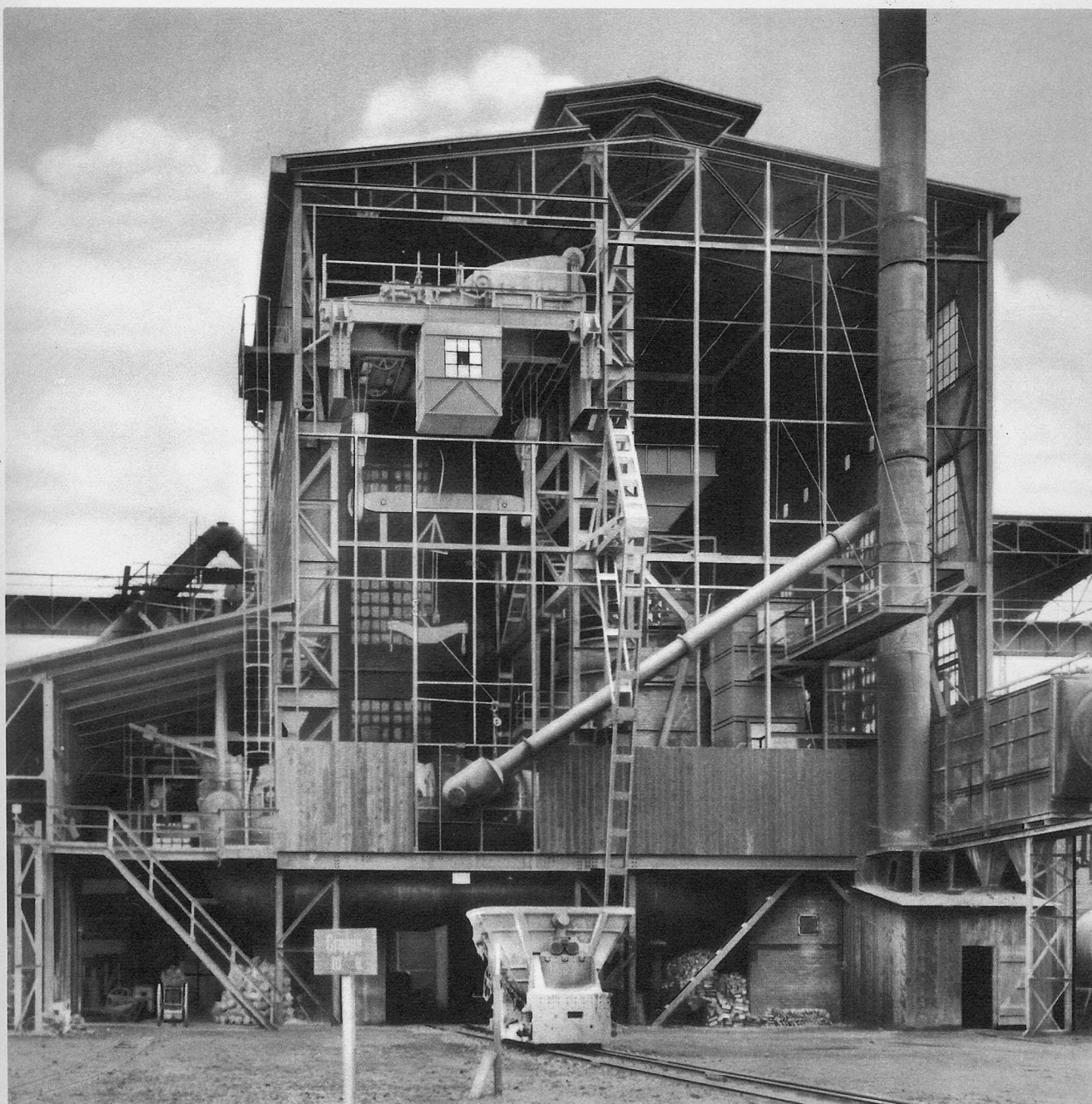
Beim Bau der Großgasmaschinen der DEMAG werden die reichen Erfahrungen im Bau und Betrieb von mehreren hundert Maschinen ausgewertet, die Hochofen- und Stahlwerksgebläse, Kompressoren und elektrische Stromerzeuger betreiben. Der Kraftzylinder wird für die großen Typen mehrteilig ausgeführt. Die beiden Zylinderköpfe werden in der Mitte durch eine Flanschbindung zusammengehalten. Eine Anzahl Anker, die außer den Flanschen zur Aufnahme der Kolbenkräfte erforderlich sind, gehen durch den Kühlraum hindurch. Der Zylinderkühlraum wird durch einen mehrteiligen Mantel gebildet, der leicht abgebaut werden kann. Zur Schmierung des Zylinders liegen im mittleren Drittel der Zylinderlaufbahn eine größere Zahl von Schmierstellen, denn weitgehende Ölverteilung ist neben guter Ölbeschaffenheit wesentlich für geringe Abnutzung der Gleitflächen und Kolbenringe.



Die Zylinderdeckel der Gasmaschinen, die hier 3 Gebläsemaschinen betreiben, werden als offene Gußstücke ausgeführt, um spannungsfreien Guß zu erhalten und Wärmespannungen im Betriebe zu verhindern. Die Kupplung der Kolbenstangen wird mit längsgeteilten Schalen, kugelförmiger Stützfläche der Stangen und Zwischenkeil ausgeführt, oder durch aufgeschraubte Flansch-Muttern, die durch zweiteilige Schalen zusammengehalten werden; die Verspannung wird durch Anziehen der Muttern erreicht. In der letzten Zeit werden die Gasmaschinen meistens für Hochleistung gebaut. Sie erhalten eine Einrichtung für Spülung und Nachladung. Am Ende des Ausschubhubes werden die Verbrennungsgase durch Druckluft ausgeblasen und am Ende des Saughubes wird Luft höherer Spannung eingepreßt. Dadurch wird die Ladung und somit die Leistung bei gleichen Abmessungen erhöht.



Auf einer Hütte am Niederrhein wird ein neues Verfahren ausgeübt, um aus Kiesabbränden Roh-eisen zu erzeugen, das dem besten schwedischen Holzkohlen-Roheisen nicht nachsteht. Es werden Kies-abbrände verhüttet, die 35% Eisen, 42% Schwefel und 7% Zink enthalten. Die Gangart besteht über-wiegend aus Kieselsäure. Der Kies wird totgeröstet und der gewonnene Sinter mit Reduktionskohle und Kalk in einen heißen Trommelofen eingesetzt. Außer dem Eisen wird auch der Zinkgehalt vollständig gewonnen. Der erste für diese Anlage gelieferte Ofen ist 10,5 m lang und sein Stahlmantel hat einen größten Durchmesser von 3,8 m. Der mittlere Teil ist zylindrisch, während die beiden Enden sich kegel-förmig verjüngen. Am einen Ende ist der Brenner für die Beheizung angeordnet, am anderen Ende schließt sich ein Kanal an, durch den die Abgase zunächst in eine Schlacken-kammer, dann in einen Luft-vorwärmer, anschließend in den Rohgutvorwärmer und schließlich in die Filteranlage strömen. Der Roh-gutvorwärmer ist ein Retortenofen mit 24 Retorten aus Hämatit-Roheisen. Hierin wird das Erz-Kohle-Kalk-Gemisch getrocknet und vorgewärmt, damit die Dolomit-Auskleidung des Trommelofens beim Beschicken keinen Schaden nimmt. Aus den Retorten wird die Beschickung durch Bodenverschlüsse in einen Trichter abgezogen und mit einem Kübelwagen zum Trommelofen befördert und in diesen eingesetzt.



Um den auf der vorigen Seite beschriebenen Trommelofen unter Vermeidung einer Umschaltfeuerung von beiden Seiten beheizen zu können, ist er auf einer Drehscheibe aufgestellt. Damit wird noch der Vorteil erreicht, daß er nach Herausschwenken aus der Feuerstellung bequem beschickt werden kann. In der Ofenhalle befindet sich eine Laufkatze von 180 t Tragfähigkeit, mit der der Ofen zum Entleeren gekippt wird. Beim Füllen des Ofens wird er mit dem Haupthubwerk der Katze um 45° schräg gestellt, während der Rohgutkübel mittels eines Hilfshubwerks in den Ofen entleert wird. Zur Beheizung des Ofens kann eine Kohlenstaubfeuerung oder eine Gasfeuerung benutzt werden. Als Reduktionsmittel kommen Koksgas, Anthrazit- oder Magerfeinkohle in Betracht. Zur Abscheidung des Zinkoxyds aus den Abgasen werden Sackfilter oder Elektrofilter verwendet.

STAHLWERKSANLAGEN

Stahl wurde ursprünglich unmittelbar aus dem Erz gewonnen, zuerst im Rennfeuer, später in einem Schacht-ofen, der als Stückofen bezeichnet wurde. Die Reduktion der Eisensauerstoffverbindungen wurde hierbei durch den Kohlenstoff des Brennstoffs bewirkt wie bei der Roheisengewinnung im Hochofen, aber infolge der geringen Temperaturhöhe wurde das Erzeugnis nicht flüssig und es trat nur eine geringe Aufkohlung des Eisens ein. Der Betrieb konnte nicht ununterbrochen geführt werden, es wurde jeweils nur soviel Erz niedergeschmolzen, daß eine handliche Menge Stahl, das „Stück“ entstand. Heute wird Stahl in Großbetrieben durch verschiedene Frischverfahren aus Roheisen hergestellt, durch das Puddelverfahren, das Windfrischverfahren, das Siemens-Martin-Verfahren und im Elektro-Ofen. Bei dem 1784 eingeführten Puddelverfahren fällt das Erzeugnis in teigigem Zustande an. Es wird als Puddelstahl oder Schweißstahl bezeichnet. Seine Erzeugung ist in den letzten 5 Jahrzehnten stark zurückgegangen. Sie dürfte heute kaum 1% der Gesamtstahlerzeugung betragen.

Beim Puddelverfahren wird das zu frischende Roheisen in einen kleinen Herdofen kalt eingesetzt und geschmolzen. Schon beim Schmelzen wirkt der überschüssige Luftsauerstoff der Feuergase oxydierend auf den Einsatz. Durch Rühren mit einem Haken wird das Eisen immer aufs neue mit den oxydierenden Gasen und der ebenfalls oxydierend wirkenden Schlacke in Berührung gebracht. Zuerst verbrennt das Silizium, dann das Mangan, aber auch ein Teil des Eisens und zuletzt der Kohlenstoff. Der Abbrand beträgt 6 bis 15% des Einsatzes, der Brennstoffaufwand beläuft sich auf 750 bis 1600 kg je Tonne Erzeugnis. Die Erzeugung in 24 Stunden schwankt je nach den verlangten Eigenschaften des Schweißstahls zwischen 2 und 4 Tonnen je Puddelofen.

Wird bei der Stahlherstellung die Arbeitstemperatur bis über den Schmelzpunkt des Stahls gesteigert, so entsteht ein Erzeugnis, das man Flußstahl nennt. Zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts wurde bereits in mehreren Hütten Flußstahl hergestellt und zwar durch Umschmelzen von Schweißstahl in Tiegeln. Das Erzeugnis wurde Gußstahl genannt. Die Menge des so erzeugten Stahls war jedoch unbedeutend im Vergleich zu der Gesamterzeugung des ohne Schmelzung verarbeiteten Schweißstahls. Die Erzeugung von Gußstahl im Tiegel ist heute nur noch sehr gering.

In der Erkenntnis, daß der Luftsauerstoff sowohl beim Herdfrischen als auch beim Puddelverfahren den Hauptanteil an dem Frischvorgang hat, unternahm es BESSEMER im Jahre 1855 ein neues Verfahren durchzubilden, indem er durch den Deckel eines mit flüssigem Roheisen gefüllten Tiegels Luft in das Eisenbad einblies. Bei der Entwicklung dieses neuen Verfahrens hatten andere Hüttenleute wie GÖRANSSON, MUSHET und SNELUS wesentlichen Anteil. Die Bedeutung des Bessemer-Verfahrens ergibt sich aus der Tatsache, daß schon bald die Mengen, die im Puddelofen 24 Stunden erforderten, in der Bessemer-Birne in 20 Minuten fertiggestellt wurden. Der stehende Tiegel, bei dem die Luft von oben eingeblasen wurde, war nach einigen Versuchen durch ein birnenförmiges Gefäß ersetzt worden, das als „Konverter“ bezeichnet wird. Die Luft wird von unten durch das Bad geblasen. Es zeigte sich jedoch, daß nicht alle Hoffnungen, die an das neue Verfahren geknüpft wurden, sich erfüllten. Der für den Stahl schädlichste Begleiter, der Phosphor, bleibt bei dem Bessemer-Verfahren unangetastet, weil das

hitzebeständige Futter aus sauren Stoffen hergestellt wird. Das neue Verfahren war deshalb auf phosphor- und schwefelarmes Roheisen beschränkt. Dieses kann nur aus Erzen gewonnen werden, die von Phosphor und Schwefel frei sind. Derartige Erze sind aber nur in geringer Menge vorhanden.

Sollte das Windfrischverfahren auf phosphorhaltiges Roheisen ausgedehnt werden, mußte ein geeigneter Baustoff für das Futter gefunden werden. Das gelang S. G. THOMAS in Zusammenarbeit mit P. C. GILCHRIST im Jahre 1878. Sie benutzten ein basisches Futter, nämlich gebrannten Dolomit, der zerkleinert und durch Mischen mit wasserfreiem Steinkohlenteer bildsam gemacht wurde.

Der Grund für das Versagen des Bessemer-Verfahrens bei phosphorhaltigem Roheisen ist so zu erklären: Die Bessemer-Birne ist mit einem kieselsäurereichen Futter ausgekleidet, weil eine eisenoxydreiche Ausmauerung, wie sie im Puddelofen Verwendung findet, in der bei der Stahlerzeugung erforderlichen hohen Temperatur nicht haltbar ist. Zum Abscheiden des Phosphors aus dem Eisen ist jedoch eine basische Schlacke unbedingt erforderlich, damit die bei der Verbrennung entstehende Phosphorsäure durch die in der Schlacke enthaltenen Basen, insbesondere Kalk, aufgenommen und gebunden wird. Gleichzeitig anwesende größere Mengen Kieselsäure würden aber die Bindung der Phosphorsäure mit dem als Base wirkenden Kalk lösen; die Phosphorsäure würde wieder frei werden. Der Phosphor würde aus ihr durch Reduktion wieder in das Metallbad zurückgehen. Nun kann aber bei einem sauer zugestellten Konverter die Schlacke nie basische Natur bekommen, weil sie auch dann, wenn sie zunächst basisch wäre, aus dem Futter sofort Kieselsäure aufnehmen würde. Die Basizität der Schlacke ginge dabei alsbald verloren, das Futter hingegen würde angefressen und bald zerstört.

Beim Windfrischen wird keinerlei fremder Brennstoff aufgewendet. Das zu frischende Roheisen muß die zu entfernenden Fremdstoffe in genügender Menge besitzen, damit die zur Aufrechterhaltung der Arbeitstemperatur erforderliche Wärmemenge bei deren Oxydation erzeugt wird. Beim sauren Verfahren sind das Silizium, Mangan und Kohlenstoff. Das Silizium bildet den Hauptbrennstoff, es muß mit etwa 2% im Roheisen vorhanden sein. Daneben ist ein Mangangehalt von im Mittel 1% erwünscht. Der Kohlenstoffgehalt beträgt gewöhnlich 3,5 bis 4%.

Beim basischen Verfahren ist der Phosphor der wichtigste Brennstoff. Der Phosphorgehalt soll 1,8 bis 2,5% des zu frischenden Roheisens betragen, der Mangangehalt etwa 1% und der Kohlenstoffgehalt 3 bis 3,5%. Der Siliziumgehalt soll 0,2 bis höchstens 0,5% nicht übersteigen. Höherer Siliziumgehalt würde zur Bindung der entstehenden Kieselsäure und zur Bildung der erforderlichen basischen Schlacke einen zu hohen Kalkzuschlag erfordern. Die dabei entstehende große Schlackenmenge würde die Durchführbarkeit des Verfahrens in Frage stellen. Da der Phosphor zuletzt verbrennt, erhält das Bad dann die höchste Temperatur, wenn sie für die Beendigung des Verfahrens also für die Flüssighaltung des entstandenen Stahls am wichtigsten ist. Beim basischen Verfahren wird bereits vor dem Einlassen des Roheisens der erforderliche gebrannte Kalk in den Konverter eingebracht. Nach der Verbrennung des Siliziums, Mangans und eines Teils des Kohlenstoffs beginnt die Phosphorverbrennung, aber der größte Teil des Phosphors verbrennt erst nach dem Kohlenstoff und dann im Verlauf weniger Minuten. Um sich von der Güte des erblasenen Stahls zu überzeugen, wird nach beendigtem Frischen eine Schöpfprobe genommen und aus ihr eine Schmiedeprobe hergestellt. Dann wird dem Bad eine dem gewünschten Härtegrade des Stahls entsprechende Menge Ferromangan zugesetzt. Der Zusatz

von Ferromangan hat noch einen weiteren Zweck. Er führt eine Desoxydation der Schmelze herbei. Mangan hat nämlich eine größere Verwandtschaft zum Sauerstoff als Eisen und bewirkt deshalb die Reduktion des im Stahl gelösten Eisenoxyduls, das sich beim Frischvorgang immer in einem gewissen Umfang bildet. Diese Desoxydation ist deshalb erforderlich, weil schon geringe Mengen Eisenoxydul den Stahl rotbrüchig machen.

Das flüssige Roheisen könnte für jeden Einsatz unmittelbar dem Hochofen entnommen werden. Das würde jedoch Betriebsschwierigkeiten ergeben, weil die beim Hochofen auftretenden Schwankungen der Abstiche sowohl in der Menge als auch in der Zusammensetzung ungünstig auf den Stahlwerksbetrieb wirken würden. In der ersten Zeit nach Einführung des Verfahrens hat man das Roheisen meist in einem Kupolofen niedergeschmolzen und diesem jeweils die gewünschte Menge nach den Erfordernissen des Stahlwerksbetriebes entnommen. Wegen der hierbei entstehenden Umschmelzkosten ist man jedoch bald dazu übergegangen, zwischen Hochofen und Stahlwerk einen Sammelbehälter für flüssiges Roheisen einzuschalten, der wegen seiner Ausgleichwirkung als „Mischer“ bezeichnet wird. Hierdurch erzielt man nicht nur eine gute Durchmischung der Roheisenabstiche, sondern auch eine Verminderung des Schwefelgehaltes. Das im Roheisen vorhandene Mangan hat nämlich die Neigung, sich mit dem Schwefel zu Schwefelmangan zu verbinden, das im flüssigen Eisen nicht löslich ist. Es steigt nach seiner Bildung infolge geringeren spezifischen Gewichts an die Oberfläche und bildet eine flüssige Schlacke.

Bereits in den 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden in Steiermark, im Harz und in Schweden Herdöfen für gasförmigen Brennstoff und vorgewärmte Luft gebaut und mit Erfolg – allerdings nicht zur Stahlerzeugung – betrieben, denn diese Öfen erreichten noch nicht genügend hohe Temperaturen, um so schwer schmelzbare Stoffe wie Eisen in den Schmelzfluß zu überführen. Die Aufgabe lösten FRIEDRICH und WILHELM SIEMENS mit ihrem Siemens-Ofen. Sie nannten ihre neue Feuerung Regenerativ-Gasfeuerung, weil bei ihr Abgaswärme zur Vorwärmung des Brennstoffs und der Verbrennungsluft zurückgewonnen wird. Die Erfinder versahen einen Herdofen mit zwei Paar Kammern, den Regeneratoren, die zwischen Ofen und Schornstein so eingeschaltet sind, daß sie erst von den Abgasen und später von den Frischgasen durchströmt werden. Der Betrieb wird mittels einer Umschaltsteuerung so geführt, daß in einem Zeitabschnitt die Heizgase von links nach rechts und im anderen von rechts nach links durch den Ofenraum strömen. Frischgas und Luft werden in getrennten Kammern vorgewärmt, sie treffen erst beim Eintritt in den Herdraum am „Ofenkopf“ zusammen, und zwar in dem einen Zeitabschnitt am linken, im anderen am rechten Ofenkopf. Die Verbrennung soll im Herdraum vollendet werden. Nachdem die heißen Verbrennungserzeugnisse die Kammern durchströmt und erhitzt haben, gelangen sie durch Verbindungskanäle und Umschaltventile in den Schornstein. Während das eine Kammerpaar aufgeheizt wird, gibt das andere aufgespeicherte Wärme an das durchströmende Frischgas und die Verbrennungsluft ab. Im Jahre 1864 nahmen Emile und Pierre Martin mit dem Siemens-Ofen Versuche auf, die bereits früher von anderen Hüttenleuten unternommen aber wieder aufgegeben waren, nämlich im Herdofen durch Zusammenschmelzen von Roheisen und Stahlschrott Stahl zu erzeugen. Diese neuen Versuche hatten Erfolg und führten zu einem neuen Stahlgewinnungsverfahren, dem Siemens-Martin- oder Herdfrischverfahren. Zuerst wurde es hauptsächlich dazu verwendet, Alteisen, Schrott und Späne durch Einschmelzen unter Zusatz von Roheisen wieder nutzbar zu machen.

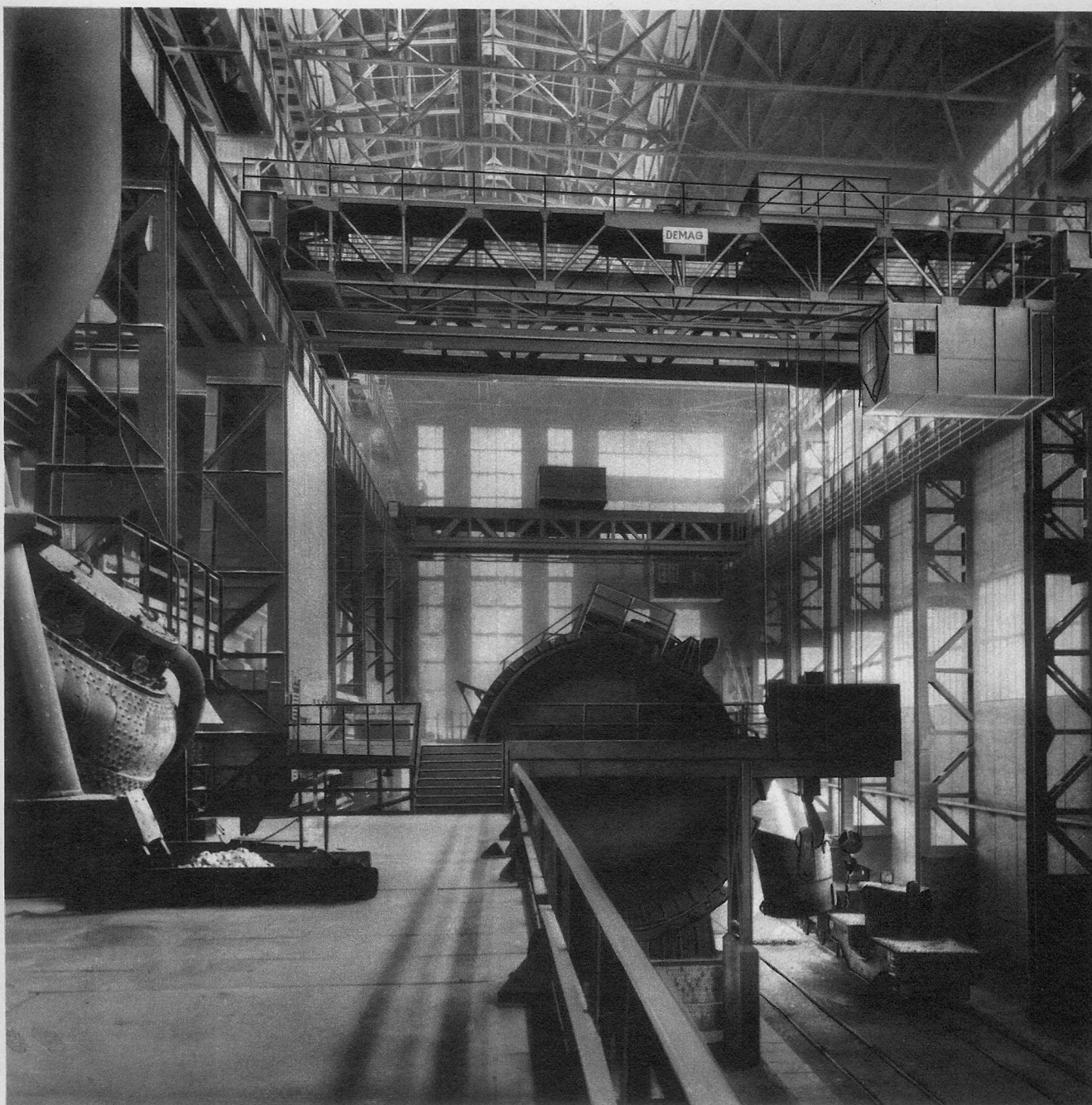
Bei seiner weiteren Ausbildung hat es sich zu einem selbständigen, sehr wichtigen Frischverfahren entwickelt, das in verschiedenen Gebieten das Windfrischverfahren verdrängt hat.

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Stahlherstellung im Elektroofen gut eingeführt. Hierbei dient der elektrische Strom als Wärmequelle. Es können nach der Art, wie die elektrische Energie in Wärme umgewandelt wird, zwei Hauptgruppen unterschieden werden: die Lichtbogenöfen und die Induktionsöfen. Der Lichtbogenofen, an dessen Entwicklung die DEMAG maßgebend beteiligt war, hat bis jetzt die bei weitem größte Anwendung gefunden. Er zeichnet sich aus durch schnelle Betriebsbereitschaft und durch seine große Unabhängigkeit von der Beschaffenheit des Einsatzes. Sein Herd ist gut haltbar und kann leicht ausgebessert werden. Im allgemeinen werden die Elektroöfen nur dort zur Stahlerzeugung benutzt, wo es sich um die Herstellung hochwertiger Stähle handelt, die früher im Tiegelverfahren erzeugt wurden.

Bei der Entscheidung, welches Verfahren für ein neu zu errichtendes Stahlwerk in Betracht zu ziehen ist, sind folgende Gesichtspunkte von Bedeutung: Das Windfrischverfahren ist an Roheisen als Ausgangsstoff gebunden, hierbei können nur geringe Mengen Schrott eingeschmolzen werden. Die Entscheidung, ob dabei das Bessemer- oder Thomas-Verfahren zur Anwendung kommen soll, ist lediglich abhängig vom Phosphorgehalt des Roheisens. Das Frischen im Siemens-Martin-Ofen kann mit beliebigem Anteil an Schrott durchgeführt werden. Es kommt also überall dort in Betracht, wo Schrott billig und Roheisen teuer ist. Bei einem Vergleich der Leistungen je Ofeneinheit steht das Windfrischen an erster Stelle. Bei den neuzeitlichen, großen Konvertern kann die Stundenleistung im Jahresdurchschnitt mit 50 t angesetzt werden. Die großen Siemens-Martin-Ofen kommen kaum über eine durchschnittliche Stundenleistung von 15 t, und bei Elektrostahlöfen werden nur 7,5 t stündlich erreicht. Wo höchste Anforderungen an die Höhe der Erzeugung und die Güte des Stahls gestellt werden, wird ein Duplex-Verfahren durchgeführt, beispielsweise wird im Konverter gefrischt und dann die Schmelze im Elektroofen fertiggemacht.

