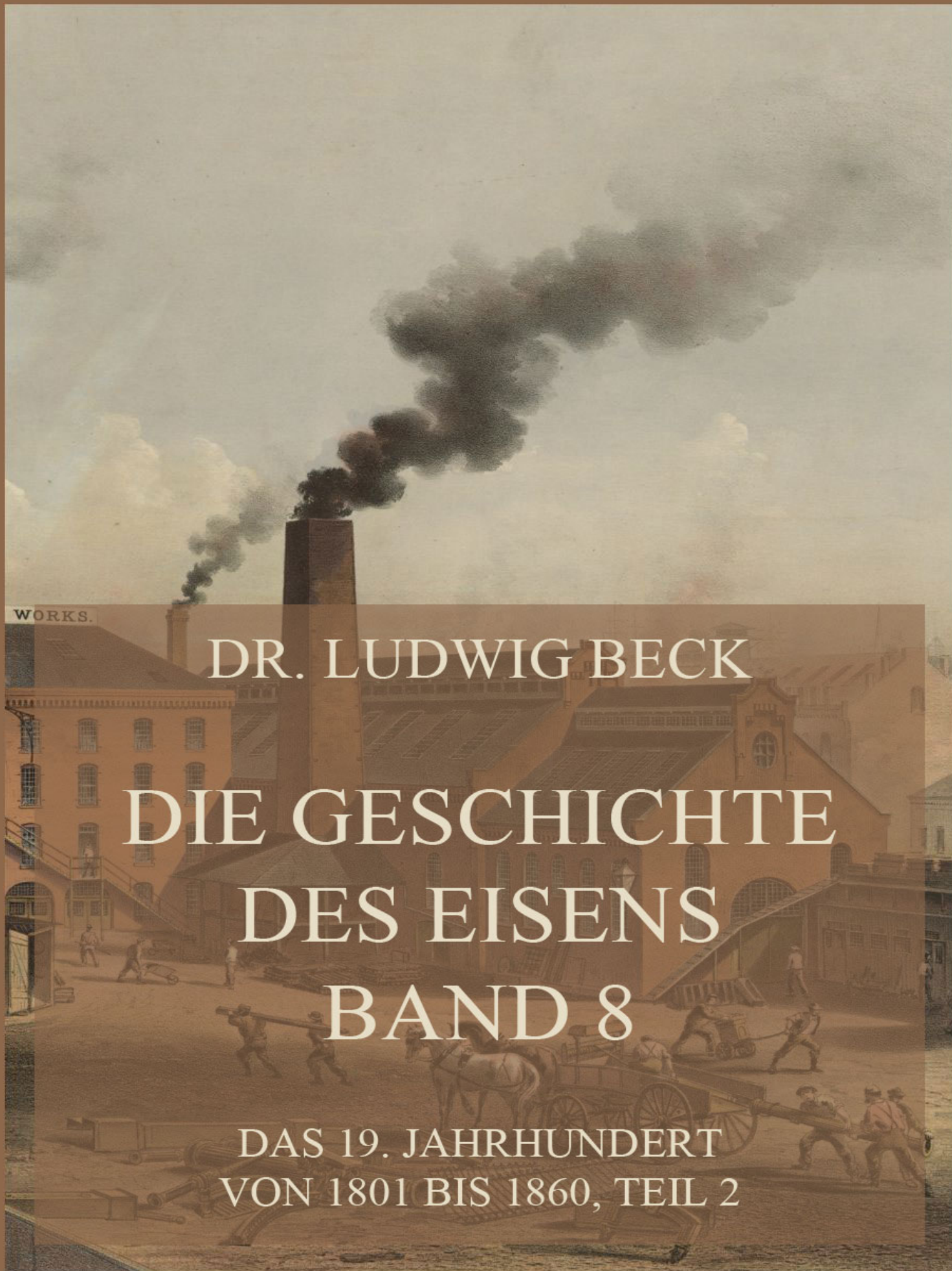




WORKS.

DR. LUDWIG BECK

DIE GESCHICHTE
DES EISENS
BAND 8

DAS 19. JAHRHUNDERT
VON 1801 BIS 1860, TEIL 2

Die Geschichte des Eisens

*Band 8: Das 19. Jahrhundert von
1801 bis 1860, Teil 2*

DR. LUDWIG BECK

*Die Geschichte des Eisens, Band 8, Dr. Ludwig Beck
Jazzybee Verlag Jürgen Beck
86450 Altenmünster, Loschberg 9
Deutschland*

ISBN: 9783849662004

*Quelle: Beck, Ludwig: Die Geschichte des Eisens. Bd. 4:
Das XIX. Jahrhundert von 1801 bis 1860. Braunschweig,
1899. In: Deutsches Textarchiv
<https://www.deustchestextarchiv.de/beck_eisen04_1899>,
abgerufen am 25.03.2022. Der Text wurde lizenziert unter
der Creative Commons-Lizenz CC-BY-SA-4.0. Näheres zur
Lizenz und zur Weiterverwendung der darunter lizenzierten
Werke unter <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>. Der Originaltext aus o.a. Quelle wurde so
weit angepasst, dass wichtige Begriffe und Wörter der
Rechtschreibung des Jahres 2022 entsprechen. Etwaige
Seitenverweise beziehen sich auf die Originalausgabe und
stimmen in aller Regel nicht mit der vorliegenden Edition
überein.*

*www.jazzybee-verlag.de
admin@jazzybee-verlag.de*

INHALT:

Die Eisengießerei 1831 bis 1850.