BESSEMER- UND THOMAS-STAHLWERKE

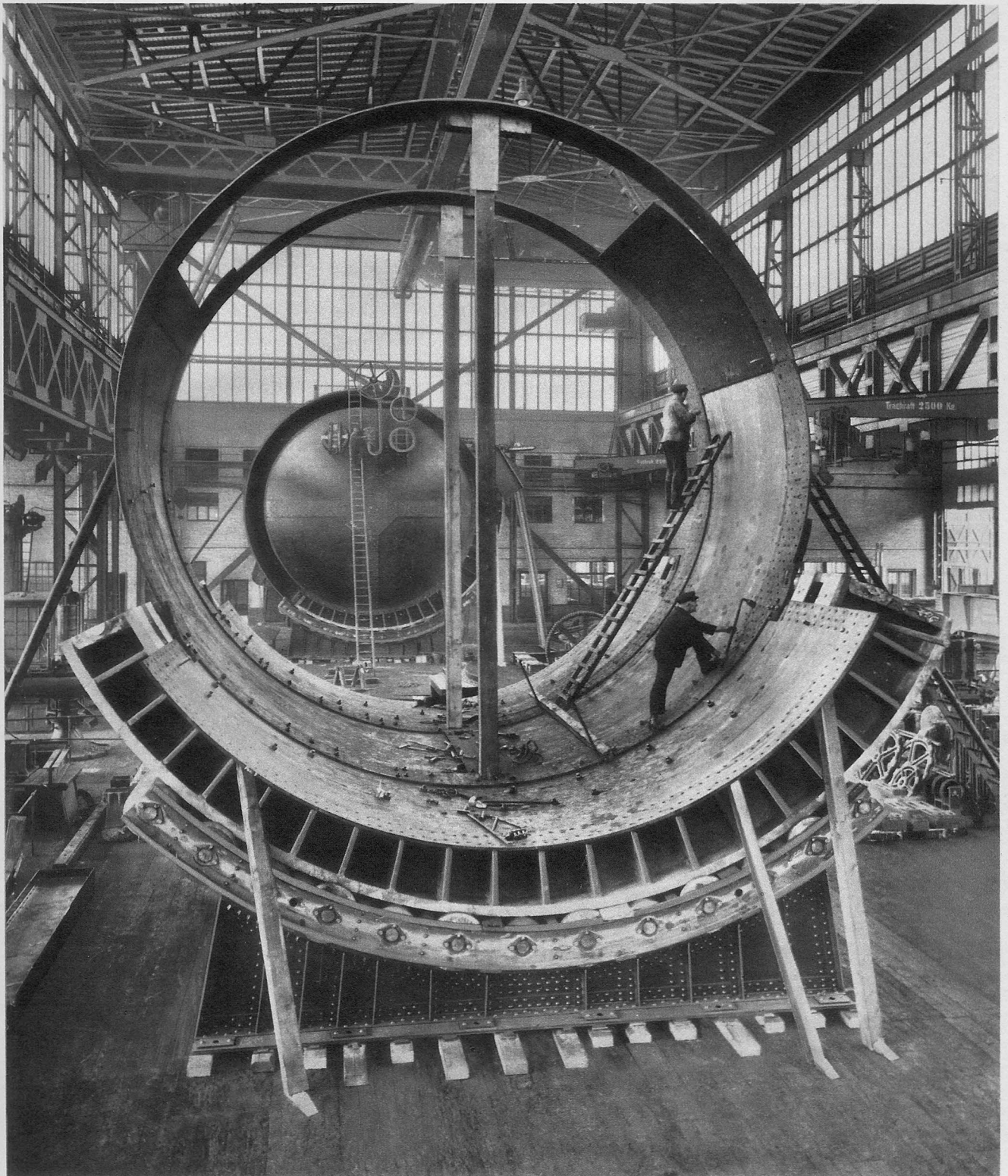
Die Gestaltung einer Windfrischhütte wird wesentlich durch die verwendeten Fördermittel und Hebezeuge beeinflusst. In den ersten Bessemer-Stahlwerken wurden Rohstoffe und fertige Stahlblöcke in Eisenbahnwagen auf Schmalspurgeleisen befördert. Als Hebezeuge dienten Drehkrane mit Antrieb durch Preßwasserzylinder. Die Konverter waren in Gruppen von 2 oder 3 im Bereich des feststehenden Gießkrans angeordnet und die Blockformen standen in einer kreisbogenförmigen Gießgrube ihnen gegenüber. Der Betrieb war unübersichtlich und unwirtschaftlich. Bei Vergrößerung des Betriebes mußten neue Gruppen aufgestellt werden, wobei die Einheitlichkeit des Betriebes weiter erschwert wurde. Die einzige richtige Lösung brachte die vom Stammwerk der DEMAG in Wetter eingeführte Anordnung, bei der alle Konverter in einer Reihe liegen und alle Förderwege parallel zu den Konvertern verlaufen. Diese Disposition hat seitdem allgemeine Anwendung gefunden. Die Roheisenpfannen und die Stahlpfannen werden auf Wagen oder mit Laufkränen befördert. Das Abgießen der Blöcke wird zweckmäßig nicht vor den Konvertern sondern in einer besonderen Gießhalle durchgeführt. Alle wichtigen Abteilungen des Stahlwerks sind möglichst parallel zur Konverterhalle anzuordnen.



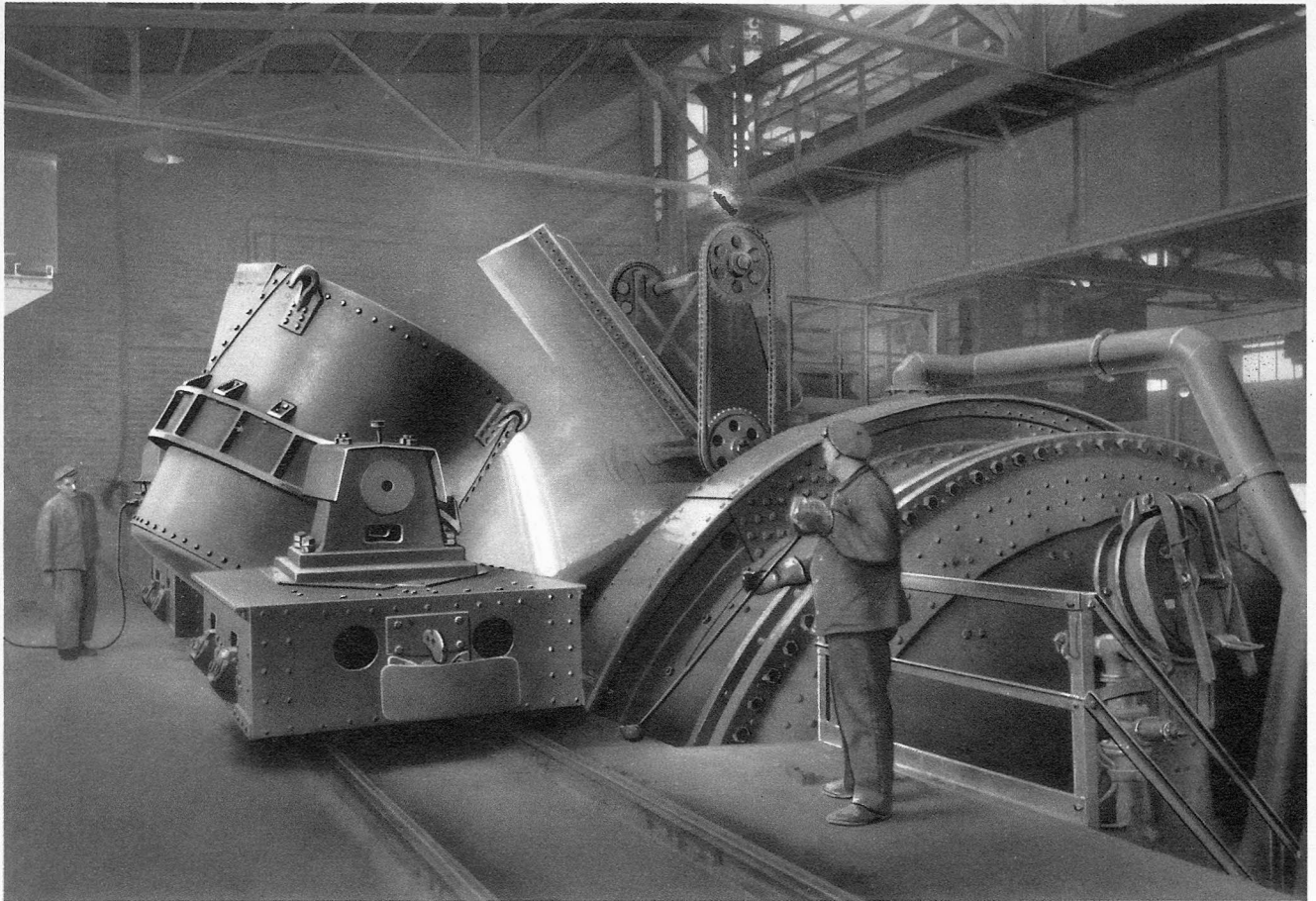
Die Gebäude der Bessemer- und Thomas-Stahlwerke werden nur noch als Stahlbauten ausgeführt, weil dann die Kranbahnen, die verschiedenen Arbeitsbühnen, Konverterkamine, Kalktrichter und die übrigen Einrichtungen am zweckmäßigsten durchgebildet werden können. Auch Änderungen und Erweiterungen sind bei Stahlbauten am leichtesten durchzuführen und den vorhandenen Anlagen organisch anzugliedern. Die Windfrischhütte wird durch den Stahlbau in allen Abteilungen übersichtlich und die notwendige Durchlüftung und Belichtung am leichtesten erreicht. Mischerhalle, Konverterhalle und Gießhalle werden vorteilhaft derart nebeneinander gelegt, daß die in diesen Abteilungen arbeitenden Krane sich gegenseitig ersetzen können, wodurch die Sicherheit des Betriebes erhöht wird.



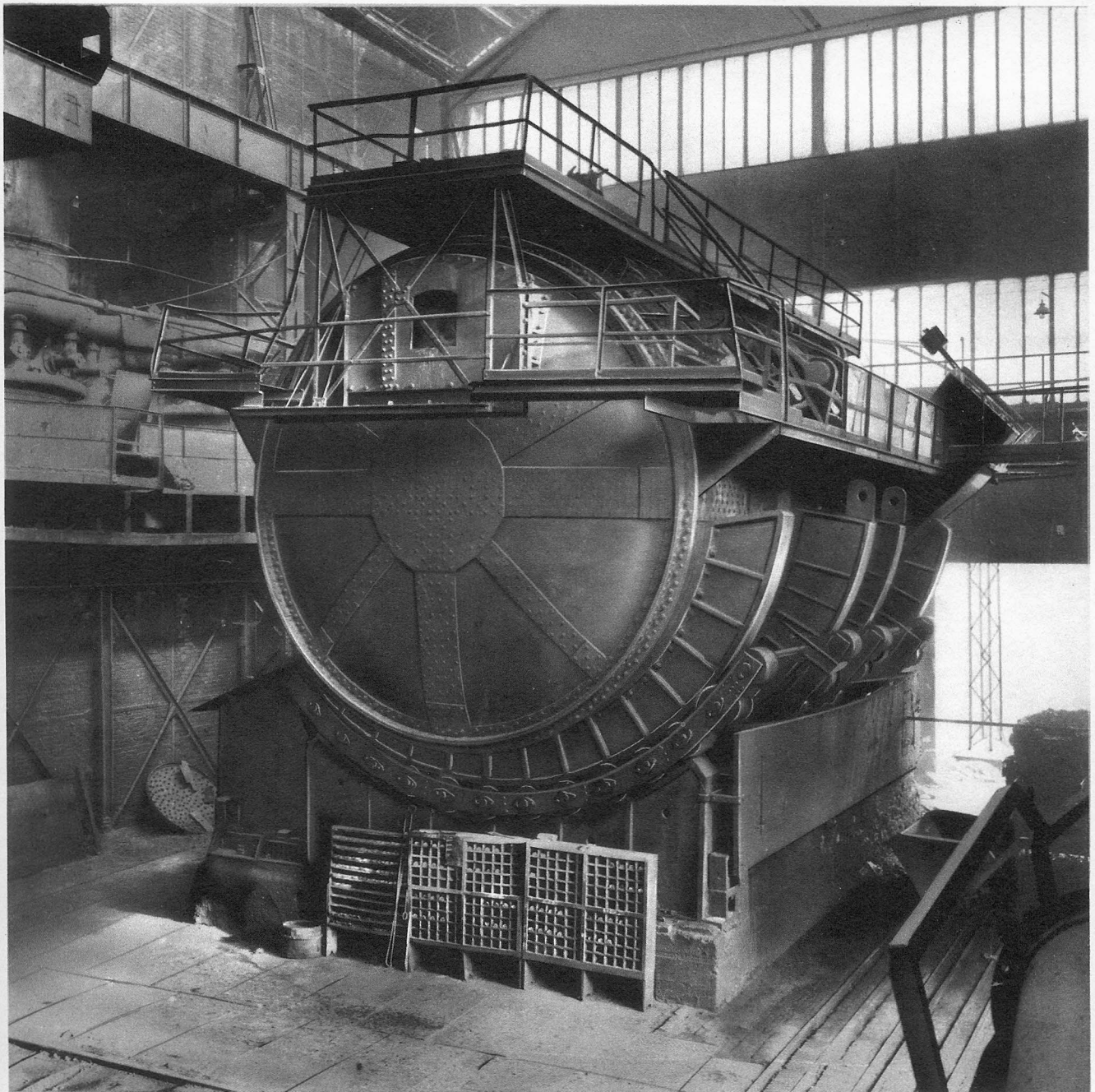
Roheisenmischer müssen so gestaltet sein, daß die Verluste an Wärme und Stoff gering bleiben. Um die Wärmeverluste auszugleichen, die entstehen beim Eingießen und Ausgießen des Roheisens und während seines Aufenthalts im Mischer selbst, wird der Mischer zweckmäßig beheizt. Stoffverluste entstehen ebenfalls beim Ein- und Ausgießen, aber auch durch Bildung von Ansätzen im Mischer. Auch sie werden durch Heizung verringert. Die Form der ersten Mischer war die einer Birne, die kippbar gelagert war. Diese Mischer hatten eine geringe Ausnutzung. Die Lager für die Kippzapfen und das Kippmoment der Birnenmischer waren sehr groß und der Druckwasserverbrauch beim Kippen daher sehr hoch. Deshalb werden jetzt Rollmischer in zylindrischer Form verwendet, die so gebaut sind, daß sie sich bei Störungen am Antrieb selbst aufrichten.



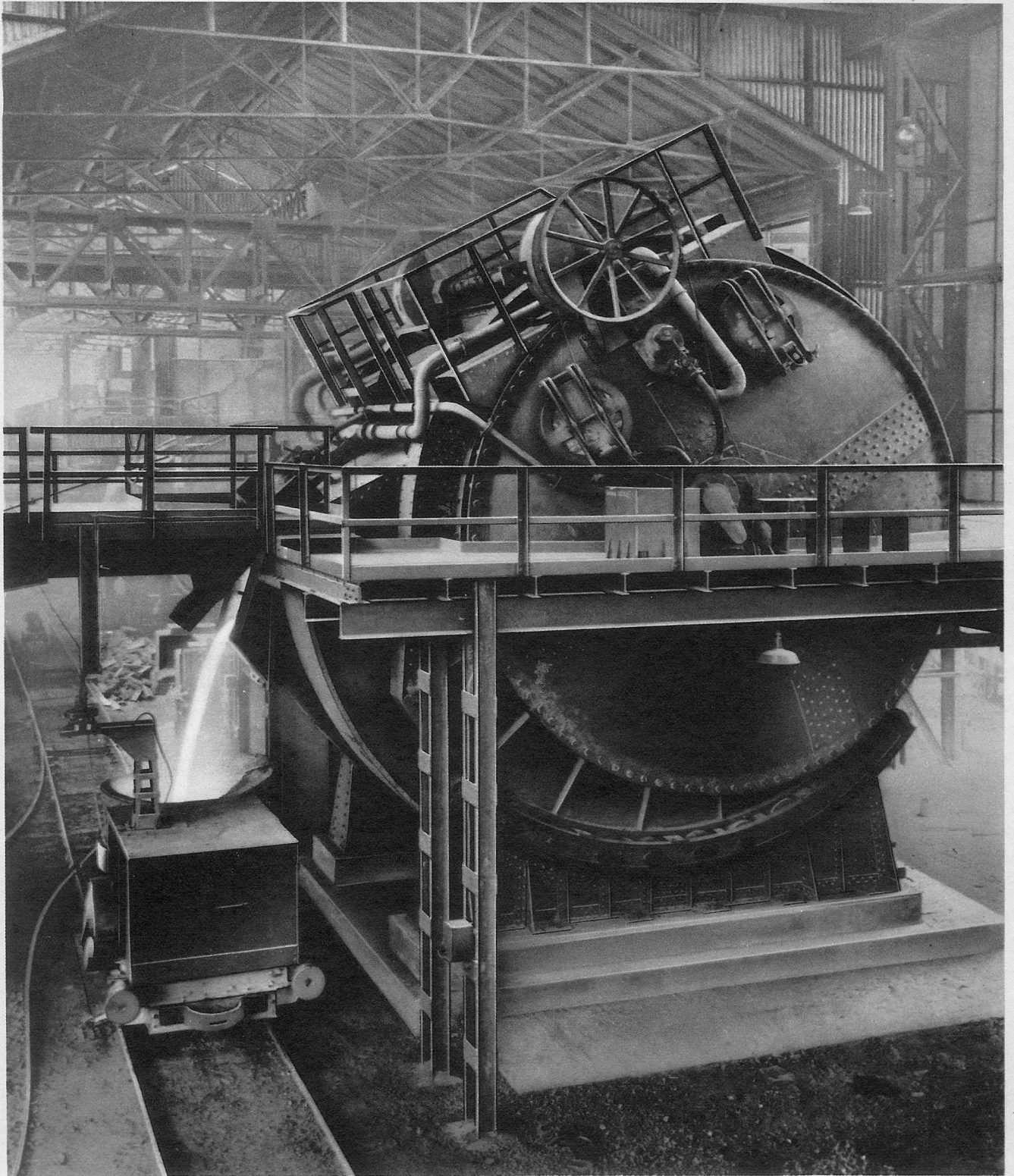
Der Blechmantel der Rollmischer hat eine Wandstärke von 32 bis 35 mm, die gewölbten Böden sind 35 bis 38 mm dick. Mantel und Böden werden durch Schrauben von etwa 50 mm Stärke miteinander verbunden. Durch breite Laschen wird der Mantel wirksam versteift. Das Gefäß ruht je nach seiner Länge in 2 oder 4 Ringen. Die abgebildeten Mischer haben 1300 t Inhalt.



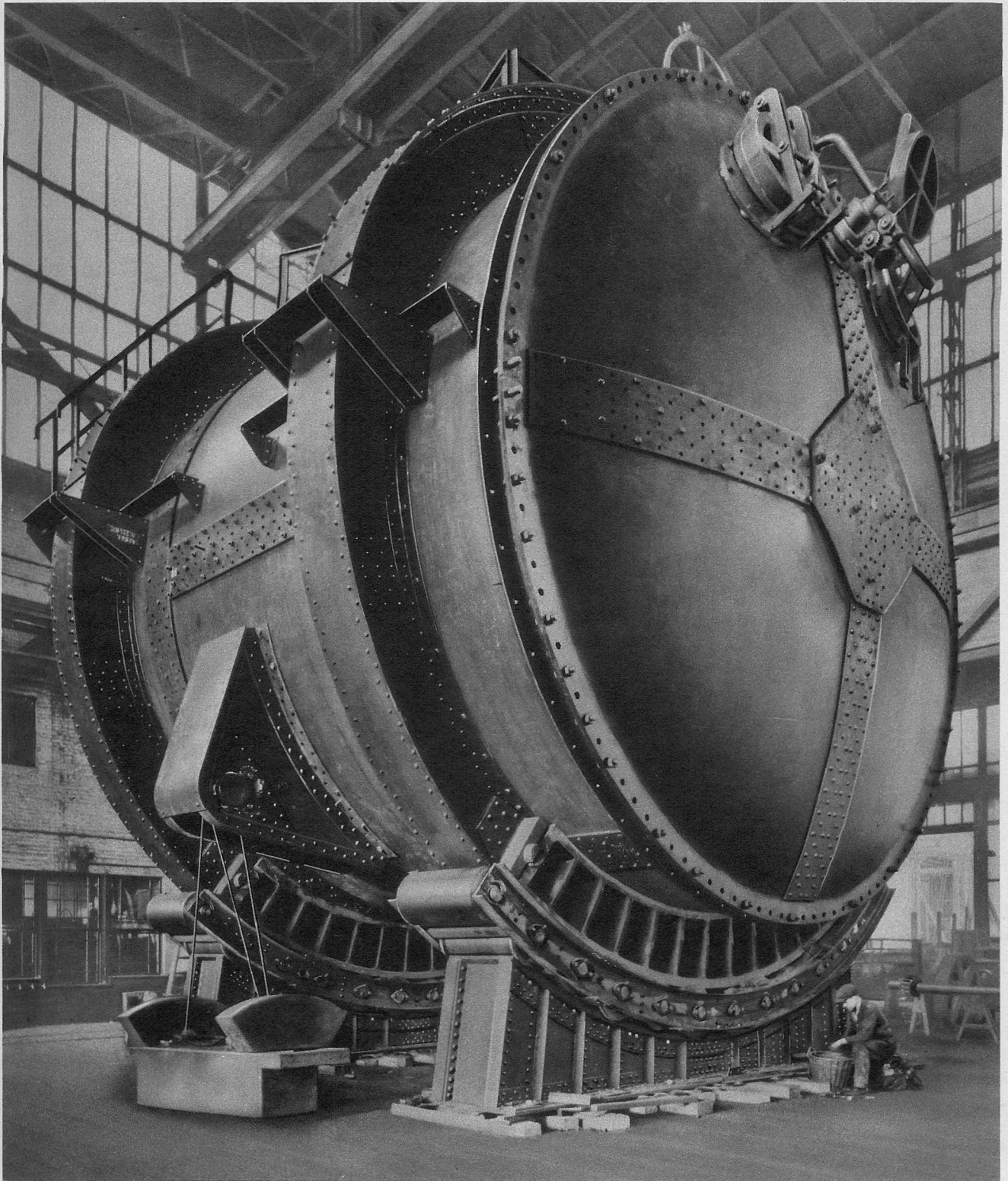
Bei älteren Anlagen liegen die Mischerhallen oft noch örtlich von den Konverterhallen getrennt und sind nicht wie in neuzeitlichen Anlagen mit Pfannenkränen ausgerüstet. Dann müssen die Roheisenpfannen mit Aufzügen auf die Mischerbühne gehoben und vor den Einguß des Mischers gefahren werden. Zum Entleeren der Pfannen dient dann eine besondere Kippvorrichtung, die am Pfannenwagen oder ortsfest auf der Mischerbühne angebracht ist. Die Mischerbühne muß dann für diese großen Belastungen gestaltet sein. Wird der Roheisentransport zum Mischer und vom Mischer zu den Konvertern durch Laufkrane ausgeführt, so braucht man nur eine verhältnismäßig kleine leichte Bühne am Mischer, die zuweilen fest mit dem Mischergefäß verbunden ist.



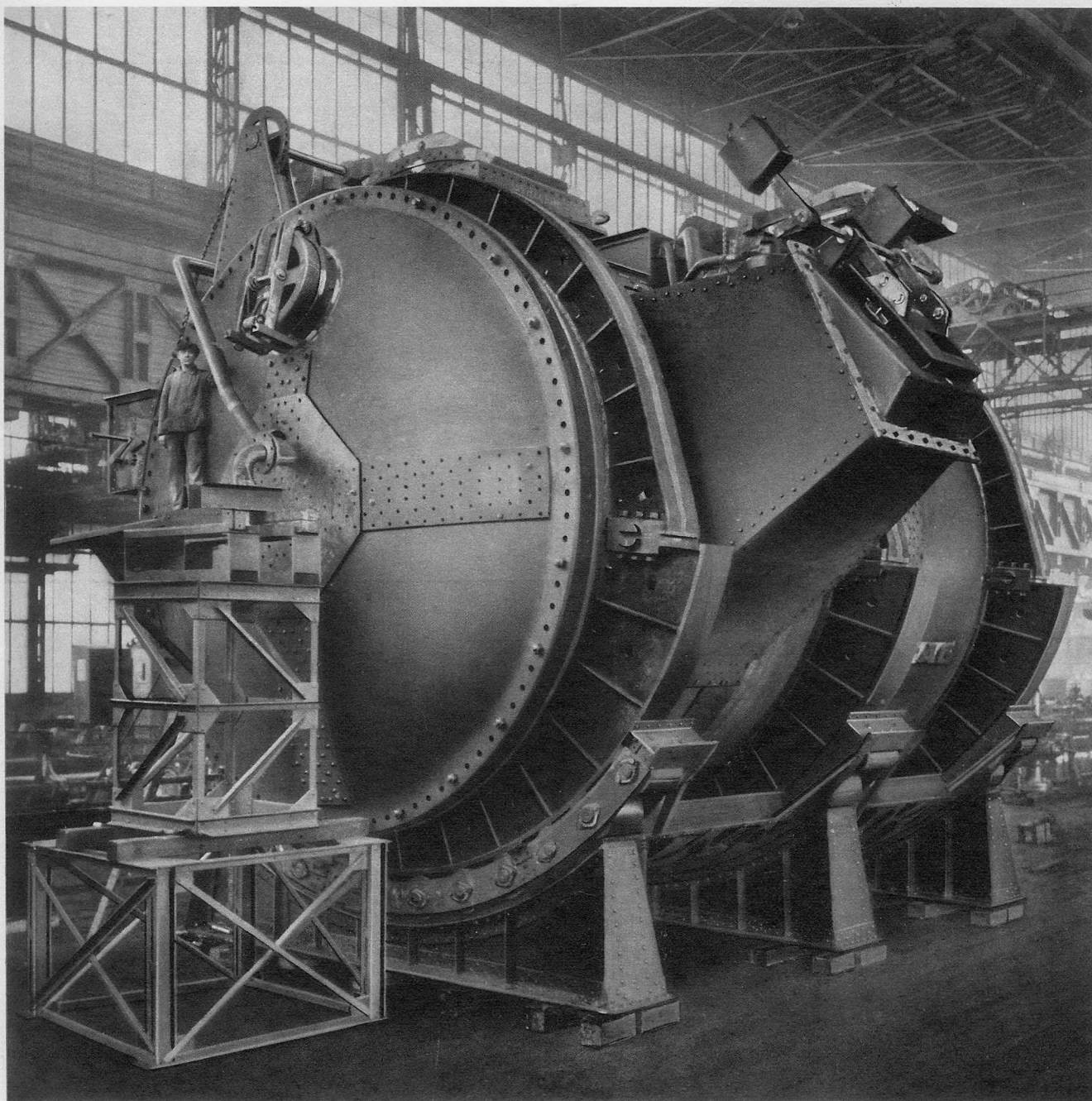
Beheizt werden die Mischer durch Hochofengas, Koksofengas und Teeröl oder andere flüssige Brennstoffe. Seltener verwendet man elektrische Heizung. Die Gasbrenner werden am besten an einer Stirnseite angebracht, während Ölbrenner auf dem zylindrischen Teil des Mantels Platz finden. Die Heizung ist besonders beim Füllen des Mixers und beim leeren Mixer scharf zu betreiben, damit das Roheisenbad weder Abstrahlungsverluste erleidet noch Speicherwärme in erheblichem Ausmaße an die Ausmauerung abgibt. Für eine befriedigende Durchmischung des Roheisens ist es vorteilhaft, Einguß und Ausguß — wie bei diesem 1400-t-Mischer — seitlich zu versetzen und den Einguß im Scheitel des Gefäßes anzuordnen.



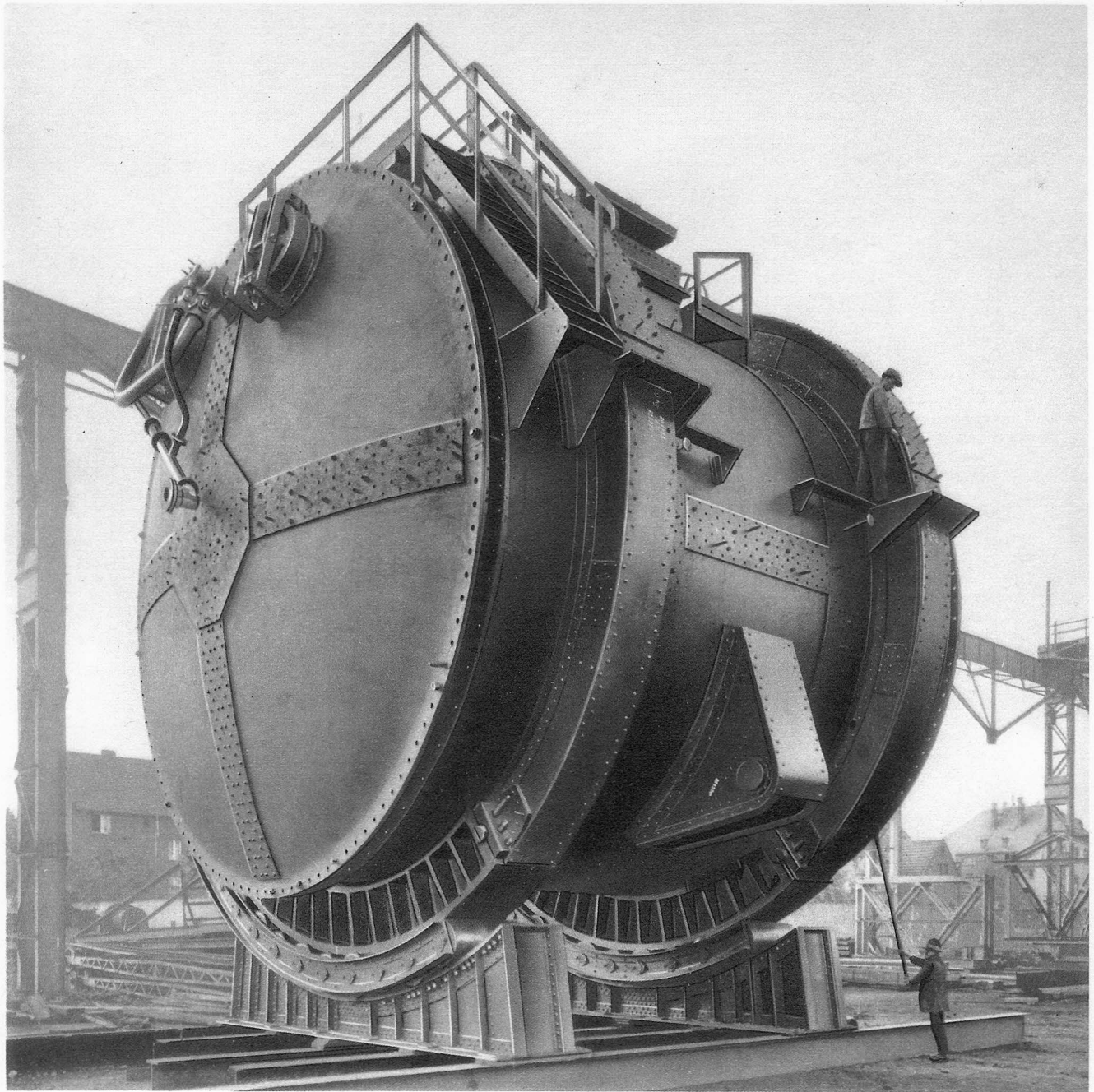
Die ausstrahlende Oberfläche des Mischers wäre am kleinsten, wenn die Länge etwa gleich dem Durchmesser wäre. Eingehende Untersuchungen haben aber den Nachweis erbracht, daß das Verhältnis Länge zu Durchmesser für die Wärmeverluste durch Ausstrahlung ohne praktische Bedeutung ist. Bei den großen Mixern würde das auch zu unbequemen Abmessungen führen.



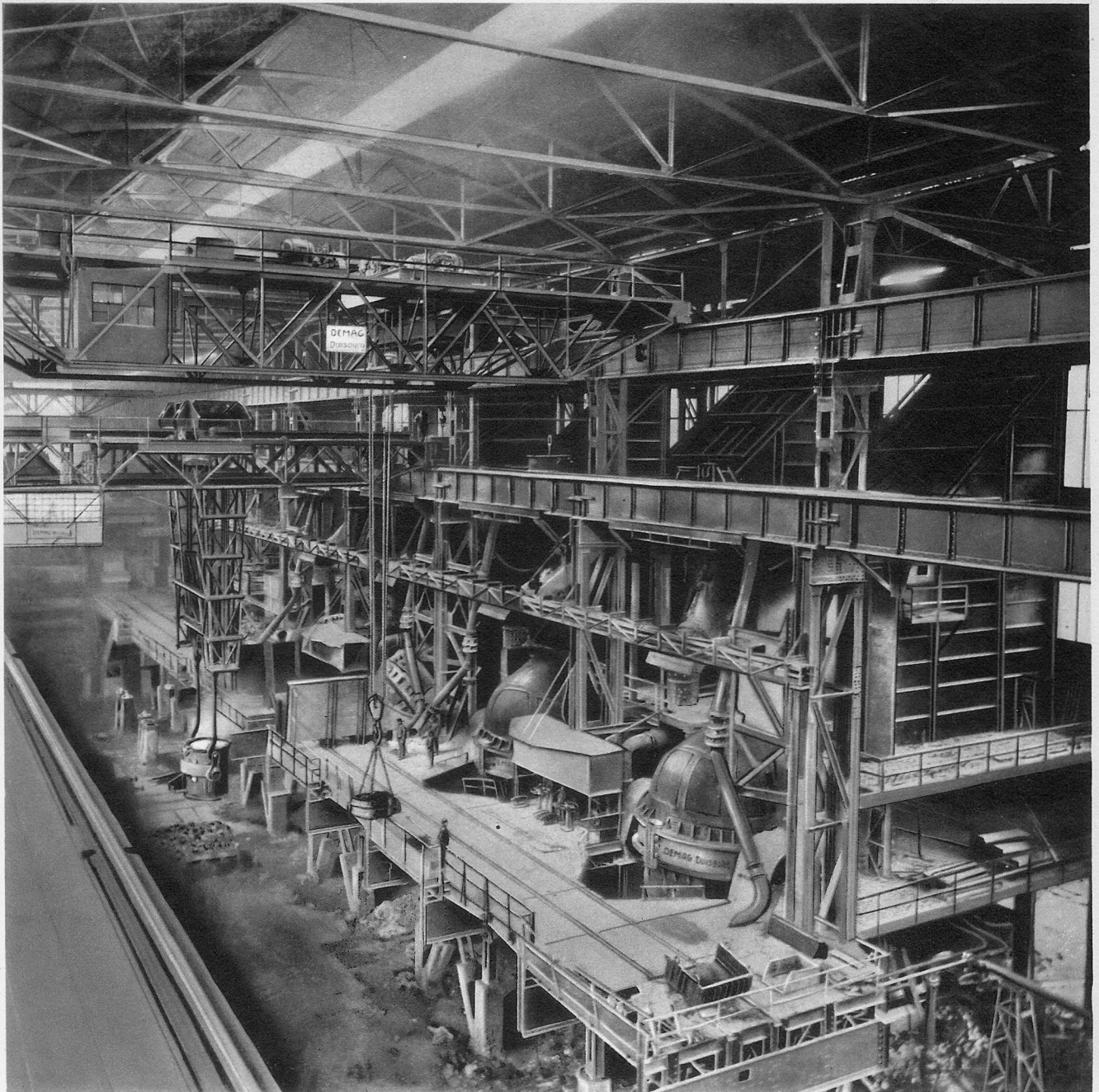
Das Mischergesäß wird von der DEMAG in der Werkstatt vollständig mit allen Armaturen zusammengebaut. Nach genauer Bezeichnung aller Einzelteile wird der Apparat wieder auseinander genommen und in der für den Versand bestgeeigneten Weise verladen. Der Wiederaufbau auch eines solchen 1300-t-Mischers in der Hütte kann deshalb in kurzer Frist durchgeführt werden.



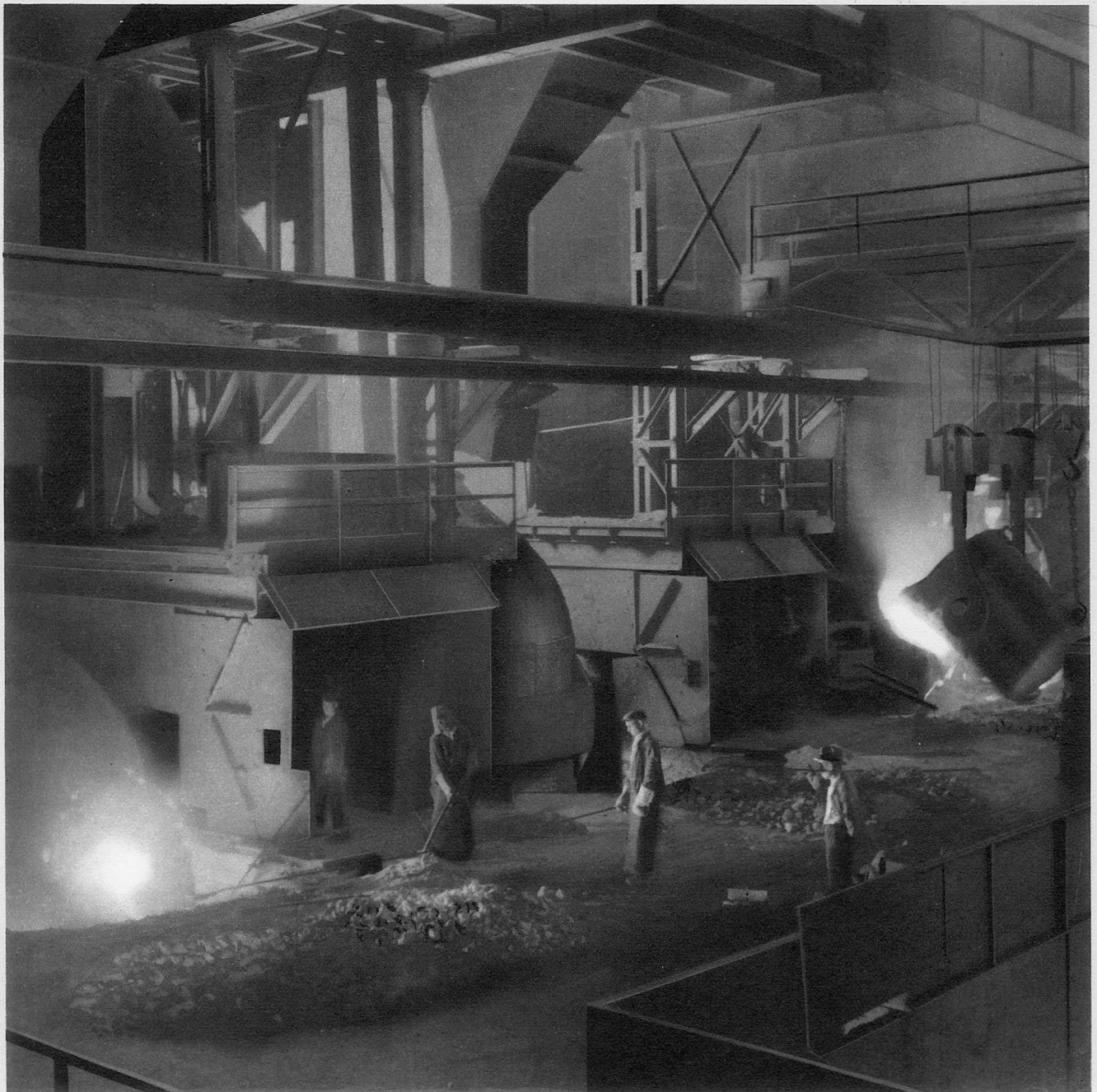
Die das Mischergesäß tragenden Ringe werden aus Stahlguß hergestellt, manchmal auch durch eine Konstruktion aus Stahlblechen gebildet. Mindestens zwei Ringe umspannen gewöhnlich den Mantel vollständig. Da sie mit ihm durch Schrauben fest verbunden sind, wird die zylindrische Form des Gefäßes bei allen Belastungen gesichert. Die Größe des Mixers wird meist so bemessen, daß die Roheisenerzeugung von etwa 24 Stunden aufgenommen werden kann. Die Zustellung wird durch eine Ausmauerung von 700 bis 800 mm Stärke gebildet. Die innere Schicht bis zu 650 mm Stärke besteht aus Magnesitsteinen, die äußere aus Schamottesteinen. Eine Hinterfüllung aus isolierenden Stoffen dient als Wärmeschutz und bildet eine nachgiebige Schicht für das starre Mauerwerk. Zum Ausgleich der Wärmeverluste werden die Rollmischer geheizt.



Die Kippvorrichtung der Mischer wird nur noch mit elektrischem Antrieb ausgeführt. Will man von Störungen am Antrieb unabhängig sein, kann man doppelten Antrieb vorsehen, von denen einer im Betriebe ist, der zweite selbsttätig eingeschaltet wird, sobald der erste versagt. Damit bei völligem Ausbleiben des Stroms kein Schaden entsteht, werden die Rollkränze so gestaltet, daß die Schwerpunktsachse des Mischers tiefer liegt als die Drehachse. Sollte der Antrieb versagen, so kann die etwa eingeleitete Kippbewegung sich nicht fortsetzen. Ein unbeabsichtigtes Auslaufen von Roheisen kann also nicht eintreten. Die früher zwischen Einguß und Ausguß angeordnete Zwischenwand zum Zurückhalten der Schlacke hat sich als überflüssig gezeigt, wenn vor dem Eingießen des Roheisens die Schlacke aus der Pfanne abgezogen wird.



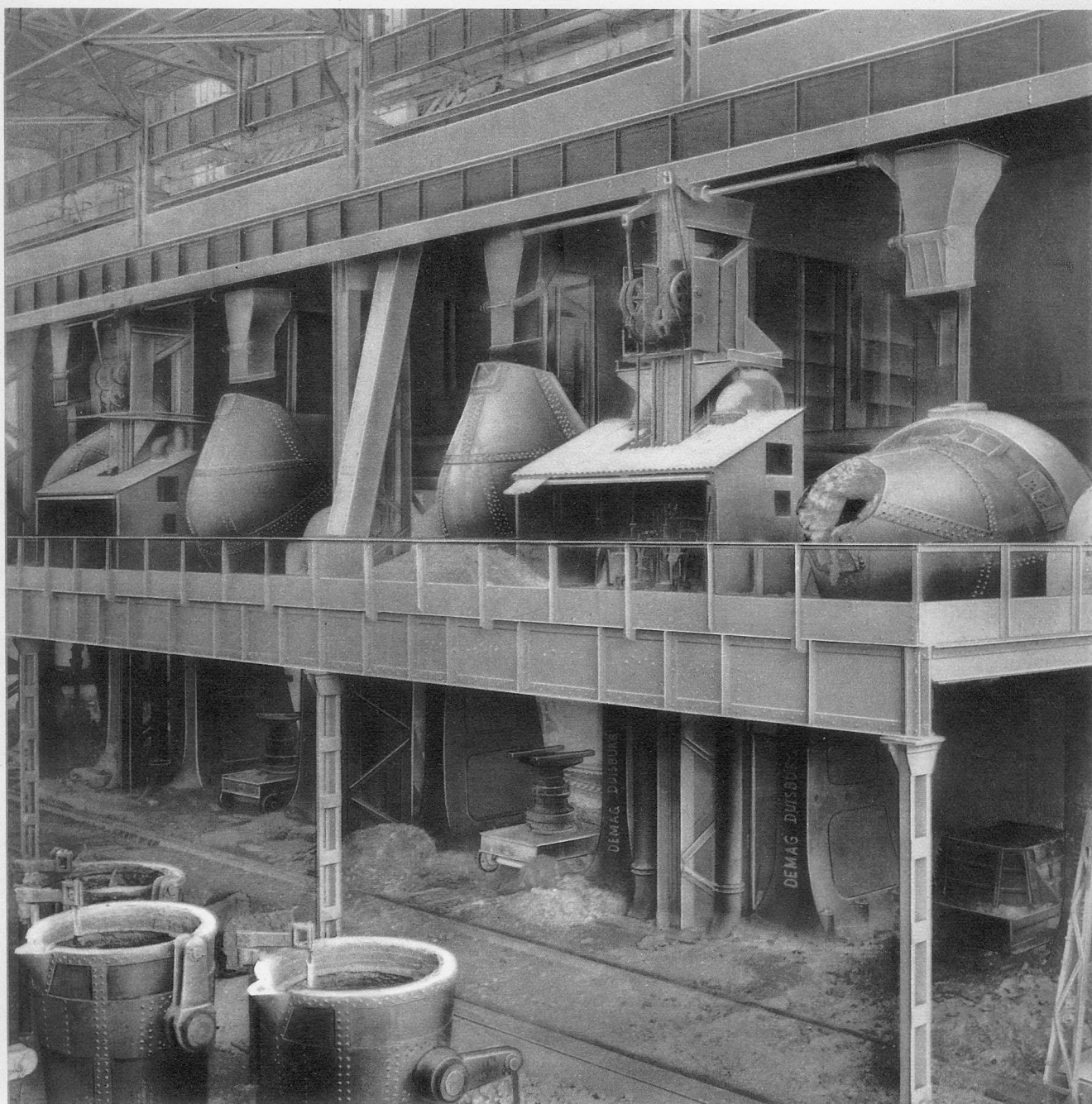
Ein neuzeitliches Thomasstahlwerk umfaßt gewöhnlich fünf Abteilungen: das Mischergebäude, die Konverterhalle, die Gießhalle, das Dolomitwerk und die Blockformenhalle. Letztere kann mit der Gießhalle vereinigt werden. Auf verschiedenen Werken ist noch eine besondere Halle für die Herrichtung der Pfannen vorhanden. Das Bild zeigt die Konverterhalle eines größeren Thomaswerkes, in der der gesamte Betrieb mit Laufkränen durchgeführt wird. Ein Kran befördert das Roheisen von den Mischern zu den Konvertern, ein anderer übernimmt die fertige Stahlschmelze aus den Konvertern und bringt sie zum Gießstand. Auch alle übrigen Transporte werden durch einen Laufkran ausgeführt. Deshalb erhielt die Halle zwei Kranbahnen übereinander. Eine starre Führung für die Stahlpfanne, wie sie dieser Gießkran noch trägt, wird neuerdings nicht mehr für notwendig erachtet.



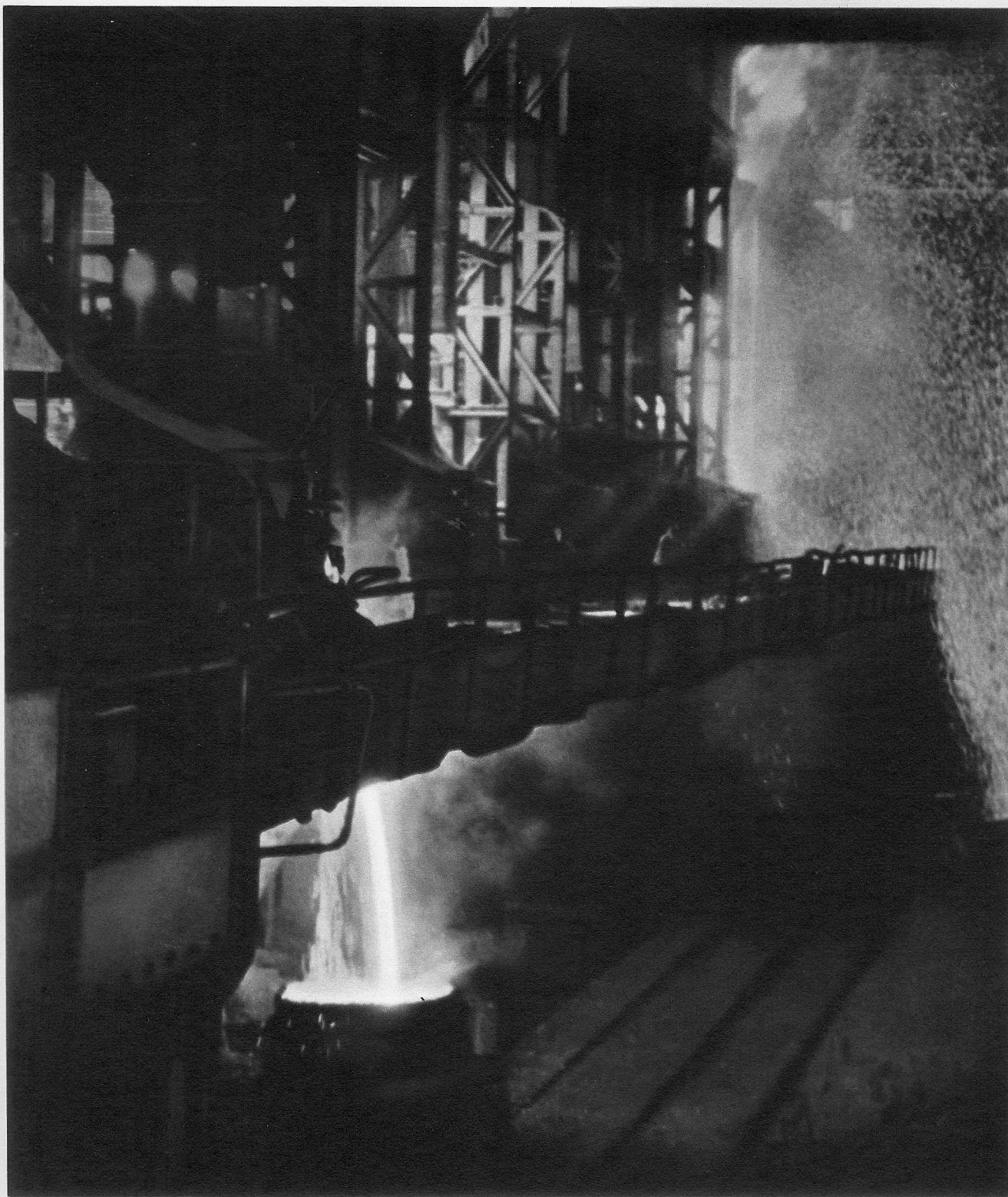
Wenn zur Übernahme der Schmelze aus dem Konverter ein Laufkran verwendet wird, muß die Konverterbühne vor den Konvertern zur Seite geschoben werden oder hochgeklappt werden können, weil sonst die Pfanne mit dem Gehänge nicht nahe genug an die Konvertermündung herangefahren werden kann. Aus diesem Grunde werden zum Abgießen der Schmelzen im allgemeinen Gießwagen bevorzugt. Diese fahren auf Geleisen unter der Konverterbühne bis dicht an die Konverter heran. Nach Übernahme der Schmelze fahren sie zu dem gewöhnlich in der benachbarten Gießhalle liegenden Gießstand. Die Blockformen werden entweder in Gießgruben aufgestellt oder stehen auf Blockformwagen. Die Anordnung auf Wagen ist besonders empfehlenswert, wenn nur ein Einheitsblock gegossen wird.



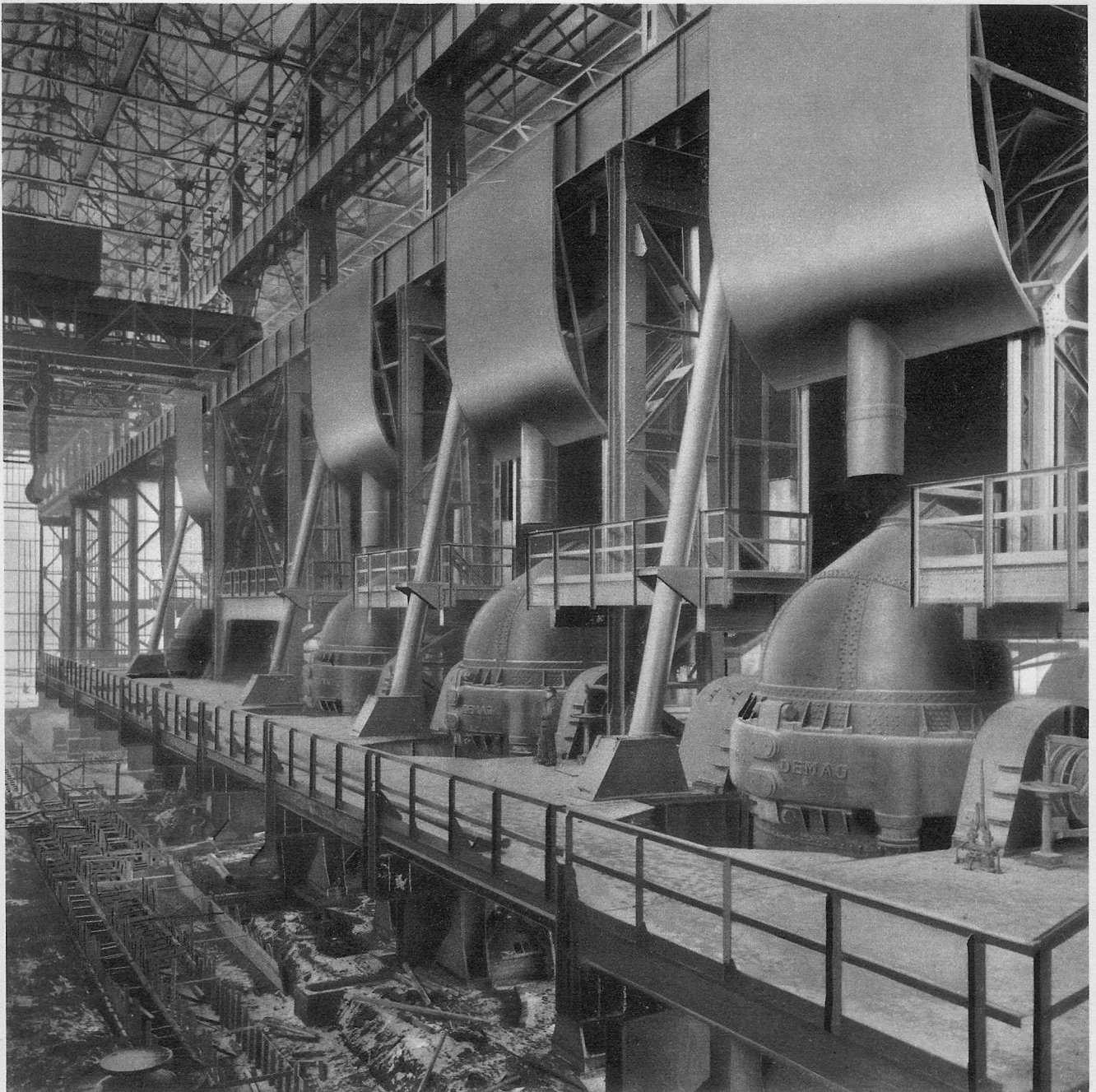
Um den Konverter in jede für den Betrieb erforderliche Lage einstellen zu können, ist er mit einer Drehvorrichtung ausgestattet, die noch jetzt wie bei der Einführung des Verfahrens durch einen Druckwasserkolben bewegt wird. Die Drehvorrichtung besteht aus einem Zahnstangengetriebe. Zur Durchführung des Frischverfahrens wird zunächst in die aufrecht stehende Birne aus einem Trichter der erforderliche Kalk eingelassen. Nach Umlegen der Birne in die waagerechte Lage wird das Roheisen eingefüllt. Jetzt wird der Gebläsewind eingelassen und der Konverter wieder aufgerichtet. Der durch das Bad strömende Wind wirkt sofort oxydierend auf die Bestandteile des Roheisens. Nachdem Silizium und Mangan verbrannt sind, setzt eine lebhafte Verbrennung des Kohlenstoffs zu Kohlenoxyd ein, das an der Mündung mit langer Flamme zu Kohlensäure verbrennt.



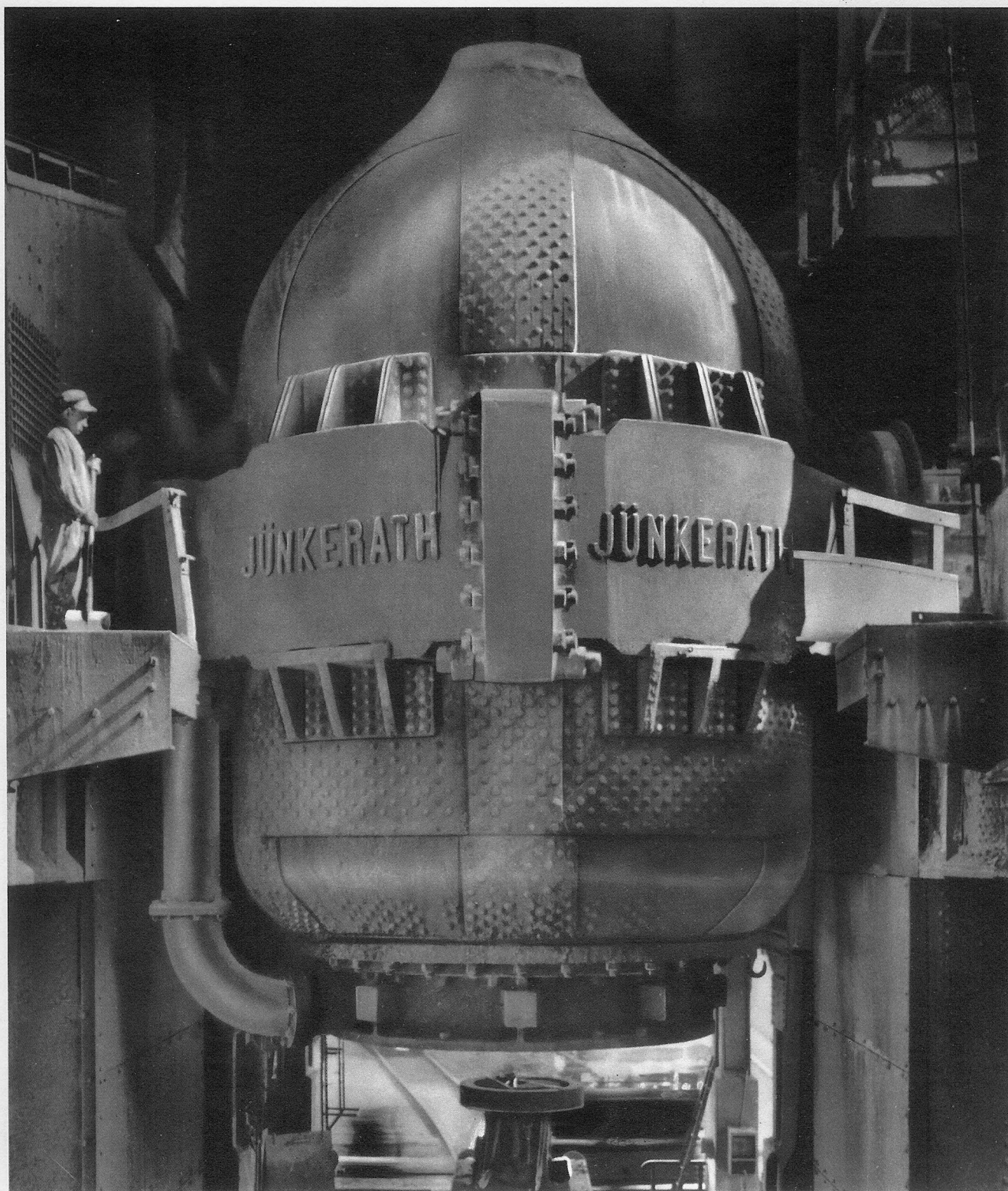
Während des Blasens werden durch den Gasstrom Schlacken- und Metallteile hochgeschleudert, die zum Teil durch die Konvertermündung austreten. Dieser Konverterauswurf wird in Kaminen aufgefangen, die auf einer Zwischenbühne hinter den Konvertern errichtet werden. Für die Haltbarkeit dieser Kamine ist Hauptbedingung, daß sie geräumig genug und von den Konvertern genügend weit entfernt sind. Die Innenwände müssen glatt sein, die erforderlichen Versteifungen also außen angebracht werden. Konverterkamine, die aus \square -Eisen zusammengesetzt sind, haben sich gut bewährt. Die nach außen vorstehenden Flanschen bilden eine wirksame Versteifung. Als Schutz für die Innenwände haben sich Platten aus Hämatiteisen sehr wirksam erwiesen.



Beim Thomasverfahren verbrennt der Phosphor zum größten Teil nach dem Kohlenstoff, was an dem Aussehen der Mündungsflamme erkannt wird. Nach Beendigung des Verfahrens wird zuerst die Schlacke aus der umgelegten Birne in einen Schlackenwagen abgegossen. Dann wird zur Desoxydation Ferromangan zugesetzt und nun die Schmelze in die Gießpfanne gekippt.

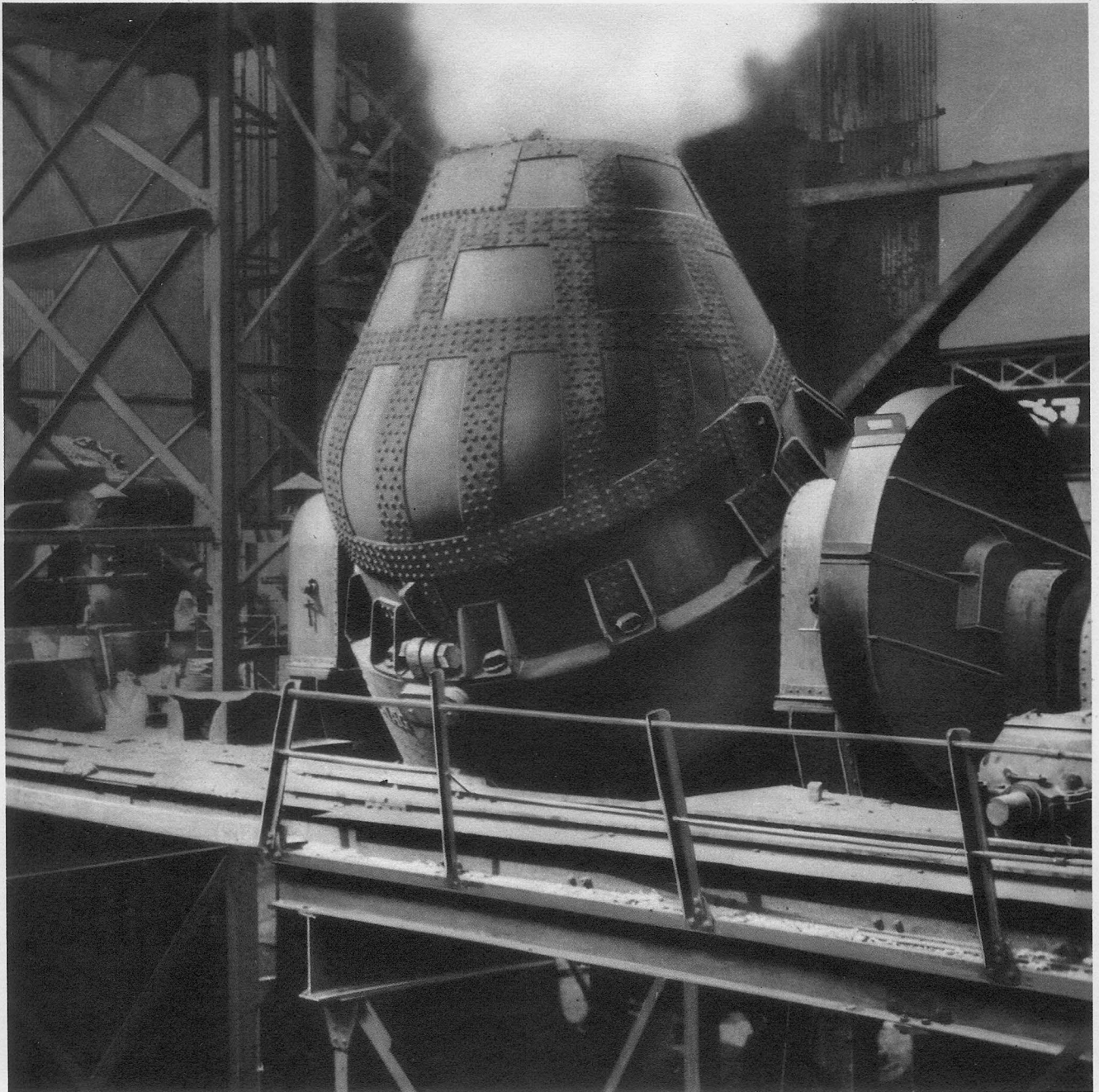


Das Bild ist in einem der jüngsten deutschen Thomasstahlwerke hergestellt. Die Konverterhalle ist mit 3 übereinander liegenden Bühnen ausgestattet. Die untere ist die Konverterbühne, auf der die Steuereinrichtungen für die Konverterdrehvorrichtungen, die Windeinlaßventile und andere Geräte aufgestellt sind. Sie liegt 7,5 m über Hüttenflur und ist entsprechend der starken Beanspruchung besonders kräftig durchgebildet. Über dieser Arbeitsbühne liegt 5 m höher eine Zwischenbühne mit den Konverterkaminen. An der obersten Bühne, der sogenannten Kalkbühne, hängen Trichter für Kalk und Schrott; Stoffe, die aus den Trichtern durch angebaute Rohre in die Konverter eingelassen werden. Schutzbleche schützen die Kranbahnen und die Trichterverschlüsse gegen den Konverterauswurf.



Das Fassungsvermögen der Konverter ist dauernd gesteigert worden. Als solches gilt der für das Roheisen zur Verfügung stehende Raum. Er ergibt sich aus dem lichten Durchmesser oberhalb des Bodens und der Badhöhe. Der abgebildete Konverter hat ein Fassungsvermögen von 50 t nach der Neuzustellung. Gebaut wurde er von der zum DEMAG-Konzern gehörigen Jünkerather Gewerkschaft.

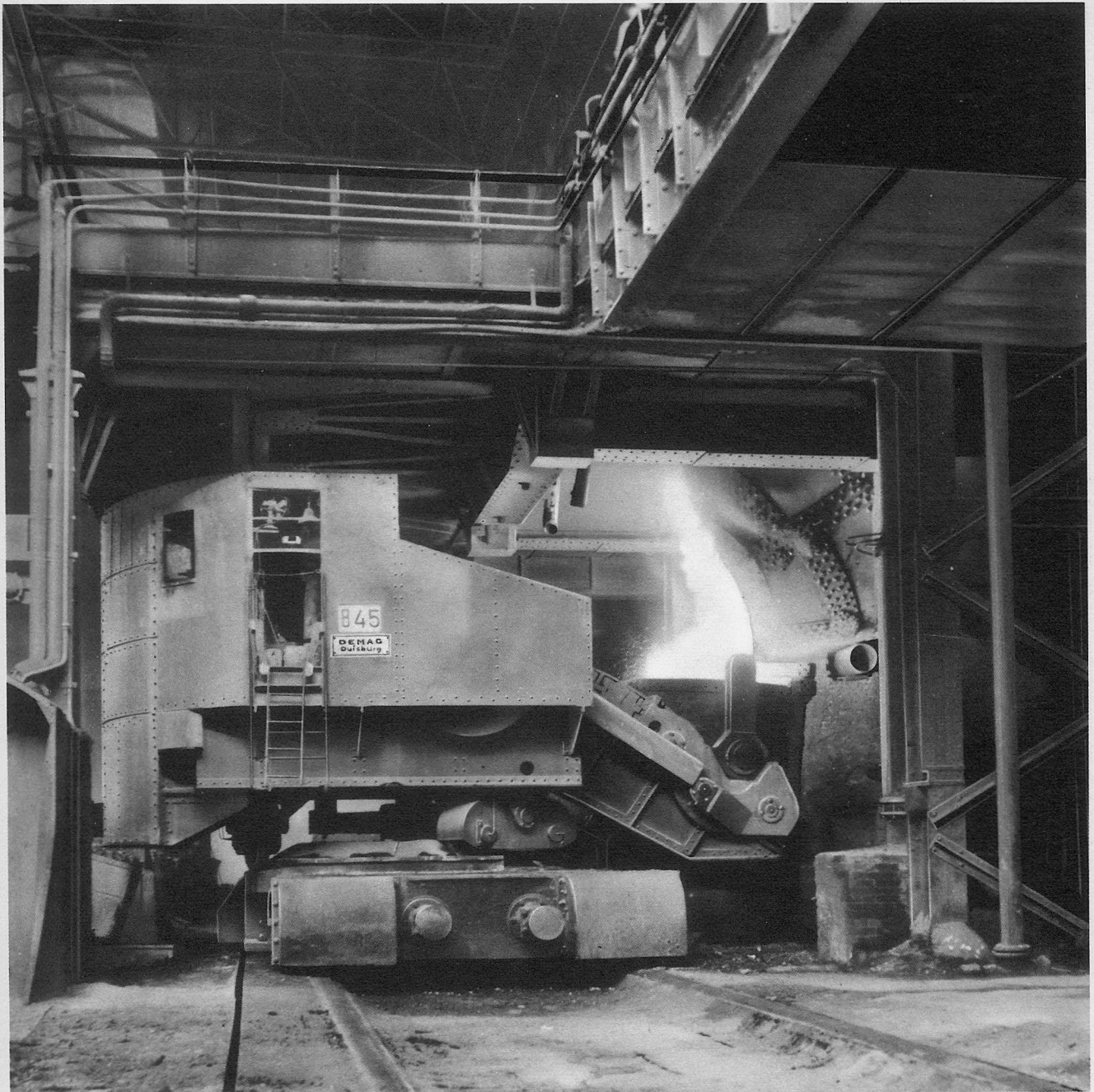
Geliefert für Deutschland.



Der Mantel des Konverters wird aus Stahlblech mit den im Behälterbau üblichen Überlappungs- und Laschen-Nietnähten ausgeführt. Der kugelige Ring, der die Verbindung zwischen Mantel und Windkasten herstellt, ist bei kleinen Konvertern ebenfalls aus dickem Blech, bei den größeren aus Stahlguß hergestellt. Die Bodenplatte, auf der der Boden ruht, der Windkasten und der Tragrings sind ebenfalls aus Stahlguß. Der Tragrings wurde früher und bei kleinen Birnen auch heute noch mit dem Blechgefäß fest vernietet. Besser ist, wie es das Bild zeigt, die Verbindung durch paarweise oberhalb und unterhalb des Rings angeordnete durch Nietung mit dem Gefäß verbundene Konsolen. Bei der dargestellten Bessemeranlage werden die Konverter abweichend von der üblichen Ausführung elektrisch gekippt.



Der Tragring des Konverters wird entweder aus einem oder aus zwei Stücken hergestellt. Die Lagerzapfen werden mit Flanschen durch eingeschliffene Schrauben mit dem Ring verbunden. Es ist mehrfach vorgeschlagen worden, den hydraulischen Antrieb der Drehvorrichtung durch einen Elektromotor zu ersetzen. Das ist bis jetzt wohl nur für die Bessemer-Konverter Seite 161 ausgeführt worden, weil im Stahlwerksbetrieb einfache maschinelle Einrichtungen bevorzugt werden. Hierbei spielt auch die Forderung eine Rolle, daß die Birne sich beim Versagen der Kippvorrichtung selbsttätig in die aufrechte Lage einstellen soll. Würde diese Forderung nicht erfüllt, der Konverter also eintretenden Falls sich umlegen, so würde der flüssige Inhalt in kurzer Zeit in die Halle fließen und die Mannschaft in größte Gefahr bringen. Um diese Forderung zu erfüllen, muß bei der Durchbildung der Anlage zweierlei berücksichtigt werden: Zunächst muß die Achse der Drehzapfen höher liegen als der Schwerpunkt des Gefäßes, der sich bei irgend einem Betriebszustand ergeben kann. Sodann dürfen in den Getrieben keine Hemmungen entstehen, die das Aufrichten der Birne verhindern. Die einfachsten Getriebe sind also auch aus diesem Grunde zu bevorzugen. Das Futter der Konverter wird auf den meisten Werken aus gepreßten Formsteinen hergestellt. Die Böden werden gestampft oder gerüttelt.



Der Gießwagen wird im Thomasstahlwerk bevorzugt, weil bei seiner Anwendung alle beweglichen Teile an der Konverterbühne fortfallen. Er hat alle Wandlungen durchgemacht, die auch andere Hebezeuge und Fördermittel in den letzten Jahrzehnten erfahren haben. Die ersten Ausführungen, die Trappen in Wetter schuf, hatten Antrieb durch Dampfmaschinen mit eigenem Dampfkessel. Als Hubwerk diente ein Druckwasserkolben in einem feststehenden Zylinder und das erforderliche Druckwasser wurde von Pumpen geliefert, die ebenfalls auf dem Wagen Platz gefunden hatten. Der Preßwasser-Antrieb für das Hubwerk wurde zunächst auch noch beibehalten, als man zum elektrischen Antrieb übergegangen war. Aber kurz nach der Jahrhundertwende wurde in Wetter ein Gießwagen entwickelt, bei dem auch das Hubwerk elektrisch angetrieben wurde. Diese Bauart wurde stetig weiter entwickelt.

SIEMENS-MARTIN-STAHLWERKE UND ELEKTRO-STAHLWERKE

Die Siemens-Martin-Stahlwerke besitzen im allgemeinen zwei parallele Haupthallen für die Öfen mit den Arbeitsbühnen und den Umsteuerorganen und für die Gießeinrichtungen. Es ist zweckmäßig, den Lagerplatz für die Rohstoffe, insbesondere den Schrott, ebenfalls parallel dazu und zwar unmittelbar neben der Ofenhalle anzuordnen; dann ist das Einfüllen der Schmelzstoffe in die Einsetzmulden und deren Übernahme durch die Ofenbeschickkrane am einfachsten. Wenn die Öfen mit Generatorgas beheizt werden, kann die Gaserzeugeranlage neben dem Schrottplatz errichtet werden. Das gibt kurze und einfache Kanäle für die Gaszuleitungen. Wird das Roheisen flüssig eingesetzt, so kann das von der Gießhalle aus durch die Rückwand der Öfen oder an der Vorderseite von der Ofenhalle aus durchgeführt werden. Im ersteren Falle wird das Befördern und Einsetzen des Roheisens durch einen der Gießlaufkrane übernommen, im anderen Falle ist es notwendig, in der Ofenhalle einen der Beschickkrane hierfür mit einer Hilfskatze auszurüsten. Die Gießhalle wird dadurch entlastet. Zum Einsetzen der festen Rohstoffe kann auch anstatt eines Beschickkrans ein auf den Ofenbühnen laufender Wagen benutzt werden. Bei Stahlwerken mit großen Öfen und entsprechend großen Abstichen kann eine Gießhalle für das Abgießen der Schmelzen nicht ausreichen, besonders dann, wenn viele verschiedene Blockabmessungen oder kleine Blöcke gegossen werden.

Die Aufgaben des Siemens-Martin-Ofens bestehen darin, den Einsatz durch Zufuhr von Wärme auf Schmelztemperatur zu bringen, die erforderliche Schmelzwärme zuzuführen und schließlich den Arbeitsraum auf der Temperaturhöhe zu erhalten, die zum schnellen Ablauf der chemischen Reaktionen erforderlich ist. Beim Roheisen-Erzverfahren mit flüssigem Einsatz ist soviel Wärme zuzuführen, daß die Arbeitstemperatur erreicht und aufrechterhalten wird. Die Einschmelztemperatur ist abhängig von der Zusammensetzung des Einsatzes, sie geht bis 1529 Grad entsprechend der Schmelztemperatur des reinen Eisens. Die nach dem Einschmelzen erforderliche hohe Reaktionstemperatur führt zu einer Überhitzung des Bades bis auf 1580 bis 1680 Grad. Das ist notwendig, damit der Stahl die auf dem Wege zur Blockform unvermeidlichen Wärmeverluste ertragen kann, ohne die beim Gießen nötige Dünnschmelzbarkeit zu verlieren. Die Verbrennungsgase müssen beim Verlassen des Herdraumes eine Temperatur haben, die noch höher ist. Beim Einschmelzen genügt eine Gastemperatur von 1600 bis 1700 Grad, die aber beim Fertigmachen auf 1800 bis 1900 Grad gesteigert werden muß. Es müssen deshalb bei den in Betracht kommenden Brennstoffen die Verbrennungsluft allein oder auch der Brennstoff vorgewärmt werden. Bei Koksofengas genügt eine Vorwärmung der Luft auf 700 bis 800 Grad, bei Generatorgas muß man Gas und Luft auf 900 bis 1070 Grad vorwärmen. Die Vorwärmung der Luft bzw. des Gases und der Luft ist also in erster Linie zur Schaffung der erforderlichen Arbeitstemperatur notwendig und erst in zweiter Linie für die Ausnutzung der Abwärme zur Brennstoffersparnis.

Beim Frischverfahren im Herdofen wird die Wärme abweichend vom Windfrischverfahren vorwiegend durch die Verbrennungsgase auf das Bad übertragen. Dagegen wird die Oxydation der

Eisenbegleiter nur in geringem Umfang durch die Ofengase bewirkt, sondern im wesentlichen durch die oxydische Schlacke. Ebenso wie die Stahlerzeugung im Konverter, erhielt auch die im Siemens-Martin-Ofen erst durch seine basische Zustellung ihre heutige Bedeutung, denn erst dadurch wurde man auch beim Herdfrischen von der Zusammensetzung des Roheisens unabhängig. Das saure Herdfrischen verlangt nämlich auch einen phosphor- und schwefelarmen Einsatz und wird deshalb weniger angewendet.

Im basisch zugestellten Siemens-Martin-Ofen erzeugt man Stahl nach folgenden Verfahren:

1. Das Schrottkohlungsverfahren. Es wird dort ausgeübt, wo viel Schrott anfällt und das Roheisen teuer ist. Hierbei wird der für den Kochvorgang erforderliche Kohlenstoff sowie der Kalk mit dem Schrott eingesetzt. Erzzuschläge sind bei diesem Verfahren nur in geringer Menge erforderlich.
2. Das Schrottroheisen-Verfahren, das mit wechselndem Verhältnis von Schrott und Roheisen durchgeführt wird. Für den Roheisenanteil ist die Preislage von Schrott und Roheisen bestimmend. Die frischende Wirkung der Schlacke und der Ofengase wird durch Zugabe von Erz erhöht.
3. Das Roheisenerz-Verfahren mit einem höheren Erzzusatz zur Verstärkung der Frischwirkung.
4. Das Bertrand-Thiel-Verfahren, ein Roheisenerzverfahren, bei dem die Frischarbeit unterteilt und jede Teilarbeit in einem besonderen Ofen durchgeführt wird.
5. Das Hösch-Verfahren. Es wird ebenfalls als Roheisenerzverfahren durchgeführt, jedoch in einem Ofen. Die Frischarbeit wird hierbei unterteilt, indem die Schmelze nach dem ersten Abschnitt abgestochen und die Schlacke abgelassen wird. Für den zweiten Abschnitt wird der Ofen mit Schrott und neuen Zuschlägen beschickt und dann die vorgefrischte Schmelze wieder in den Ofen eingesetzt.
6. Das Talbot-Verfahren, das in großen kippbaren Ofen durchgeführt wird. Von der gefrischten Schmelze wird nur ein Teil in eine Pfanne abgestochen und in dieser fertiggemacht.

Die Leistung des Siemens-Martin-Ofens ist in erster Linie von seiner Größe abhängig. Es ist deshalb allgemein üblich, die Ofen nach ihrem Fassungsvermögen zu bezeichnen. Das schwankt in weiten Grenzen zwischen 1,5 und 300 t. Die kleinen Ofen unter 20 t Fassungsvermögen kommen im allgemeinen nur für Stahlgießereien in Betracht. Ofen über 150 t Fassungsvermögen werden in Europa nur für die Durchführung des Talbot-Verfahrens angewendet. In zweiter Linie wird die Ofenleistung von der Schmelzdauer beeinflusst, die mit der Größe des Ofens zunimmt. Die spezifische Leistung je Herdflächen-Einheit schwankt zwischen 75 und 285 kg je qm und Stunde. Hiervon ist der Wärmeverbrauch je Tonne Stahl weitgehend abhängig. Erzeugung, Schmelzdauer und Wärmeverbrauch hängen außerdem ab vom Verfahren, vom Einsatz — fest oder flüssig — und von der Art des erzeugten Stahls. Am häufigsten trifft man Herdflächenleistungen von 200 kg je qm und Stunde, für die man einen mittleren Wärmeverbrauch von 1,25 Millionen Wärmeeinheiten je Tonne Stahl annehmen kann.

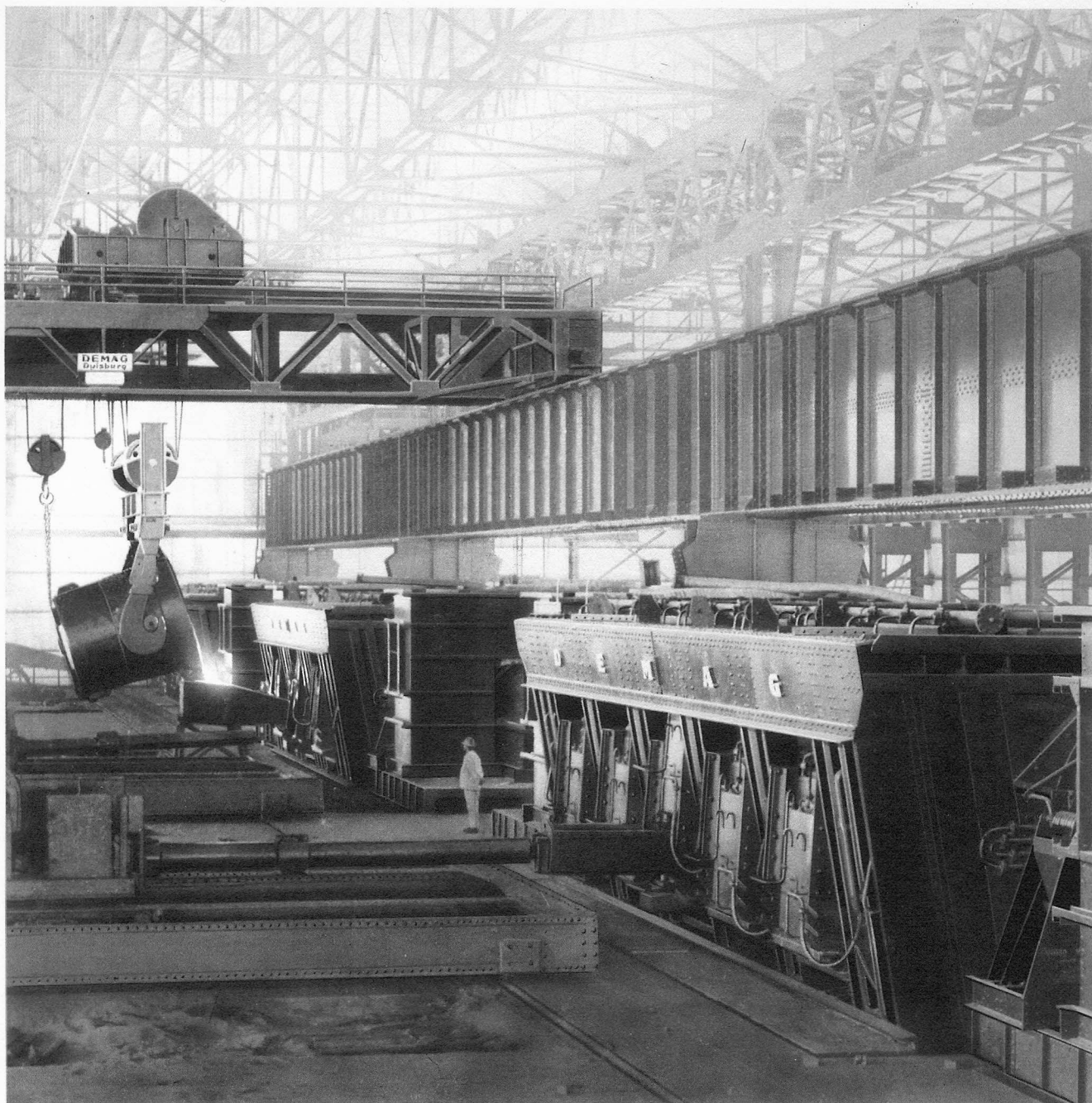
Auch die Gestaltung der Siemens-Martin-Stahlwerke ist in einschneidender Weise durch die DEMAG beeinflusst worden. Sie schuf kurz nach der Jahrhundertwende den größten Teil der heute in diesen Betrieben arbeitenden Krane und Maschinen und hatte eine so glückliche Hand bei der Formgebung, daß grundlegende Änderungen an der einmal geschaffenen Form und Bauart seitdem kaum vorgenommen wurden. Die großen Leistungen neuzeitlicher Stahlwerke hängen nicht zuletzt ab vom reibungslosen Zusammenarbeiten dieser leistungsfähigen Krananlagen.



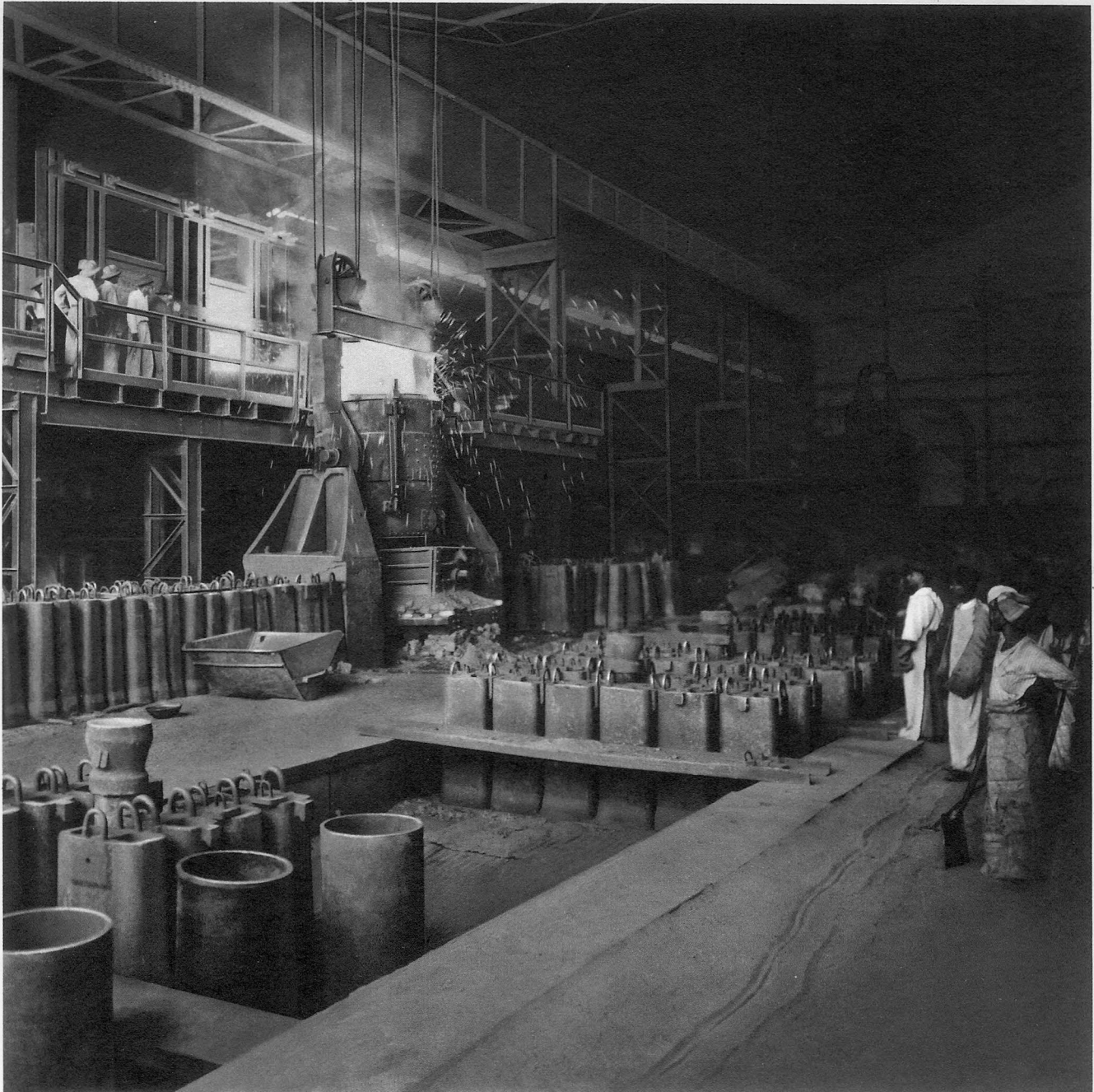
Das Siemens-Martin-Stahlwerk wurde im Jahre 1935 in Betrieb gesetzt. Es ist für eine Jahreserzeugung von 350 000 t Rohstahl erbaut. Hierfür wurden 4 kippbare Siemens-Martin-Öfen von je 120 t und 2 kippbare Flachherdmischer von je 300 t Fassungsvermögen zum Vorfrischen aufgestellt. Das Roheisen wird flüssig eingesetzt und mit 15 bis 20% Schrott aus den angeschlossenen Walzwerken verarbeitet. Zum Ausgleich der Hochofenabstiche und des Bedarfes des Stahlwerks dient ein 600-t-Rollmischer, der mit Koksofengas beheizt wird. Es werden in 9 Gießgruben Blöcke von 4 bis 5 t Stückgewicht gegossen. In der Gießhalle arbeiten 4 Laufkrane mit einer Tragfähigkeit von 100 t und einem 25-t-Hilfshubwerk und zwar 1 für den Roheisentransport und 3 als Gießkrane. Zwei der 3 Pendelkrane rechts stoßen die Blöcke aus, und einer befördert die Blockformen.



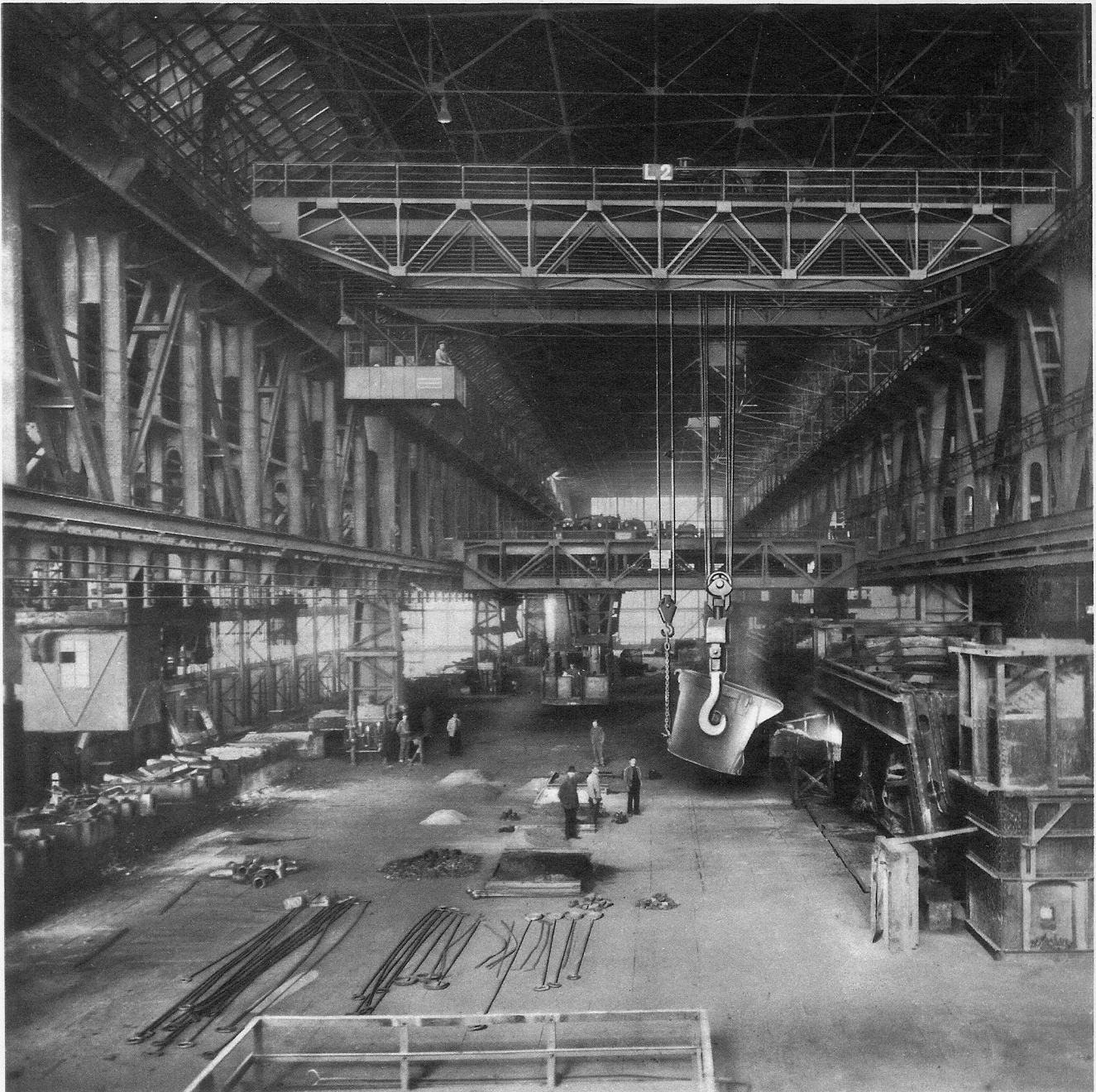
Ein ebenfalls im letzten Jahrzehnt von der DEMAG erbautes Siemens-Martin-Stahlwerk in Südafrika zeigt obiges Bild. Es umfaßt 4 nebeneinander liegende Hallen: die Gießhalle, die Ofenhalle, eine Halle für das Rohstofflager und eine schmale Halle zwischen den beiden letztgenannten. In der Rohstoffhalle sind auch die Gaserzeuger aufgestellt. Die Arbeitsbühne der Ofenhalle ist bis in die Rohstoffhalle erweitert und hier für die Muldenwagen befahrbar eingerichtet. In der Ofenhalle stehen 3 kippbare Öfen: zwei von je 125 t und einer von 250 t Fassungsraum. In den kleinen Öfen wird nach dem Roheisen-Schrottverfahren und in dem großen nach dem Talbot-Verfahren gearbeitet. In der Gießhalle befinden sich zwei Laufkrane von 110 t Tragfähigkeit am Haupthaken und von 20 t am Haken der Hilfskatze. Ein gleicher Kran bedient die Ofenhalle.



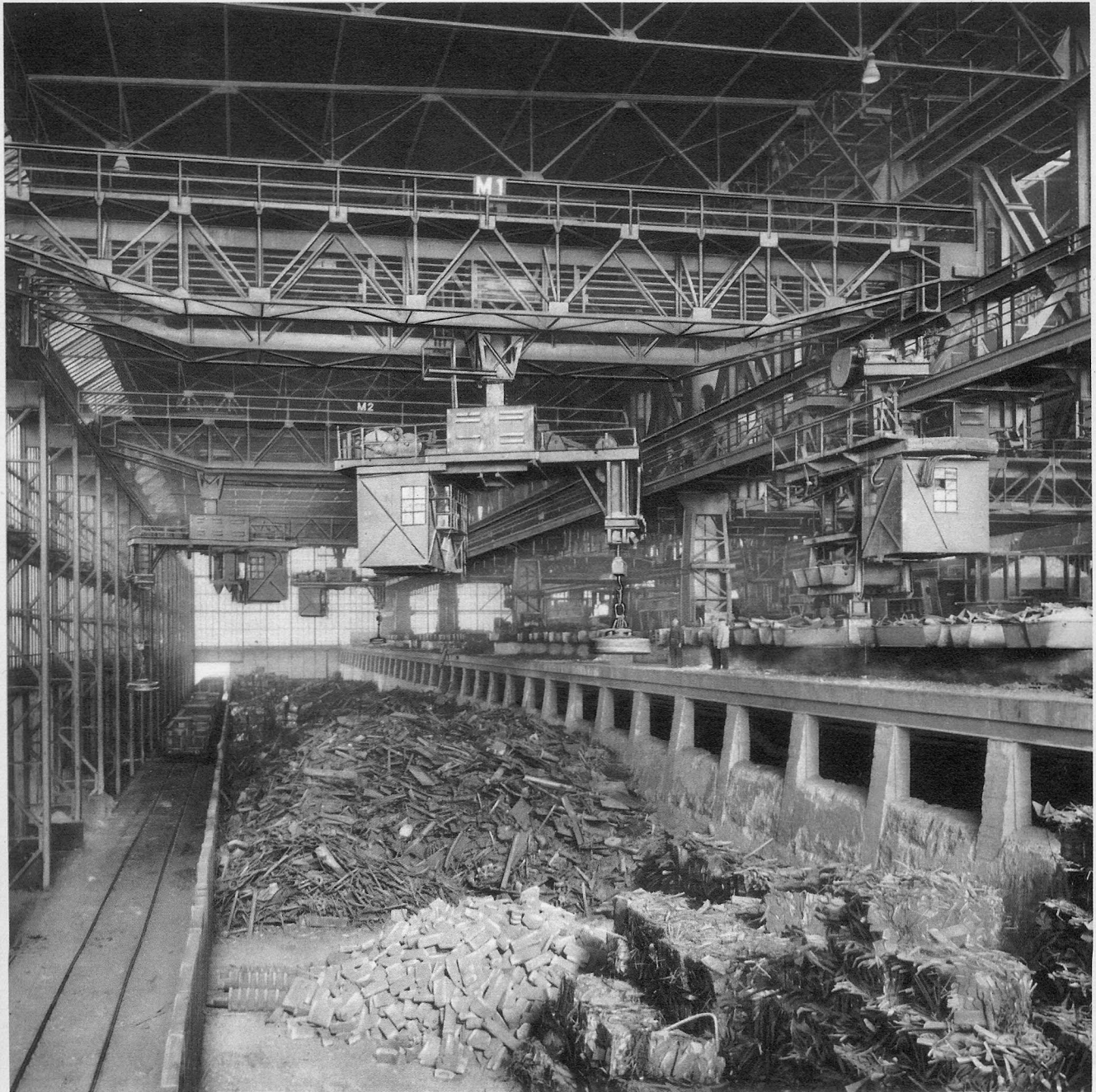
Die Ofenhalle hat wie die Gießhalle eine Kranspannweite von 22,25 m. Beide Hallen sind 125 m lang. In den Dachbindern sind besondere Hebezeuge, die Demagzüge, für Instandsetzungsarbeiten an den Laufkränen angebracht. Das Roheisen wird in Trommelpfannen vom Hochofen zum Stahlwerk befördert. Diese Trommeln haben 50 t Fassungsraum, sie sind in vierachsige Wagen eingehängt und so eingerichtet, daß sie auch die Masselgießmaschine beschicken können. Die Öfen werden mit Generatorgas oder auch mit Mischgas beheizt. Als Umsteuerorgane für Gas und Luft an den Öfen sind elektrisch angetriebene Schieberventile verwendet, die so gesteuert werden, daß Gasverluste ausgeschlossen sind.



Das Stahlwerk in Mysore hat vorerst nur einen feststehenden 25-t-Siemens-Martinofen. Die Arbeitsbühne ist bis in die Gießhalle vorgezogen. Unter dem Stichloch an der Rückwand des Ofens befindet sich die Abstichrinne. Sie ruht in einer Vertiefung der Bühne, so daß sie von beiden Seiten zugänglich ist. Die Stahlpfanne ruht während des Abstichs mit ihren Zapfen auf einem gußeisernen Bock, der dicht an der Bühne aufgestellt ist. Der Gießkran erfaßt mit seinem Gehänge die Pfanne sofort nach erfolgtem Abstich und befördert sie zum Gießstand. Bei dem auf den Seiten 171 und 173 beschriebenen Stahlwerk werden die Einheitsblöcke auf Kokillenwagen abgegossen und mit diesen Wagen zur Tiefofenhalle der Blockstraße befördert. Hier, in Mysore, handelt es sich um das Abgießen einer Vielzahl von Blockformen und Blockgewichten. Das geschieht in Gruben, wie bei der auf Seite 169 beschriebenen Anlage.



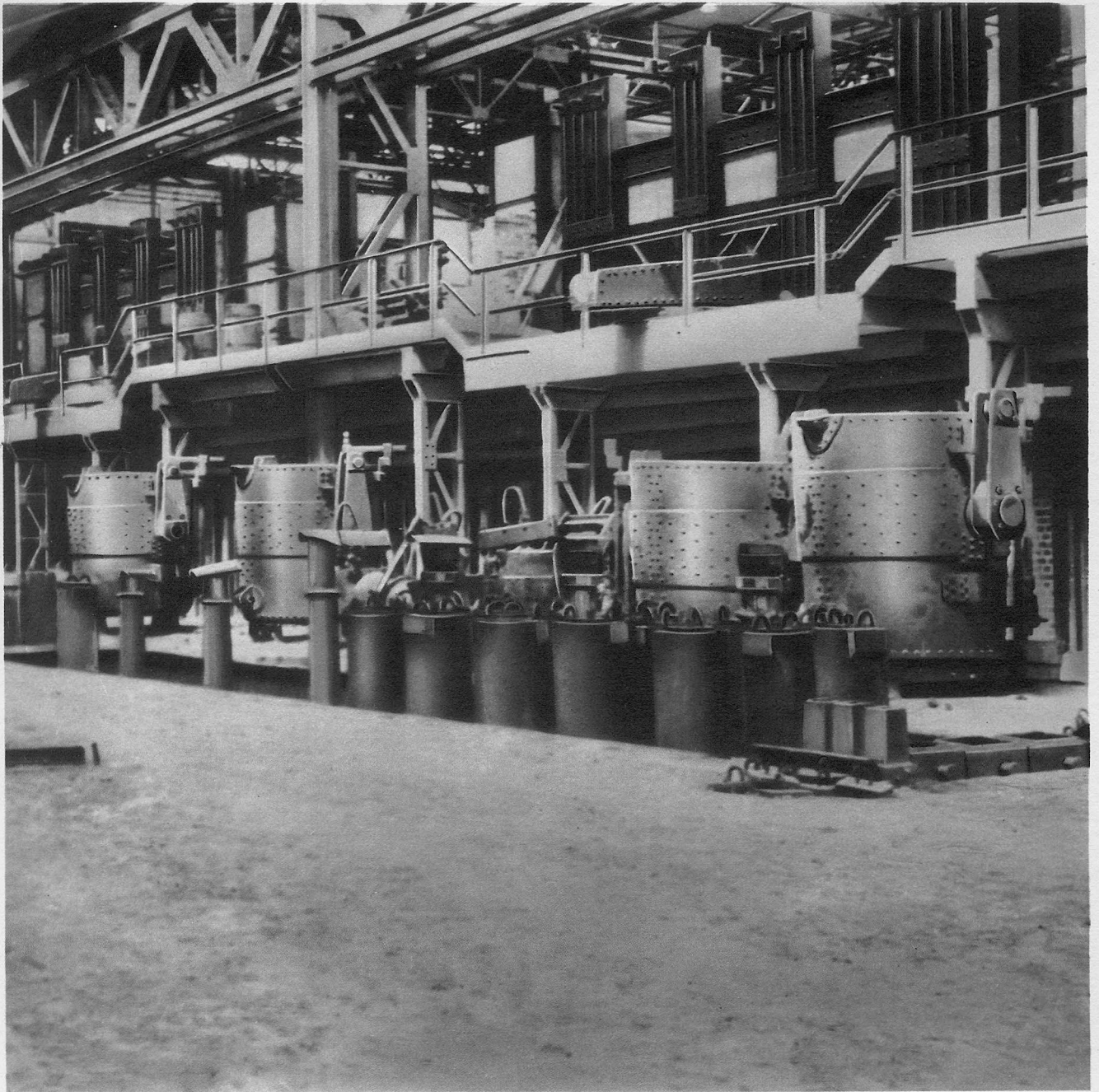
Das obige Bild gibt die Ofenhalle eines Stahlwerks mit kippbaren Siemens-Martin-Ofen wieder, die nach dem Roheisen-Schrottverfahren arbeiten. Das Roheisen wird flüssig durch eine Rinne an der Vorderseite des Ofens eingeführt. Die Ofenhalle hat zwei übereinander angeordnete Kranbahnen. Auf der oberen verkehren die Pfannenkrane, auf der unteren Muldenkrane zum Beschicken der Öfen mit dem festen Einsatz. Wegen der großen Stützweiten für die Kranbahnen ergeben sich Kranbahnträger von beträchtlicher Höhe. Die Laufschienen für die Pfannenkatzen liegen auf dem Obergurt der Kranträger, während bei den Muldenkranen auch die Untergurte noch Laufbahnen für die Gegenrollen der Katzen bilden. Die außergewöhnlich geräumige Ofenbühne ist durch große Fenster in den Längs- und Giebelwänden reichlich durch Tageslicht erhellt.



Das Bild gibt einen Einblick in das Rohstofflager eines Siemens-Martin-Stahlwerks. Früher befanden sich diese Läger allgemein unter freiem Himmel. Ihre Maschinen und Hebezeuge, vor allem aber die dort beschäftigten Arbeiter, waren allen Unbilden und Schäden der Witterung ausgesetzt. Da diese Läger mit Rücksicht auf gute Beförderungsverhältnisse allgemein neben der Ofenhalle angeordnet werden, ergeben sich auch für diese sehr unangenehme Begleiterscheinungen aus einem offenen Lager. Das Einbringen der Mulden mit den Rohstoffen bedingt Öffnungen in der Längswand der Ofenhalle. Alle diese Mängel fallen nach Überdachung des Rohstofflagers fort. Die Längswand der Halle erfordert dann keine schweren Abfangkonstruktionen mehr, sowie keine Hub- oder Schiebetüren, die leicht beschädigt und zerstört werden, und die Übersicht über die Gesamtanlage ist erheblich verbessert.



Die Ofenhalle des auf Seite 169 beschriebenen Stahlwerks hat, wie die Gießhalle und das Schrottlager, eine Länge von 231,5 m und eine Breite von 25 m. Kalk und Erz werden aus den auf dem Schrottplatz errichteten Bunkern in die Beschickmulden abgezogen. Diese Mulden werden zu je drei Stück von Muldentransportkranen auf die Muldenbank abgestellt. Hier werden sie von den Muldenbeschickkranen erfaßt und in die Öfen entleert. Die Ofenbeschickkranen sind besonders schwer durchgebildet, weil sie einer doppelten Aufgabe dienen. Zum Einsetzen der festen Rohstoffe sind sie mit einem Hub- und Wippwerk für die Mulden ausgestattet. Die Ausleger haben starre Führung und sind vollkommen drehbar eingerichtet. Die Beschickmulde samt Inhalt wiegt 5 t. Eine zweite Laufkatze dient zur Beförderung von flüssigem Einsatz und hat 50 t Tragfähigkeit. Mit ihr wechselt man auch die Ofenköpfe aus.



Der Wärmeübergang von den Verbrennungsgasen auf das Bad der Siemens-Martin-Ofen erfolgt überwiegend durch die Eigenstrahlung der Gase. Schon bei Temperaturen von etwa 800 Grad übertrifft die Eigenstrahlung der bei der Verbrennung entstandenen Kohlensäure und des Wasserdampfs den Wärmeübergang durch Konvektion. Die Beobachtungen im Betriebe ergeben jedoch, daß die Beheizung der Badoberfläche durch unmittelbare Wärmeübertragung von den Verbrennungsgasen nicht entbehrt werden kann. Deshalb müssen die Ofenköpfe so durchgebildet werden, daß Gas- und Luftzug schräg auf das Bad gerichtet sind. Die Verbrennungsgase müssen sich an die Badoberfläche anschmiegen und sich möglichst dicht darüber zum ausziehenden Ofenkopf fortbewegen, um höchsten Wärmeaustausch sicher zu stellen und die Bildung toter Gasschichten über dem Bad auszuschließen.

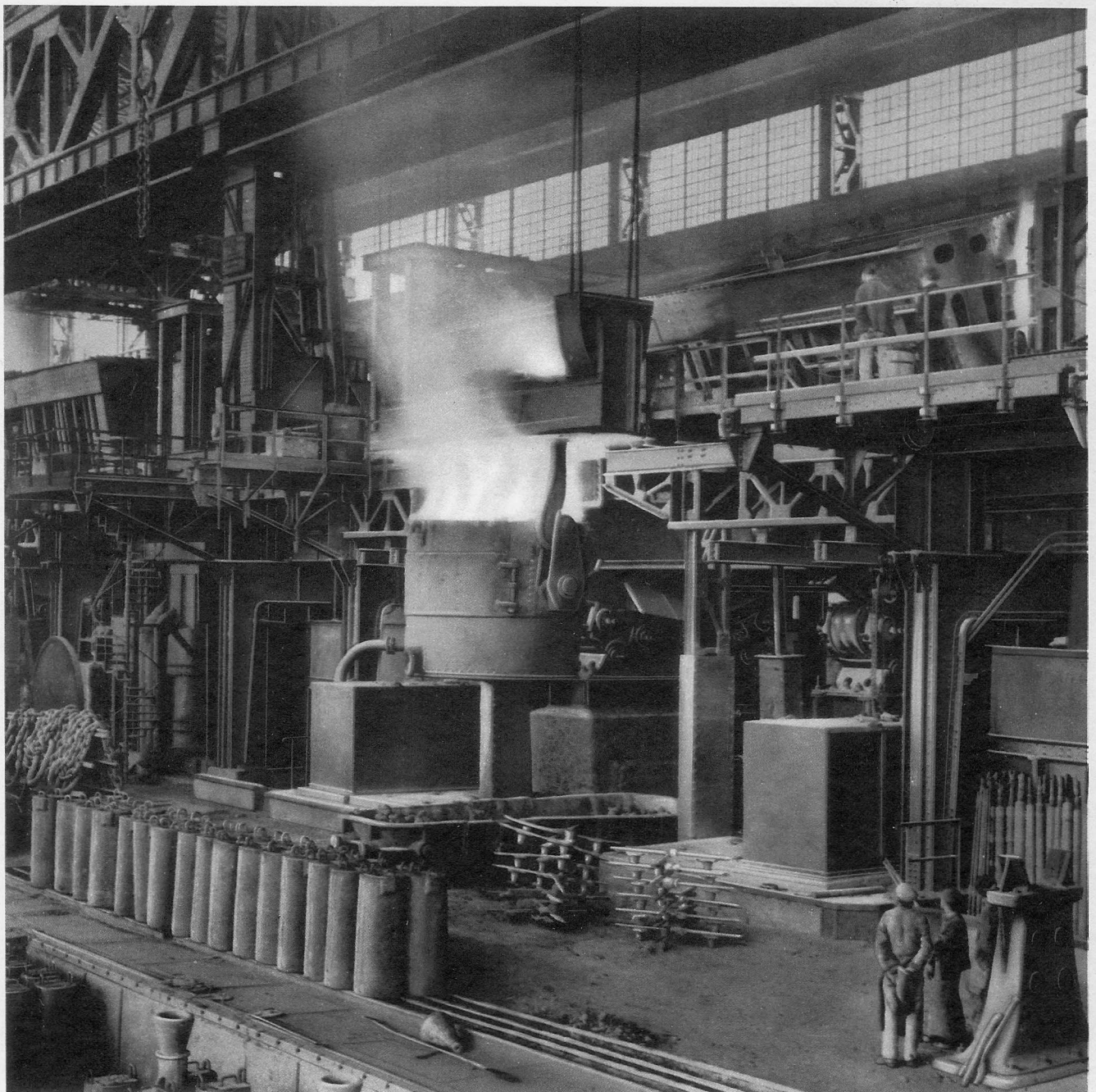


Die Wichtigkeit der richtigen Gestaltung der Ofenköpfe mit den Brennern für die günstigste Wärmeübertragung ergibt sich auch durch die Beobachtung der Verhältnisse im Herdraum der Siemens-Martin-Öfen in den verschiedenen Abschnitten des Verfahrens. Beim Roheisen-Schrott-Verfahren stößt die Flamme während des Einsetzens und Niederschmelzens auf die Schrotthaufen. Ihre Geschwindigkeit wird erheblich vermindert und der Verbrennungsvorgang durch starke Wärmeentziehung verzögert. Während dieser Zeit sind mithin die Bedingungen für den Wärmeübergang durch Strahlung ungünstig, dagegen günstig für den konvektiven Wärmeübergang. Die ungünstigsten Verhältnisse für den Wärmeübergang bestehen in der Zeit des „Loskochens“. Dann sind die Temperaturunterschiede zwischen Flamme und Bad sehr gering. Die stärkste Heizwirkung wird dort erzielt, wo die Flamme das Bad erreicht.

Geliefert für Deutschland.



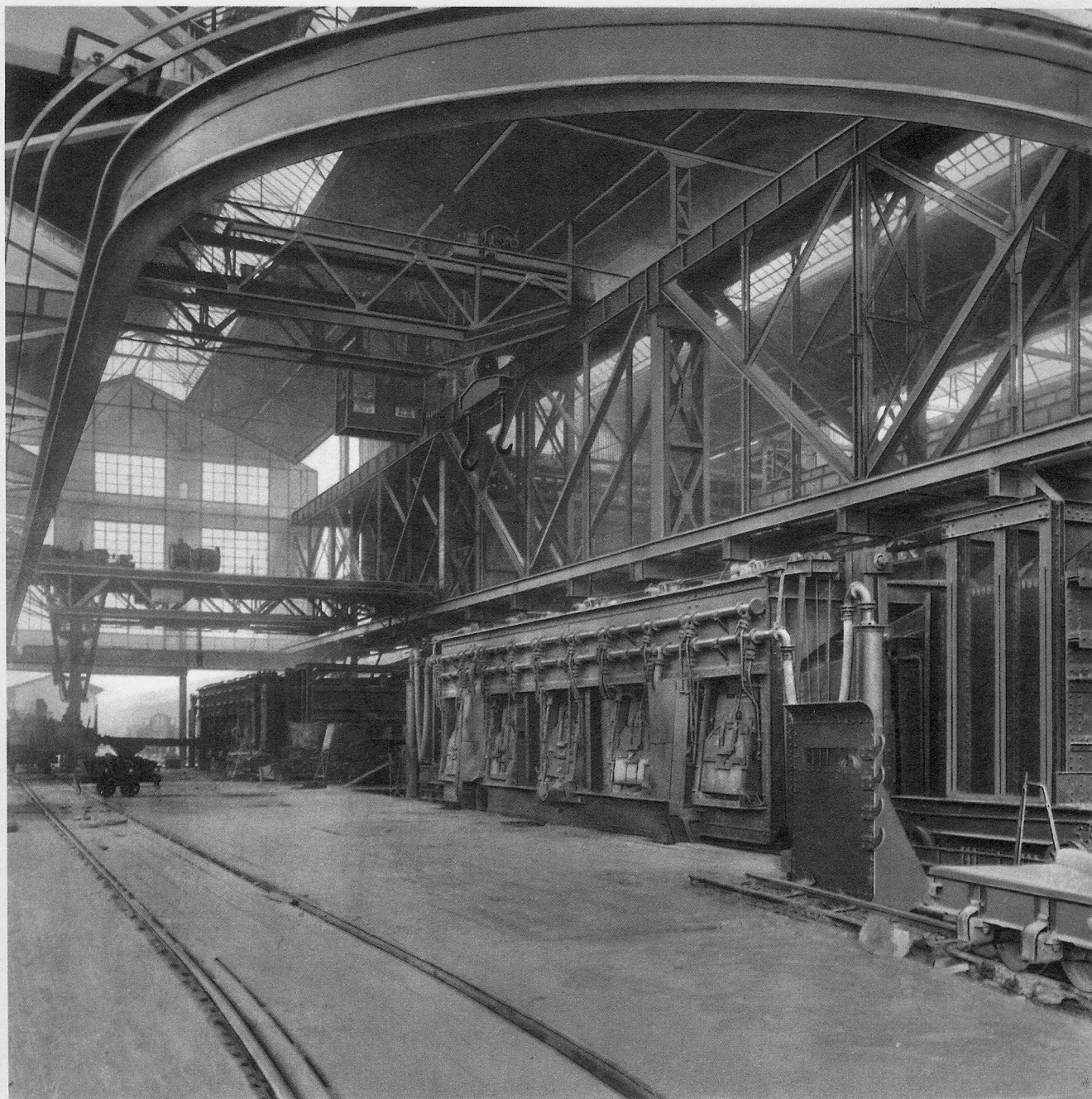
An der Stelle, wo im feststehenden und kippbaren Martinofen die Flamme auf das Bad stößt, beginnt das Kochen des Bades und überträgt sich von hier aus erst allmählich auf die übrigen Teile des Herdes. Hieraus ergibt sich, daß für einen schnellen Verlauf des Verfahrens und für hohe Leistung des Ofens nicht nur die Strahlungseigenschaften der Flamme, sondern auch die Gestalt und Führung der Flamme bestimmend sind. Eine leuchtende Flamme hat ein größeres Wärmestrahlungsvermögen als eine nicht leuchtende Flamme gleicher Gasmenge und gleichen Heizwerts. Eine Flamme wird durch die mitgeführten Kohlenstoffteilchen leuchtend, die beim Zerfall der Kohlenwasserstoffe entstehen. Diese kleinsten Kohlenstoffteilchen glühen in der sie führenden Flamme. Die Strahlung einer Flamme ist um so stärker, je größer ihre Schichtstärke und je größer die Zahl der Kohlenstoffteilchen in der Raumeinheit ist.



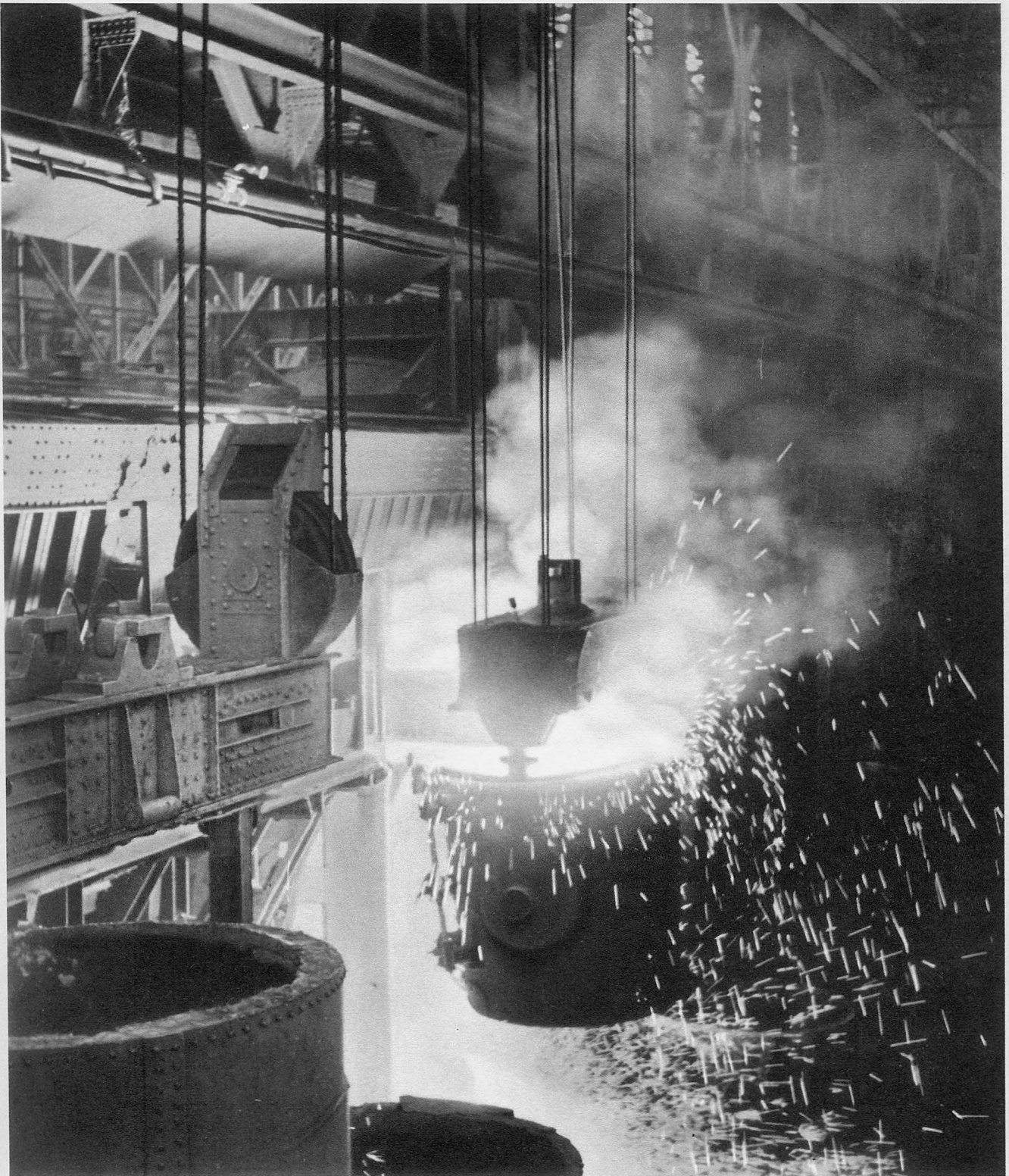
Im Bereich der strahlenden Flamme treten Gasstrahlung und Flammenstrahlung gemeinsam auf. Die Bedeutung der Flammenstrahlung im Siemens-Martin-Ofen ist hierdurch erklärt und damit wird auch verständlich, daß ein kohlenwasserstoffarmes Mischgas mit hohem Heizwert und hoher theoretischer Verbrennungstemperatur schlechtere Ofenleistungen ergeben kann als ein wesentlich ärmeres Generatorgas, das aber mit leuchtender Flamme brennt. Die Rußabscheidung aus dem Teer des Steinkohlengeneratorgases beginnt schon im Gaserzeuger und setzt sich in der Gaskammer des Ofens fort, denn die Reaktionstemperatur liegt bei 700 bis 800 Grad. Mischgas aus Koksofen- und Hochofengichtgas enthält keinen Teer, aber schwere Kohlenwasserstoffe und Methan aus dem Koksofengas. Der freie Kohlenstoff rührt hauptsächlich aus dem Methan her, wobei die Reaktionstemperatur über 1150 Grad liegt.



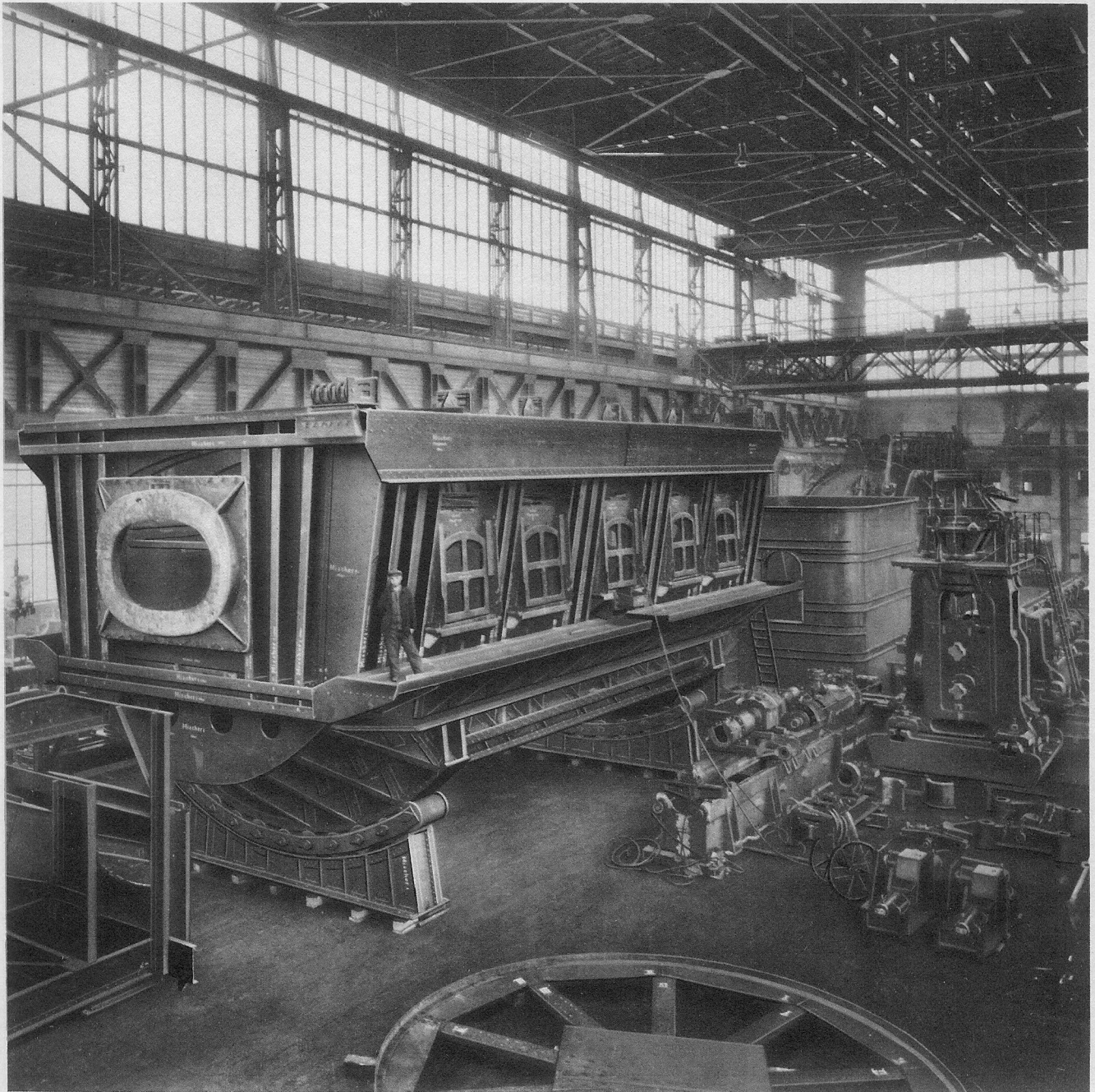
Aus dem auf Seite 187 und 189 Gesagten ergibt sich, daß bei Verwendung von Mischgas aus Koksofengas und Gichtgas auf hohe Gasvorwärmung größter Wert gelegt werden muß. Um bei Mischgas eine stark strahlende Flamme zu erreichen, werden auch Karburierungsmittel zugesetzt. Als solche dienen hauptsächlich Teer und Teeröl, vereinzelt auch Braunkohlenstaub. Für den Ablauf der Verbrennung ist die Austrittsgeschwindigkeit von Gas und Luft und ihre Strömungsrichtung maßgebend. Die Strömungsgeschwindigkeit ist abhängig vom Druckgefälle, also vom Überdruck auf der einziehenden Seite und vom Unterdruck auf der abziehenden Seite des Ofens. Die Brenner werden durch die Züge im Ofenkopf gebildet. Diese Züge sind aber nach dem Umschalten auch die Abzugkanäle für die Gase. Demnach sind sie in dem einen Zeitabschnitt maßgebend für den Ablauf der Verbrennung und im anderen Zeitabschnitt für die Verteilung der heißen Abgase auf die Gas- und Luftkammern.



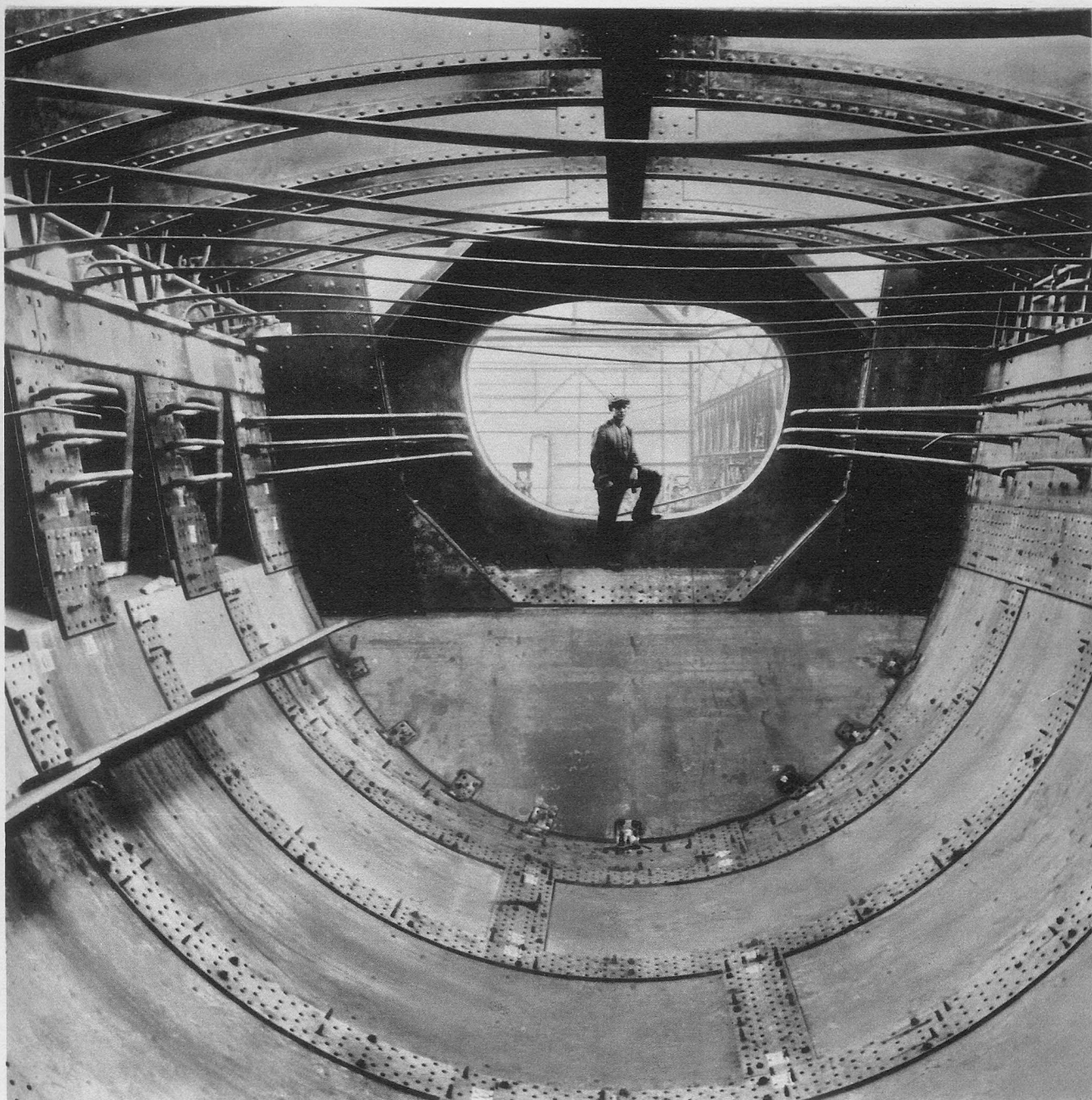
Die Abgasgeschwindigkeiten der Siemens-Martin-Öfen ergeben sich bei der üblichen Kaminhöhe von 70 m zu 7 bis 8 m in der Sekunde. Bei Generatorbetrieb kann man mit einer Gasgeschwindigkeit des Frischgases von 6 bis 7 m rechnen. Die Luftgeschwindigkeit im Brenner wird durch den natürlichen Auftrieb in der Luftkammer hervorgerufen. Man ist demnach in der Lage, Eintrittsgeschwindigkeiten und Austrittsgeschwindigkeiten miteinander in Einklang zu bringen. Bei Mischgasbetrieb kann die Verteilung der Abgase Schwierigkeiten verursachen, indem die Gaskammer nicht genügende Vorwärmung erhält. Dann müssen die Abgase in den Luftkanälen gedrosselt werden. Bei den Kammern der Siemens-Martin-Öfen wird die Rostpackung bevorzugt. Die versetzte Rostpackung ergibt den wirksamsten Wärmeübergang, wird aber wegen der Verstaubungsgefahr nur bei staubfreiem Gas angewendet.



Flachherdmischer kommen besonders dann zur Anwendung, wenn nach dem Roheisen-Erzverfahren gearbeitet wird. Sie haben die Aufgabe, das eingesetzte Roheisen vorzufrischen. Die Übernahme der vorgefrischten Schmelze durch einen Pfannen-Laufkran ist aus vorstehendem Bilde ersichtlich.



Der Aufbau eines Siemens-Martin-Ofens ist verschieden, je nachdem, ob es sich um einen kippbaren oder um einen feststehenden Ofen handelt. Bei letzterem wird der feststehende Oberofen auf einer Lage von gegossenen Platten aufgebaut. Die Platten ruhen auf Trägern, die je nach der Bauart des Ofens auf den Außenmauern der Heizkammern oder auf den Unterzügen einer Tragkonstruktion gelagert werden. Zu beachten ist hierbei, daß die Kammergewölbe nicht belastet werden dürfen. Die Vorder- und Rückwand wird außen durch kräftige Rahmen geschützt. Die Türrahmen werden mit Wasserkühlung versehen. Das Ofengewölbe ruft an den Widerlagern einen Horizontalschub hervor, der durch eine Verankerung aufgenommen werden muß. Sie besteht aus senkrecht oder geneigt angeordneten Trägern und waagerechten Ankerstangen. Die Bewehrung der Ofenköpfe wird in ähnlicher Weise ausgeführt.

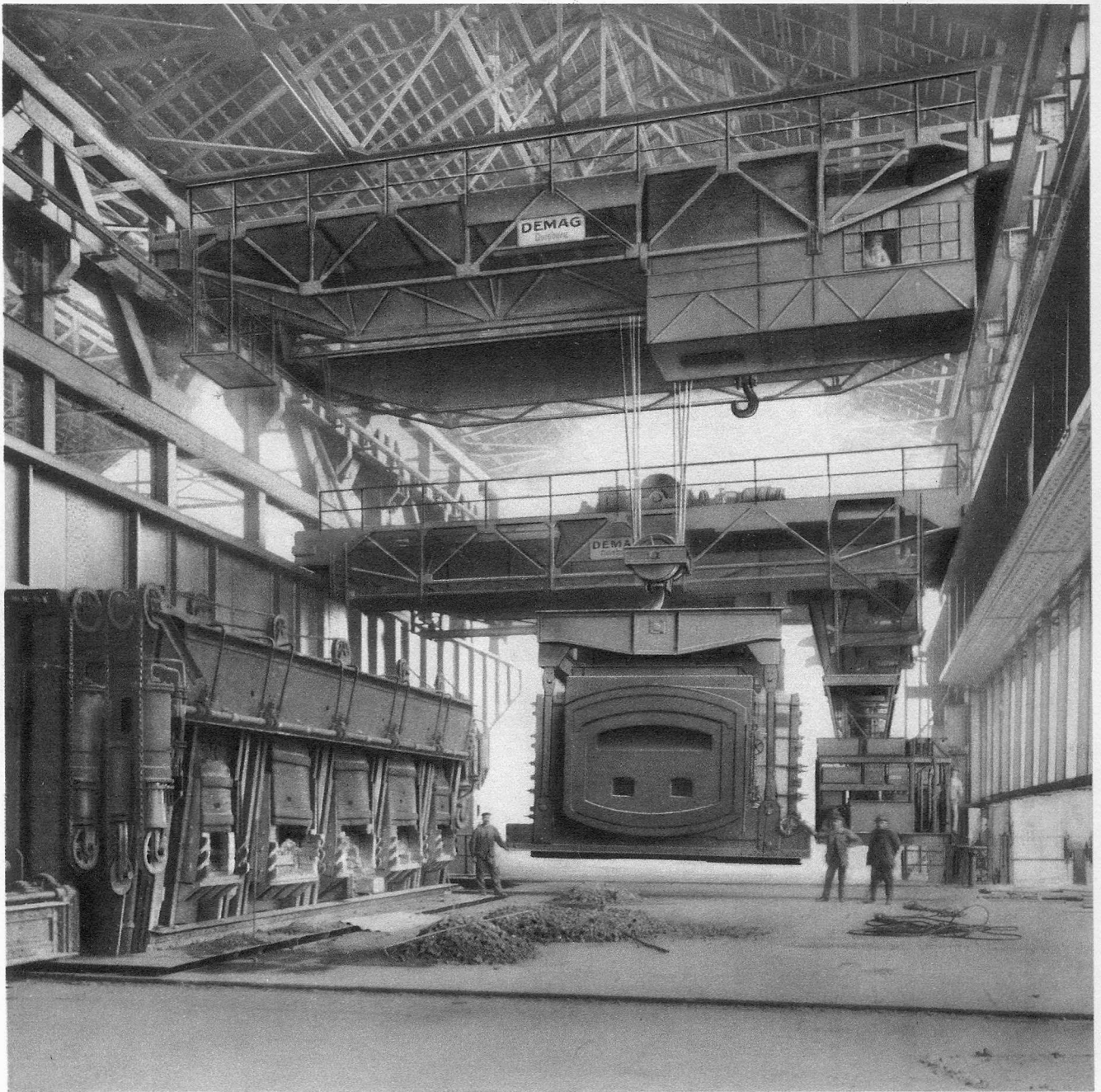


Bei Öfen mit kippbarem Oberofen und den in gleicher Weise ausgeführten Flachherdmischern genügt eine Verankerung, wie auf Seite 197 beschrieben, nicht. Der Oberofen wird in einen oben offenen Kasten eingebaut, der auf kreisbogenförmigen Wiegen ruht. Die Unterkonstruktion ist wie bei den Rollmischern ausgebildet. Zur Aufnahme der durch das Gewölbe hervorgerufenen Horizontalschübe dienen außer den Ankerstangen Querverbindungen aus Stahlkonstruktion. Die Längswände des Kastens sind durch aufrecht angeordnete Träger und diese miteinander verbindende Längsträger ausgesteift. Die Längsträger vermögen auch erhebliche Kräfte aufzunehmen, die in der Längsrichtung des Ofens wirksam werden können. Die Kippvorrichtung des Ofens wird entweder mit elektrischem oder, wenn das bevorzugt wird, mit hydraulischem Antrieb versehen.



Nach dem Fertigmachen einer Schmelze wird sie mit der Gießpfanne zum Gießstand gebracht. Die Gießpfanne ist mit einem Stopfenverschluß ausgestattet, den der Gießer mit einem Hebel öffnen kann. Beim Füllen der Blockformen kommen zwei verschiedene Verfahren zur Anwendung. Entweder wird der Stahl von oben in die Blockform eingegossen oder durch einen Trichter und Kanäle von unten eingelassen.

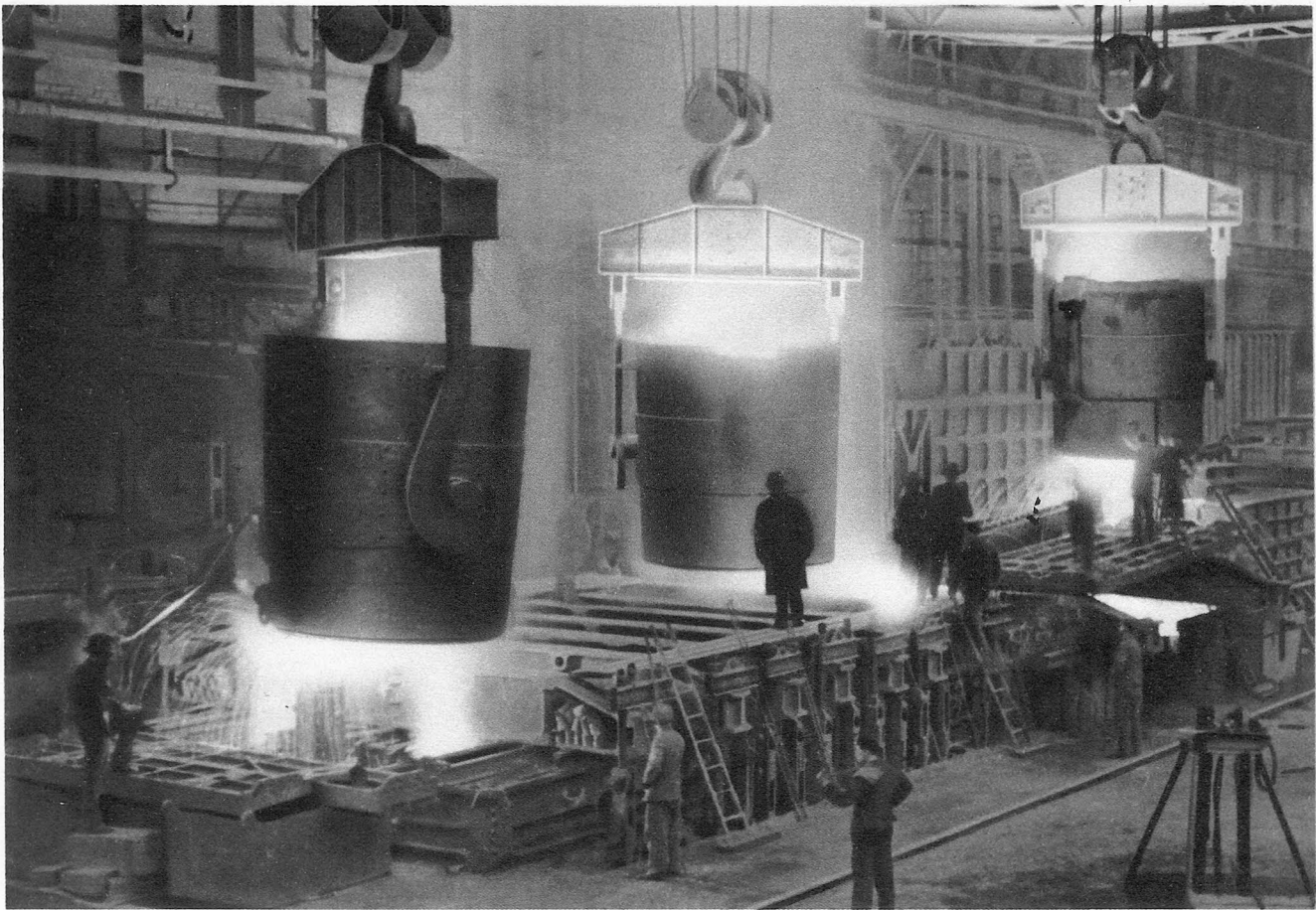
Geliefert für Deutschland.



Zweckmäßig durchgebildete, leistungsfähige und betriebssichere Hebezeuge sind im Stahlwerksbetrieb für die Erreichung höchster Leistungen, für den störungsfreien Ablauf des Erzeugungsprogramms ebenso wichtig wie die Öfen. Auch für die schnelle Durchführung der Ausbesserungen sind geeignete Hebezeuge unerlässlich. Es sind eine Anzahl von Sonderbauarten durchgebildet und erprobt worden, die den verschiedenen Aufgaben dienen. Das Bild zeigt die Ofenhalle eines Stahlwerks mit 2 Laufkränen. Der vordere ist ein Laufkran von 80 t Tragfähigkeit zum Transport der Roheisenpfannen und zum Auswechseln schadhaft gewordener Ofenköpfe. Der zweite ist ein Muldenbeschick-Kran für 4 t schwere Mulden. Er hat eine Hilfskatze für 40 t Lasten. Lasten bis 10 t können mit größerer Geschwindigkeit gehoben werden.



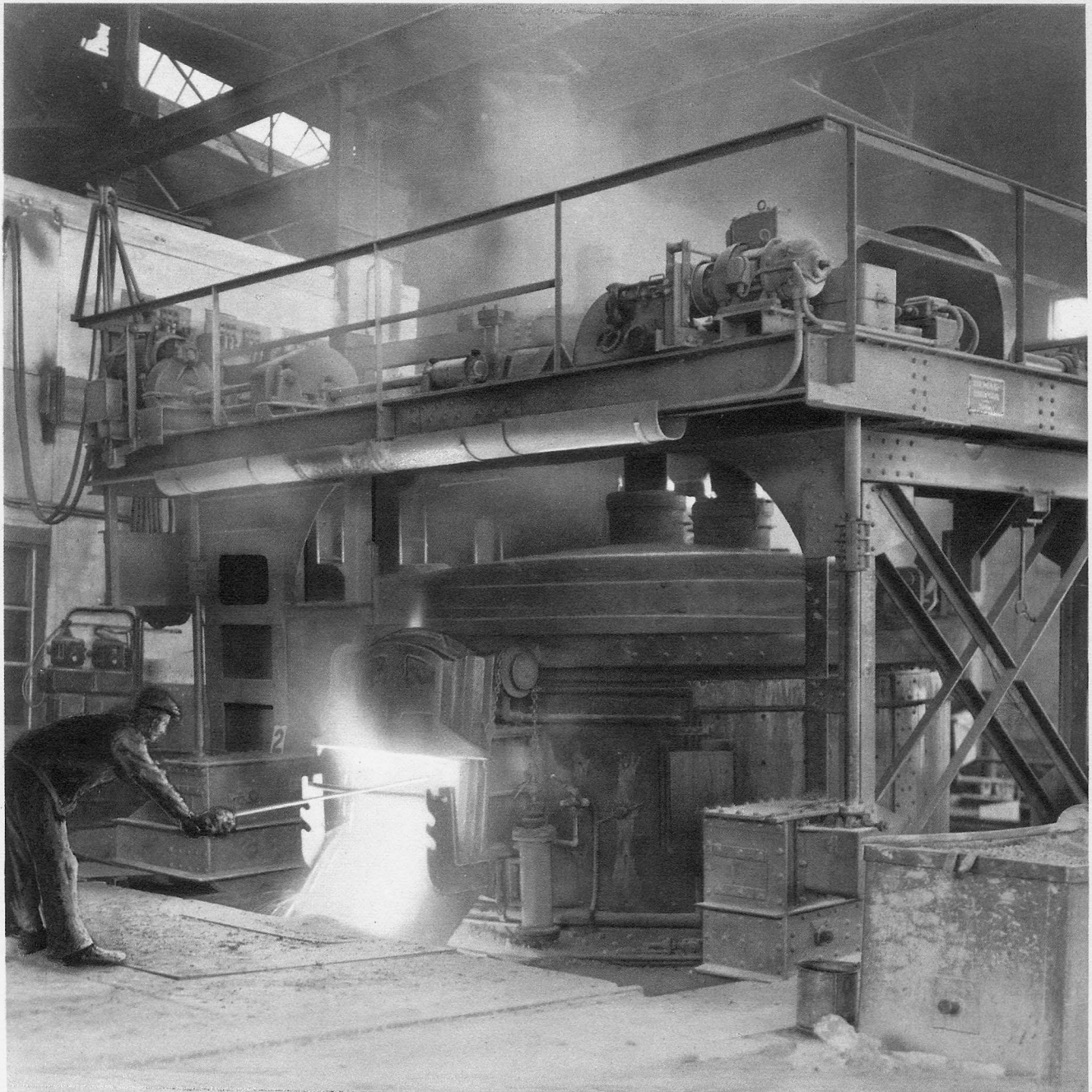
Vom Abgießen der Blöcke in Kokillen war schon auf Seite 201 die Rede. Um besonders dichte Blöcke zu erzielen, werden in bestimmten Fällen besondere Maßnahmen getroffen. Bei einem Verfahren werden die Köpfe der Blöcke nach dem Guß sofort sorgfältig isoliert, um sie lange flüssig zu halten. Bei einem anderen Verfahren werden zu diesem Zwecke besondere Heizvorrichtungen benutzt.



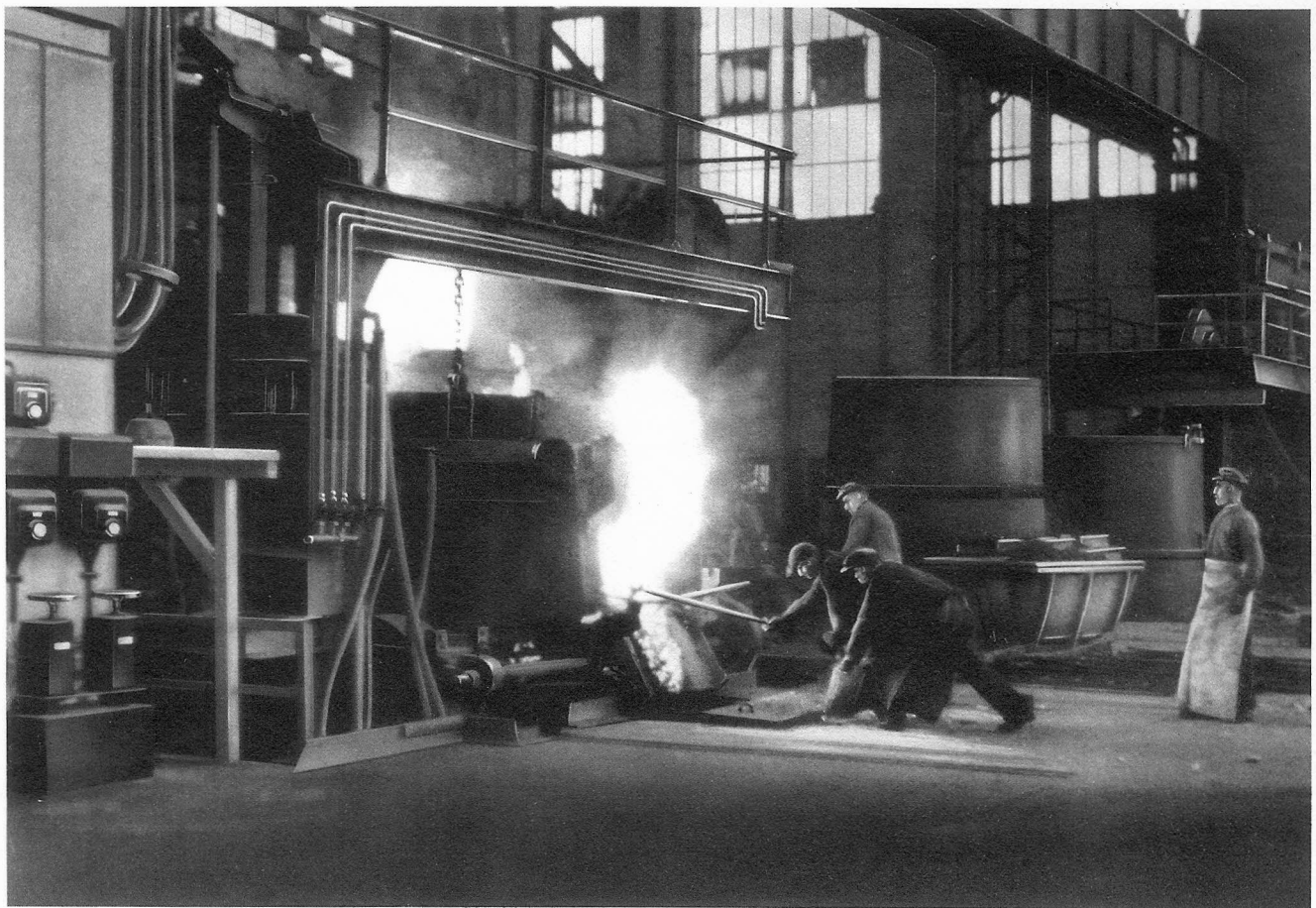
Beim Gießen sehr großer Stücke müssen oft mehrere Gießkrane zusammen arbeiten. Die Lage des Führerkorbs ist dann von besonderer Bedeutung, damit der Kranführer die Pfanne in jeder Stellung gut beobachten kann und nicht durch strahlende Hitze belastigt wird. Flottes und sicheres Arbeiten wird erheblich beeinträchtigt, wenn der Führer die Bewegungen nur nach Winkzeichen seiner Helfer ausführen muß. In manchen Fällen wird deshalb der Führerstand fahrbar am Kranträger angebracht. Mit den feinfühligsten Steuerungen kann ein einigermaßen geschickter Kranführer mit der Pfanne auch kurze und schnelle Bewegungen ausführen, ohne daß sie in unzulässige Schwankungen gerät. Starre Führungen für das Pfannengehänge werden daher nicht mehr ausgeführt. Die Hauptgießkatze fährt in üblicher Weise auf zwei Kranträgern. Die Hilfskatze kann auf einem besonderen Kranträger zwischen den Haupthubseilen durchfahren.

Das Hubwerk der Gießkrane läßt die DEMAG neuerdings durch zwei Motoren antreiben, die durch ein Planetengetriebe verbunden sind. Selbst der Ausfall eines Motors kann dann das Hubwerk nicht stilllegen. Man kann immer mit halber Geschwindigkeit weiterarbeiten und eine gefüllte Pfanne entleeren. Man erhält auch eine fast stufenlose, außerordentlich feinfühligste Regelung der Hubgeschwindigkeit, weil beide Motoren mit verschiedener Drehzahl oder in verschiedenem Sinne laufen können.

Das Bild wurde hergestellt im Stahlwerk des Bochumer Verein, als ein 144 t schweres für die DEMAG bestimmtes Stück gegossen wurde. Der Stahl ist in von der DEMAG erbauten mit Ferngas beheizten Martinöfen erschmolzen.



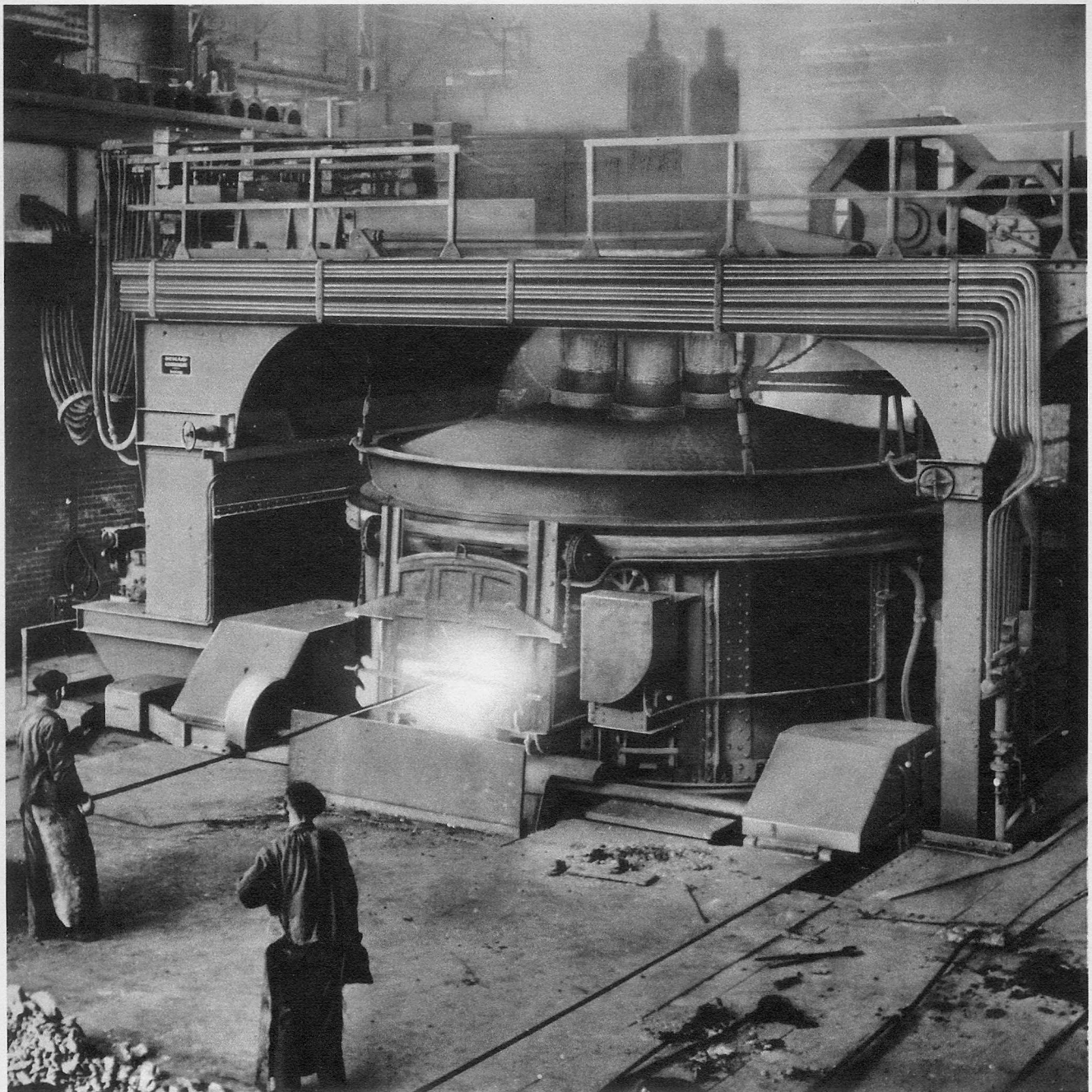
Der Elektrostahlofen hat zwar in Deutschland sein wichtigstes Anwendungsgebiet noch vornehmlich in den Edelstahlwerken, aber in anderen Ländern, in denen Wasserkräfte reichlich vorhanden, Kohlen aber teuer sind, wird er schon lange in großen Einheiten anstelle von Siemens-Martinöfen gebraucht. Außerdem ist er weit verbreitet in Stahlformgießereien, wo er vielfach die kleinen Bessemerbirnen verdrängt hat. Ein großes Verwendungsgebiet für den Elektrostahlofen ist auch in Thomaswerken entstanden, wo man den flüssigen Thomasstahl in einem Elektroofen nachbehandelt, um Stähle von besonders guter Beschaffenheit zu erzeugen. Eine Besonderheit bilden die Elektroöfen in Stahlwerken zum Einschmelzen von Ferrolegierungen, besonders von Ferromangan.



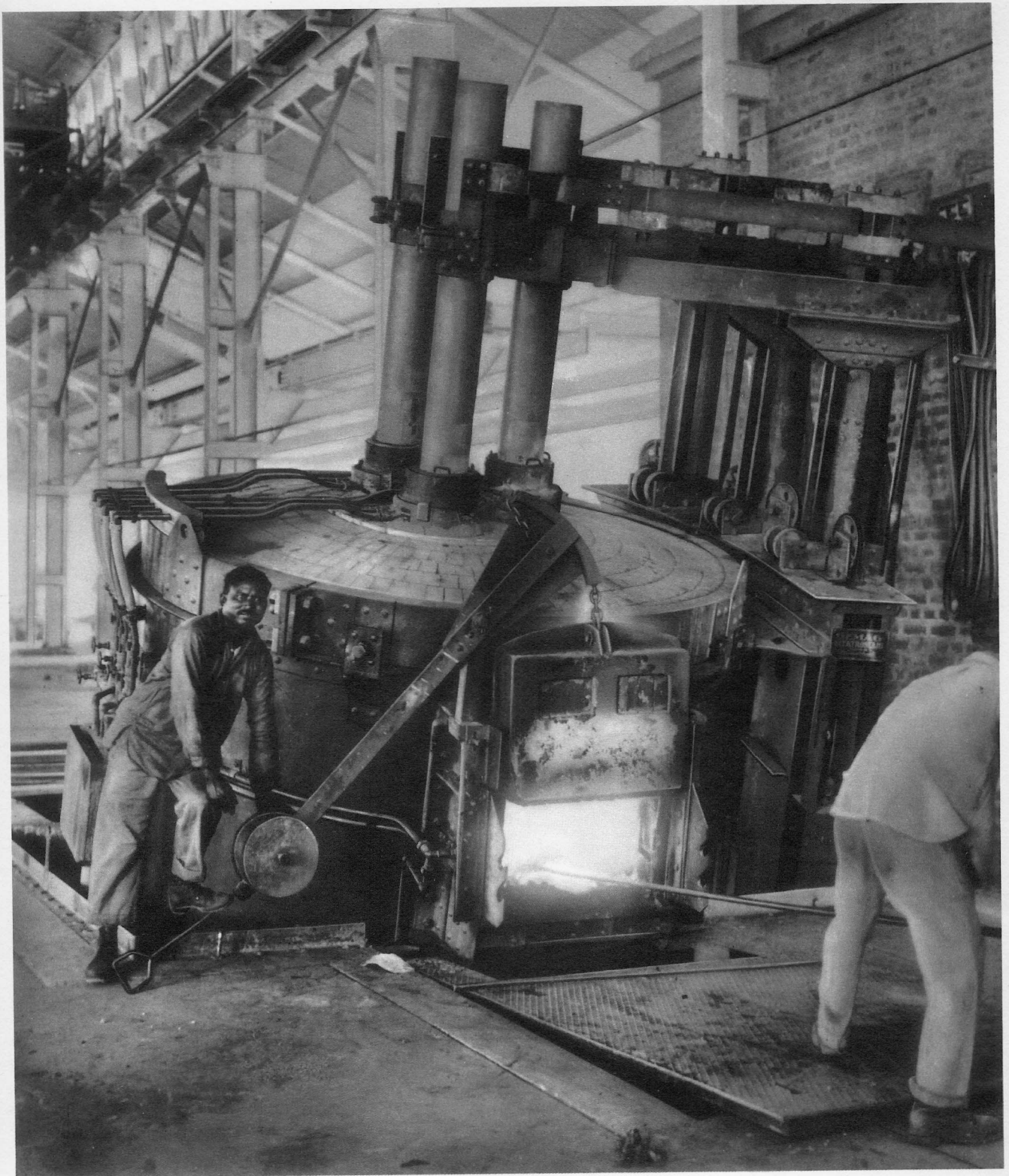
Da der Energieverbrauch im Lichtbogenofen für das Einschmelzen von kaltem Einsatz je nach Ofengröße zwischen 450 und 550 kWh je t beträgt, während man zum Raffinieren flüssigen Einsatzes je nach Güte des Erzeugnisses nur 150 bis 450 kWh je t aufwenden muß, ist der Betrieb mit flüssigem Einsatz, soweit die Stromkosten in Betracht kommen, günstiger als der mit kaltem Einsatz. Trotzdem wird heute, abgesehen von den erwähnten Raffinieröfen in Thomaswerken, überwiegend mit festem Einsatz gearbeitet, weil bei Zusammenarbeit mit einem Vorschmelzofen gewisse Schwierigkeiten unvermeidlich sind.

Die größte Verbreitung hat der Lichtbogenofen der Bauart „Heroult“ gefunden, bei dem unter Zwischenschaltung einer Schlackenschicht der Lichtbogen sich zwischen Elektrode und Metallbad bildet. Die Lichtbogenöfen werden heute überwiegend mit Drehstrom beliebiger Wechselzahl betrieben und sind über einen besonderen ruhenden Umformer an ein Netz mit hoher Spannung angeschlossen. Die Umformer sind in der Regel mit mehreren Anzapfungen versehen, so daß für den Ofenbetrieb mehrere Spannungen gebraucht werden können, die je nach der Ofengröße zwischen 70 und 300 Volt liegen.

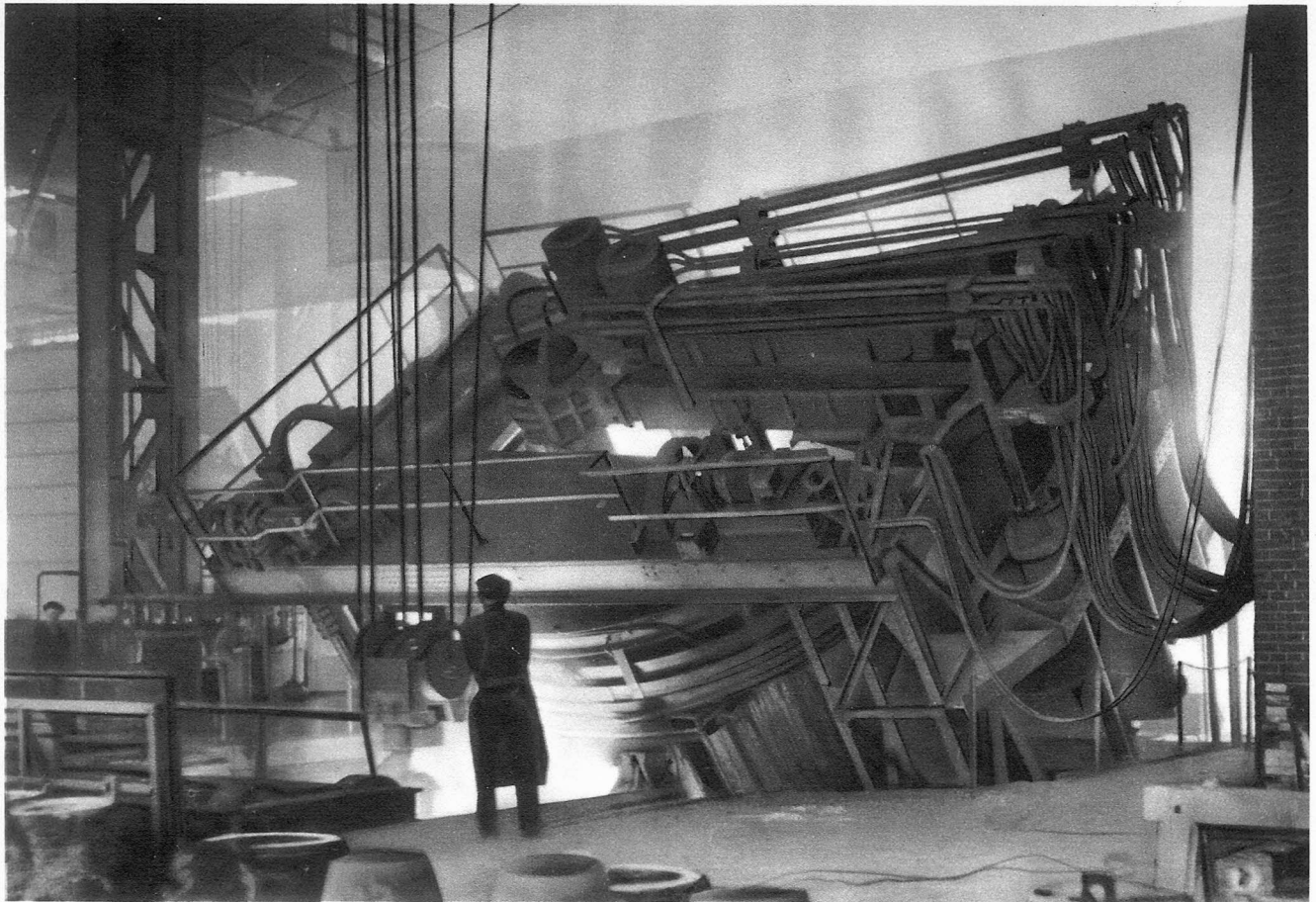
Die Träger für die Lichtbogen sind Elektroden aus Kohle oder künstlichem Grafit, die senkrecht durch das Gewölbe des Ofens in den Ofenraum eingeführt werden. Der Lichtbogen bildet sich zwischen Elektrodenenden und Einsatz; Stahlbad und Schlacke sind in den Stromkreis eingeschaltet. Nur ganz kleine Öfen unter 1 t Fassung werden gelegentlich mit schräg angeordneten Elektroden gebaut, bei denen der Lichtbogen zwischen den Elektroden entsteht, ohne den Einsatz zu berühren.



Die Zahl der Elektroden richtet sich nach der Stromart, der Schaltungsweise und der Ofengröße. Elektrostahlöfen mit zwei Elektroden findet man nur noch ausnahmsweise. Die meisten Öfen bis zu einem Fassungsvermögen von 60 t haben drei Elektroden. Erst bei größeren Einheiten verwendet man vier in Scott-Schaltung an das Drehstromnetz angeschlossene Elektroden oder auch sechs Elektroden. Der Ofenraum wird allgemein zylindrisch ausgeführt, abgesehen von den großen Sechs-Elektroden-Öfen, bei denen er rechteckig oder oval gestaltet werden muß. Beim abgebildeten 40-t-Ofen, von denen das Stahlwerk 2 Stück besitzt, kann der Herd nach Anheben des Gewölbes ausgefahren werden.



Das Ofengefäß ist von einem Mantel aus Stahlblech umgeben, und der Herdraum wird durch ein abnehmbares Gewölbe überdeckt. Das Ofengefäß ruht auf Wiegen oder Rollbahnen, um es bequem kippen zu können. Die Ausschnitte für die Arbeitstüren und die Abstichschnauze sind durch Rahmen aus Stahlguß verstärkt. Auch die obere Kante des Mantels wird durch kräftige Ringe versteift.



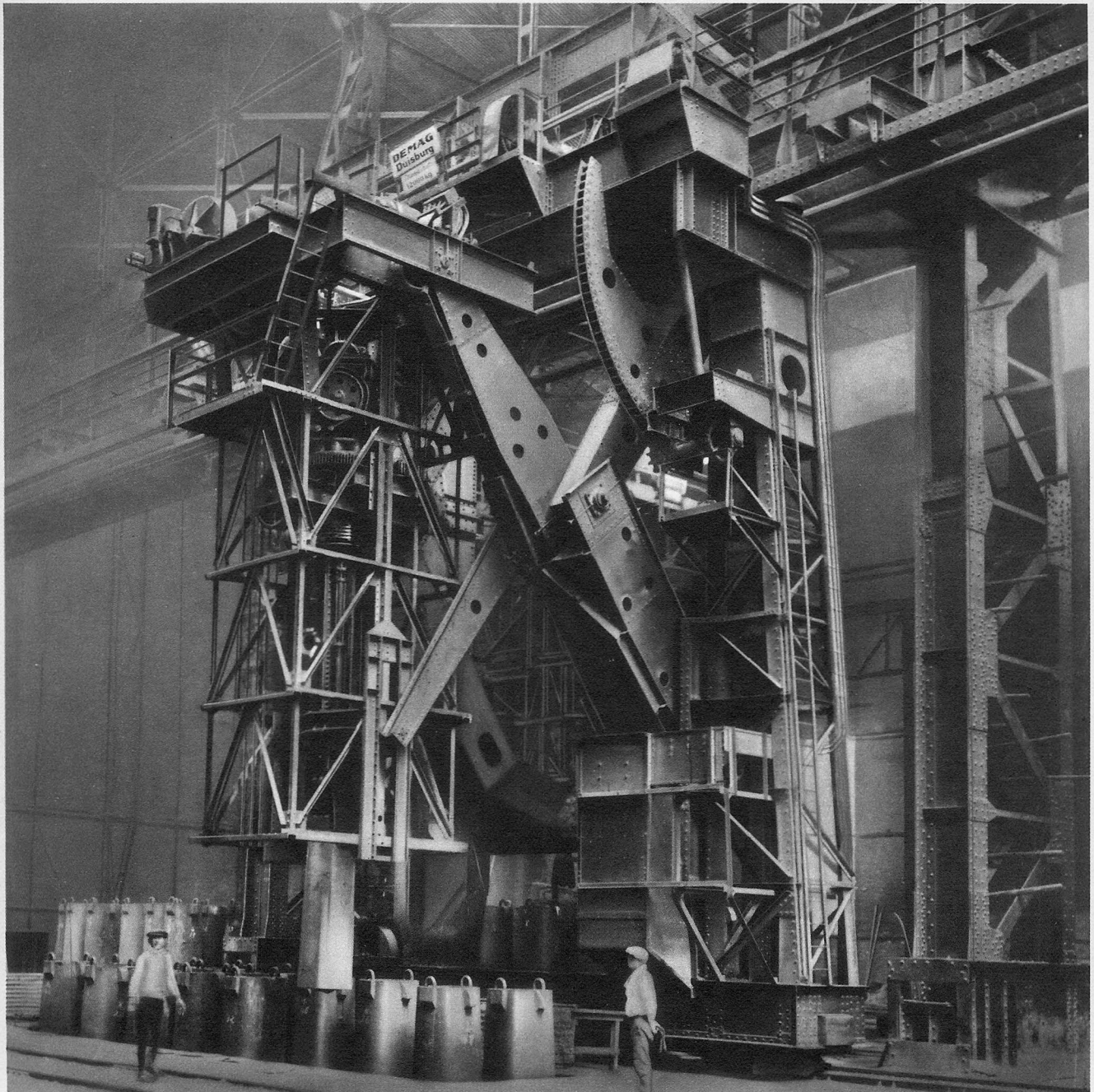
Die lichten Abmessungen des Herdraumes sind dem Einsatzgewicht angepaßt. Für Überslagsrechnungen kann man annehmen, daß für eine Tonne Einsatz etwa 0,25 cbm eigentlicher Badraum erforderlich ist, wobei die Tiefe des Badraumes von der Herdsohle bis zur Türschwelle gerechnet ist.

Das feuerfeste Futter wird bei basischer Zustellung aus Dolomit oder Magnesit, bei saurer Zustellung aus Silikasteinen hergestellt. Bei basischer Zustellung legt man auf den Boden zunächst eine Flachsicht aus Schamottesteinen und stampft darüber den Herd aus Teerdolomit oder Teermagnesit auf. Dann werden die Seitenwände aufgestampft oder aufgemauert. Das Ofengewölbe wird aus Silikasteinen hergestellt. Es ist der am stärksten beanspruchte Teil des Lichtbogenofens. Deshalb wird es in einem der Ofenform angepaßten Rahmen ausgeführt, der mit Ösen oder Haken zum Einhängen in den Kran versehen wird. Die Eintrittsstellen der Elektroden werden durch aufgelegte Kühlringe geschützt, um ein Erglühen des Gewölbes und der Elektroden an dieser Stelle zu verhindern.

Die Elektroden werden bei kleineren Öfen von Auslegern getragen, die verstellbar sind in fest mit dem Mantel verbundenen Führungssäulen. Bei den größeren Öfen für festen Einsatz, die in neuerer Zeit allgemein bei abgehobenem Deckel von oben beschickt werden, werden die Elektrodenausleger in einem gewöhnlich portalartigen Gerüst geführt, das gleichzeitig das Hubwerk zum Anheben des Ofendeckels trägt. Dieses Gerüst steht entweder fest auf den Wiegen und dann fährt das Ofengefäß nach Anheben des Deckels aus, oder das Gerüst ist selbst fahrbar und dann ist das Ofengefäß auf den Wiegen befestigt.



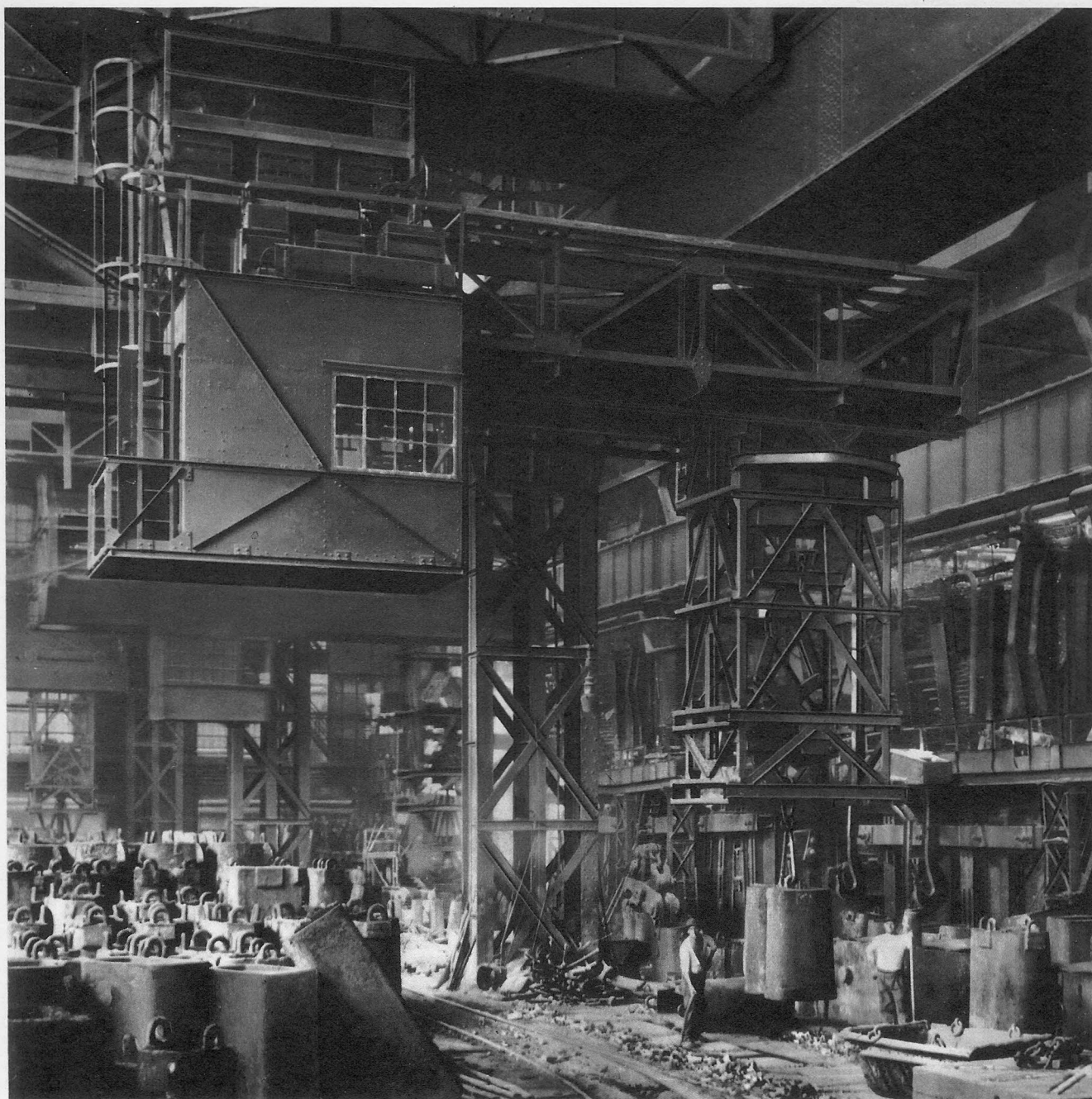
Der Schrott wird in das freigelegte Ofengefäß durch die DEMAG-Korbbeschickung ohne Sturz eingebracht. Durch diese Einrichtung wird die Beschickpause, die bei einem größeren Ofen sonst 1 bis 2 Stunden dauert, auf 15 bis 20 Minuten verkürzt. Auch der Wirkungsgrad des Ofens wurde bedeutend verbessert und die Leistung des Kraftwerkes vollkommener ausgenutzt. Dem Umstand, daß bei Lichtbogenöfen der Bauart „Heroult“ während des Einschmelzens von festem Einsatz kein gleichbleibender Widerstand vorhanden ist, weil sich Hauptlichtbogen zwischen den Elektrodenenden und den Stücken des Einsatzes und zahlreiche Nebenlichtbogen zwischen den einzelnen Stücken der Beschickung bilden, und daß daher starke Belastungsstöße auftreten, ist man durch den Einbau selbsttätiger Elektrodenregler und Drosselpulen erfolgreich begegnet.



Nachdem die Stahlblöcke gegossen sind, müssen sie eine kurze Zeit mit der Blockform abkühlen, ehe die Blockformen zwecks völliger Abkühlung und Wiederverwendung abgezogen werden. Damit die Blockformen sich gut vom Block lösen, sind sie unten meist weiter als oben. Trotzdem bleibt ein Teil der Blöcke infolge ungleichen Verschleißes der Blockformen oder Beschädigungen ihrer Innenwände festsitzen. Dann müssen Blockabstreifvorrichtungen verschiedener Bauart, bei denen die Blockformen geschont werden, die Form vom Block lösen. Die Abstreifer können feststehend oder auf einem Kran angeordnet werden. Die Entscheidung, welche Bauart am Platze ist, hängt von den örtlichen Verhältnissen, insbesondere von den Transporteinrichtungen ab. Der abgebildete Pendelkran streift die Blockform ab, setzt sie in die Nebenhalle zum Vorrichten, und übergibt den Block dem Tiefofenkran in der Nebenhalle.



Die Abstreifzange muß sich der Blockform anpassen. In den Stahlwerken, die übliche Handelsqualitäten erzeugen, verjüngen sich die Blöcke nach oben. Die Abstreifzangen haben Schlaufen, die die Blockformen an Hakennasen festhalten, während der Block durch den Stempel der Zange ausgedrückt wird. In den Edelstahlwerken werden teilweise die Blöcke mit dem dicken Ende nach oben gegossen, und sie besitzen noch einen verlorenen Kopf. Dann muß die Abstreifzange den Block am verlorenen Kopf festhalten und nach oben aus der Blockform herausziehen, während diese durch Anschläge festgehalten wird. Befinden sich die Tiefföfen im Bereich der Abstreifkrane, so können diese auch das Einsetzen der Blöcke in die Durchweichungsgruben oder Tiefföfen und das Herausziehen übernehmen und schließlich die Blöcke auf einen Kippstuhl absetzen oder auf den Zufuhrrollgang des Walzwerks ablegen.



Eine wichtige Frage, der leider nicht immer die nötige Aufmerksamkeit geschenkt wird, ist die des Quertransports der Blöcke und Blockformen zwischen Gieß- und Tieffenhalle, wenn diese nebeneinander liegen. Im vorliegenden Fall hat man die Katze dieses 40 t-Tieffofenkrans mit einem Ausleger versehen, auf dem das Zangenträgergerüst verfahrbar ist, so daß man mit der starrgeführten Zange in die Gießhalle hinreichen kann. Man kann die Aufgabe aber auch durch Krane mit drehbarem Ausleger oder durch Velocipedkrane lösen, oder durch Drehlaufkatzen unter der beiden Hallen gemeinsamen Kranbahn.



Die Deckel der Tiefföfen oder Durchweichgruben werden entweder mit der Zange des Tieffofenkrans abgehoben oder wie bei diesem 8 t-Kran von besonderen Deckel-Abhebevorrichtungen, die den Deckel beim Anheben selbsttätig beiseite schwenken und nach dem Einsetzen oder Ausziehen des Blocks den Deckel wieder genau auf seine Öffnung setzen, ohne daß der Kran oder die Katze verfahren werden muß. Der Blockkipper, der die heißen Blöcke dem Walzwerksrollgang übergibt, kann entweder, wie bei dieser Anlage, fest eingebaut sein und nach 2 Seiten kippen, damit immer das verjüngte Blockende auf das Walzwerk zuläuft, oder man kann ihn fahrbar anordnen, wenn man den Zufuhrrollgang nicht bis in die Tieffofenhalle führen will.

Der Leser, der dem Verfasser, Herrn Professor Hubert Hoff bis hierhergefolgt ist, hat bei Durchsicht dieses Buches gleichzeitig einen Überblick über die Leistungen der DEMAG auf dem Gebiete des Hüttenbaues bekommen, obgleich wir uns bei der Auswahl der Bilder aus unseren vielen tausend Lieferungen immer auf wenige besonders charakteristische Beispiele beschränken mußten. Der Umfang dieses Buches ließ es nicht zu, alles abzubilden, was wir geliefert haben. Unsere Ingenieure sind erfahrene Fachleute auf dem Sondergebiet des Hüttenbaues. Sie stehen unseren Geschäftsfreunden beim Entwurf neuer Anlagen und bei Planung von Umbauten und Erweiterungen bestehender Hüttenwerke stets gern mit ihrem Rat und ihren Erfahrungen zur Verfügung

DEMAG
AKTIENGESellschaft
DUISBURG



DEMAG - Büro Berlin

Berlin-Charlottenburg, Berliner Straße 24

Die Arbeitsgebiete der DEMAG

Bergbaumaschinen	Kraftmaschinen	Hüttenbau	Kranbau	Brückenbau und Stahlhochbau
Preßluftwerkzeuge	Dampfmaschinen, Gasmotoren, Pumpen	Hochofenanlagen	Hafenkrane	Brückenbau
Gewinnungsmaschinen für Kohle und Erz	Groß-Kolben-Kompressoren	Stahlwerksanlagen	Verladeanlagen	Stahlhochbau
Fördereinrichtungen	Turboverdichter und Gebläse	Elektrische Schmelzöfen	Riesenkrane, Schwimmkrane	Fördergerüste, Zechenbauten
Tiefbohranlagen	Gas- und Wassergas-Generatoren-Anlagen	Walzwerksanlagen	Schiffswinden und Bordkrane	
Kompressoren-Reihenbau	Kaminkühler	Hilfsmaschinen	Laufkrane, Hüttenkrane	
Druckluft-Lokomotiven	Metallguß und Preßmetalle	Zahnradgetriebe	DEMAG-Züge, Hängekrane	
Diesel-Lokomotiven			Bagger	

DEMAG

INGENIEURBUROS UND VERTRETUNGEN

Deutschland

Aachen	Dortmund-Hörde	Giessen	Kassel	Mannheim	Rostock
Berlin	Dresden	Gleiwitz	Kattowitz	Mülheim (Ruhr)	Saarbrücken
Bremen	Düsseldorf	Hagen i. W.	Kiel	München	Stettin
Breslau	Erfurt	Halle a. d. S.	Köln	Nürnberg	Stuttgart
Danzig	Essen (Ruhr)	Hamburg	Königsberg i. Pr.	Oberursel	Wien
		Hannover	Leipzig	Osnabrück	Wilhelmshaven

Belgien

Antwerpen: Henri Claes & Co., 274, Rue Lamorinière
F. von 10-12 und 16-18 Uhr: 2 56 05 oder 9 02 54
Brüssel: O. F. Wenz, Dipl.-Ing., 107, Avenue Dailly. F. 15 68 94
Seraing: Edmond Ochs, Industriel, F. Liège 3 00 41

Bulgarien

Sofia: R. Schildhauer u. Boteff A.G., Gurko 3, Postfach 170
F. 2 07 39

Cypern

Limassol: N. P. Lanitis & Co., P. O. B. 23

Dänemark

Kopenhagen: William Jörgensen & Co., Chr. Richardsvej 6
F. 516 Central - Nora 77 77

Eire

Dublin: The Industrial Equipment Company of Ireland, Ltd.,
43, Dame Street. F. 215 04

England

Birkenhead: Aabacas, Engineering Co., Ltd., Grange Road, F. 47 47
London: Dir. P. Heuser, 119, Victoria Street, SW1. F. Victoria 2612
The Rotary Air Compressor Co., Ltd., 119, Victoria Street, SW1
F. Victoria 2612
H. E. Massmann, Broadway Chambers, 7, Broadway, Ludgate
Hill, E. C. 4. F. City 48 69

Estland

Tallinn: Eesti Aktsiaselts „Siemens“, Vabaduse Väljak 7, F. 4 28 03

Finnland

Helsingfors: Ingenieurbüro A. Reuter, Centralgatan 1. F. 2 97 32, 2 88 51

Frankreich

Paris: A. Legendre & Cie., 33, Rue d'Amsterdam, VIII^e
F. Trinité 00.27
Henry Hamelle, 21-23, Boulevard de Jules Ferry
F. Oberkampf 95 30
Louis Thiérree, 5, Rue Saint - Vincent - de - Paul, X^e
F. Trudaine 46-43

Griechenland

Athen: Technical & Commercial Company,
Paul Catselides & Co., 4, Rue du Stade. F. 216 07

Holland

Den Haag: Hermann Schaefer, Wassenaarscheweg 15. F. 77 67 79
Rotterdam: N. V. Technisch Bureau van G. L. Dahlmann, Coolsingel
Nr. 79, Postfach 242. F. 22 6 00

Italien

Mailand: DEMAG Aktiengesellschaft Duisburg Ufficio Tecnico per
l'Italia, Via Ugo Bassi 3. F. 69 41 84
DEMAG Soc. An. Italiana, Via Ugo Bassi 3. F. 69 17 59
Tirana (Albanien): Shogonia Pergjitheshme Eksportim-Importim S. P. E. I.

Jugoslawien

Belgrad: Nikolaus Wirth, Vojvode Milenka 23, Postfach 739. F. 3 08 49

Lettland

Riga: Ing. J. Ronnimois, Skunu iela 13. F. 2-25-26

Litauen

Kaunas: Lietuviu-Vokieciu Technikine Prekyba, Laisves Al. 56
F. 2 64 23
Prekybos Bendrove Tilmans, Grunvaldo g-ve 16
F. 86 und 184

Luxemburg

Luxemburg: Dipl.-Ing. Victor Bohler, 18, Foyerstrasse. F. 44 88
ferner für Luxemburg:
Brüssel: O. F. Wenz, Dipl.-Ing., 107, Avenue Dailly. F. 15 68 94

Norwegen

Oslo (ohne Norwegisches Westland):
Dipl.-Ing. Edmund Löchen, Wergelandsveien 7
F. 3 03 48
Bergen (Norwegisches Westland):
Dipl.-Ing. Sverre Munch, Tinghuset, Bergen
Postboks 326. Kontoret 139 38

Polen

Warschau: Koncern Maszynowy S. A., Marszalka Focha 12
F. 610-08, 689-90

Portugal

Lissabon: Augusto Cunze Ltd., Rua dos Fanqueiros 44. F. 2 02 63
Dipl.-Ing. J. D'Arriaga de Tavares, Rua da Boa Vista, 4 9-10
F. 2 42 28

Rumänien

Bukarest: Stefan D. Motoiu, Str. Doamnei 14. F. 5 54 93

Schweden

Stockholm: Hugo Montgomery, Nybrogatan 42, Stockholm O.
F. 60 55 26
G. W. Lindroth & Co., Kungsgatan 33, Postbox 316. F. 1175 54

Schweiz

Luzern: G. Bäumlin, Murbacher Str. 2. Postfach. F. 2 00 40
Zürich: H. Versell, Wallisellen-Zürich, Eigenheimstr. 6
F. Wallisellen 932235

Slowakei u. Protektorat Böhmen u. Mähren

Prag: Ing. Gustav Dostál, Školská cp. 965. F. 755 79
Mährisch-Ostau: H. Switalla, Dietrich-Eckart-Str. 32. F. 3012

Spanien

Barcelona: Paul Eilenberger, Barcelona, Calle Folgarolas 45. F. 702 95
Bilbao: R. Schmitz, Alameda Recalde 7, Apartado 494. F. 101 67
Maquinaria DEMAG, S. L. Ipparraguirre 23. F. 175 55

Türkei

Istanbul: Kraft & Ostrowsky, Istanbul - Galata
Posta Kutusu No. 1216. F. 4 03 28

Ungarn

Budapest: Dipl.-Ing. A. Dürr, Budapest II, Arracska-utca 1/b. F. 154-063

AFRIKA

Ägypten und Sudan

Cairo: Société Commerciale Belgo-Egyptienne, 18
Rue Maghraby, P. O. Box 127. F. 5 96 26

Belgisch-Kongo und Französisch Äquatorial-Afrika

Bremen: C. F. Corssen & Co., Petrihof 3/5 (Petrihof)
F. Domsheide 2 65 55/56

Britisch-Ostafrika

Uganda, Kenya, Ruanda-Urundi
Enschede (Holland): N. V. Twentsche Overzee Handel Maatschappij
(Twentsche Overseas Trading Company Ltd.), P. O. Box 63
F. 4841 und 4842

Südafrikanische Union, Südwestafrika, Nord- u. Südrhodesia und Portugiesisch-Ostafrika

Johannesburg: Mine & Industrial Equipment Company (Pty.) Limited,
Transvaal House, 80, Commissioner Street, P. O. Box 81

ASIEN

Afghanistan

Kabul: Stahlunion-Export G. m. b. H.

British-Indien

Calcutta: A. Luecke Ltd., Consulting Engineers, Post Box No. 52
 Bangalore: ... Emberuman & Co., Sri Krishna Buildings, Avenue Road
 Bangalore City
 Bombay: The Bombay Company Ltd., 9, Wallace Street, Fort
 P. O. Box 201
 Colombo: ... Heller & Co., 116/124 Stuart Place, Colpetty, P. O. Box 232
 Colombo (Ceylon)
 Karachi: New India Electric Co., Bunder Road, P. O. Box 232
 Madras: Heller & Co., P. O. Box 354
 New Delhi: ... R. R. Reaks, 20, Ferozshah Road

China

Hamburg: ... Siemssen & Co., Hamburg 1, Steinstr. 5 (Bartholomayhaus)
 F. 322951
 Shanghai: ... Siemssen & Co., 451 Kiangse Road
 Canton: Siemssen & Co., 75 British Concession
 Tientsin: Siemssen & Co., 63 Taku Road
 Weitere Niederlassungen in:
 Nanking, Hongkong, Hankow, Tsingtao, Tsinanfu, Peking,
 Taiyuanfu

Indochina

Hanoi: Ing. A. A. Praly, Boite postale 99, Hanoi (Tonkin)

Irak

Baghdad: Simon, Evers & Co. (Iraq) Ltd., Rewak street 16 A/32
 Hamburg: ... Simons, Evers & Co., G. m. b. H., Hamburg 1
 Mönckebergstr. 13. F. 3313 31

Iran

Teheran: G. Meinhold, Khiabane Ferdowsi Nr. 45. F. 728

Japan

Tokio: Hans Schliebs, General-Representative DEMAG Aktien-
 gesellschaft, 612, Yusen-Building, Marunouchi

Malaya-Halbinsel

Singapore: ... N. V. Straits Java Trading Co., Singapore, s. s. P. O. Box 600
 Hamburg: ... Arnold Otto Meyer, Hamburg 1, Alsterdamm 1-2
 F. 32 52 52-54

Mandschukuo

Hamburg: ... Siemssen & Co., Hamburg 1, Steinstr. 5 (Bartholomayhaus)
 F. 32 29 51 (für DEMAG-Erzeugnisse ohne Hüttenbau)
 Hsinking ... Siemssen & Co., 403 Ryujo Ro
 Weitere Niederlassungen in:
 Mukden, Dairen
 Tokio (Japan): Hans Schliebs, General-Representative DEMAG Aktien-
 gesellschaft, 612, Yusen-Building, Marunouchi
 (für Hüttenbau)

Niederländisch-Indien

Den Haag: ... N. V. Technisch Bureau v/h Kaumanns & Co., Javastraat 44,
 Postbox 173. F. 11 61 70
 Bandoeng: ... N. V. Technisch Bureau v/h Kaumanns & Co., Oude Hospi-
 talweg 10

Palästina

Tel-Aviv: Ingenieur Hugo Sternberger, Gordonstr. 32, III

Philippinen

Hamburg: ... Germann & Co. m. b. H., Spitaler Str. 11, Barkhof 1. F. 33 24 60
 Manila: Philippine Engineering Corporation, 109, Plaza St. Cruz

Siam

Bangkok: ... Windsor & Co., Bangkok (Siam), Chartered Bank Lane
 Hamburg: ... Windsor & Co., Hamburg 1, Steinstr. 5 (Bartholomayhaus)

Syrien

Beyrouth (Syrien): Kaaké & Beyhum, Place de l'Etoile

AMERIKA

Argentinien

Buenos Aires: Compania Industrial y Mercantil Thyssen Ltda., Thyssen-
 Lametal, Belgrano 752

Bolivien

La Paz: Compania de Representaciones y Comercio en
 General Hero S. A. Hugo Ernst, Rotmann & Cia., Casilla 698

Brasilien

Rio de Janeiro: Dr.-Ing. H. Lange & Cia., Caixa postal 1400

Amazonas

Manaos: Ernesto Pfueger, Rua Quintino Bocayuva 85
 Caixa Postal 20-A

Ceara

Fortaleza: ... J. Thomé de Saboya & Cia., Rua Major Facundo No. 48
 Caixa postal 139

Maranhao und Piauh

Maranhao: ... Francisco Aguiar & Co., Caixa postal 25

Minas Geraes

Bello Horizonte: Dr.-Ing. Gil Guatimosim, Rua Espirito Santo, 328

Para

Para: Luiz C. Martin & Cia., Campos Salles 94, Caixa Postal 328

Pernambuco

Recife: Alfredo Whatley Dias, Rua Imperatriz 14-10, Caixa postal 323

Rio de Janeiro und Minas Geraes

Rio de Janeiro: Hermann Stoltz & Co., Caixa 200

Rio Grande do Norte

Natal: Richard Buergers, Caixa 92

Rio Grande do Sul

Porto Alegre: Basto, Carvalho & Co., Caixa postal 179

Santa Catharina

Florianopolis: Carlos Hoepcke, S. A.

Sao Paulo

Sao Paulo: ... Casa Dodsworth Manfredo Costa & Cia., Rua Boa Vista 144
 Caixa Postal 962

Canada

Montreal: ... Peacock Brothers Limited, Town of La Salle
 Toronto: Geo. Hogarth, 514, Markham Street, Toronto 4

Chile

Santiago: ... Ing. Carl Schuhmacher, Casilla 1093

Columbien

Barranquilla: A. Held, Apartado 127
 Bogota: Stuart Hosie, Calle 12 Nr. 10-72, Apartado Nacional Nr. 418
 Cali: Günter von der Heide, Correo Nacional 240
 Medellin: ... Alberto Walliser, Apartado Correo Nacional No. 142
 Bremen: A. Held, Bremen, Altenwall 24, Postfach 211

Costa Rica

San Jose: ... H. O. Dyes & Co., San Jose de Costa Rica

Cuba

Habana: Albert Eppinger, Avenida Bélgica 10, Apartado 2505

Ecuador

Guayaquil: ... Carlos Roca, Casilla 1227
 Quito: Carlos Roca, Casilla 701

Guatemala

Guatemala: Henry Hoepker, Apartado 350

Haiti und Dominika

Ciudad Trujillo: Eugenio Huot & Co., Calle Isabel la Catdica Nr. 103
 P. O. Box 876

Mexiko

Mexiko: Luis G. Valdes, Avenida Uruguay 37

Paraguay

(siehe Argentinien)

Peru

Lima: Franz Rotmann, Casilla 2022

Uruguay

Montevideo: Ernesto Quincke S. A., 851, Calle Cerro Largo

Venezuela

Hamburg: v. Lind & Co., Barkhof 2

Australien

London: John Birch & Co., Ltd., Moorgate Hall, 153, Moorgate, E. C. 2

Neuseeland

Wellington: Tolley & Son Limited, 26, Harris Street, Box 665
 Wellington C1



ADMIRAL-GRAF-SPEE-BRÜCKE

über den Rhein zwischen Duisburg und Rheinhausen / Erbaut in Arbeitsgemeinschaft 1934/35 aus Baustahl, der auf DEMAG-Walzwerken gewalzt wurde

DEMAG-Anteil:

Entwurf, Berechnung und Herstellung aller Zeichnungen, Lieferung von 4700 Tonnen Stahlbauteilen, Ausführung der vollständigen Montage der Strombrücke im Freivorbau ohne Rüstungen