Schweißeisen 1831 bis 1850.

Die Eisenbahnen 1831 bis 1850.

Das Puddeln 1831 bis 1850.

Die Formgebung 1831 bis 1850.

Maschinenfabrikation 1831 bis 1850.

Die Stahlfabrikation 1831 bis 1850.

Die Geschichte des Eisens in den einzelnen Ländern von 1831 bis 1850.

Großbritannien 1831 bis 1850.

Frankreich 1831 bis 1850.

Belgien 1831 bis 1850.

Deutschland 1831 bis 1850.

Preußen 1831 bis 1850.

Außerpreussische deutsche Staaten 1831 bis 1850.

Österreich 1831 bis 1850.

Schweiz, Italien, Spanien und Portugal 1831 bis 1850.

Skandinavien 1831 bis 1850.

Russland 1831 bis 1850.

Eisenstatistik Europas 1831 bis 1850.

Die Vereinigten Staaten von Nordamerika 1831 bis 1850.

Die Zeit von 1851 bis 1860.

Einleitung.

Die erste Weltausstellung.

Übersicht der Literatur von 1851 bis 1860.

Lehranstalten 1851 bis 1860.

Chemie 1851 bis 1860.

Physik 1851 bis 1860.

Beschickung und Schlacken.

Die Brennmaterialien 1851 bis 1860.

Gebläse und Winderhitzer 1851 bis 1860.

Die Hochöfen 1851 bis 1860.

Eisengießerei 1851 bis 1860.

Schmiedeeisenbereitung 1851 bis 1860.

Mechanische Bearbeitung 1851 bis 1860.

Stahlbereitung 1851 bis 1860.

Henry Bessemer und seine Erfindung des Windfrischens (Bessemerprozess).

Zement- und Gussstahlfabrikation 1851 bis 1860.

Die Eisenindustrie der einzelnen Länder 1851 bis 1860.

Allgemeines.

Großbritannien 1851 bis 1860.

Die Vereinigten Staaten 1851 bis 1860.

Frankreich 1851 bis 1860.

Belgien 1851 bis 1860.

Deutscher Zollverein 1851 bis 1860.

Preußen 1851 bis 1860.

Die außerpreussischen Zollvereinsstaaten 1851 bis 1860.

Österreich-Ungarn 1851 bis 1860.

Schweden 1851 bis 1860.

Russland 1851 bis 1860.

Spanien 1851 bis 1860.

Andere Länder 1851 bis 1860.

Die Eisengießerei 1831 bis 1850.

In der Eisengießerei wurden ebenfalls viele Verbesserungen in dieser Periode eingeführt. Bei dem Gießen aus dem Hochofen kamen die Stich- und Schöpfherde in Gebrauch. Dieselben gestatteten das Gießen zu beliebigen Zeiten. Zur Verminderung des Graphits im Gusseisen wendete man häufig das S. 242 beschriebene „Füttern“ mit reinen Erzstücken an.

Die Emanzipation der Eisengießerei von dem Hochofenbetriebe nahm aber von Jahr zu Jahr um so mehr zu, je bequemer und vorteilhafter sich das Umschmelzen des Roheisens in Kupolöfen erwies.

Bei den Kupolöfen ging man, wie bei den Hochöfen, zum Betriebe mit heißem Winde über, der überall da von Vorteil war, wo man seither mit zu starker Pressung geblasen hatte. Dies war aber anfangs der 30er Jahre in fast allen Gießereien der Fall, weil man sich allgemein der Zylinder- oder Kasten-gebläse, wie bei den Hochöfen, bediente. Die Winderhitzung spielte deshalb bei dem Gießereibetriebe damals eine ebenso große Rolle als beim Hochofenbetriebe. Da die Flamme der Kupolöfen eine sehr starke war, so hatte es keine Schwierigkeit, die Erwärmung des Windes dadurch zu erreichen, dass man die Winderhitzungsapparate unmittelbar über die Gicht stellte.



Man mauerte dabei in der Regel die Röhren nicht besonders ein, sondern brachte entweder einen Kranz von senkrecht stehenden Röhren, welche oben und unten durch ringförmige Rohre oder Kasten, Fig. 176, verbunden waren, direkt um die Gicht an, oder konstruierte ein System gewundener Röhren in solcher Entfernung über der Gichtöffnung, dass das Einwerfen der Chargen nicht behindert war. So war die in Fig. 177 (a. f. S.) dargestellte Winderhitzung der Kupolöfen zu Gleiwitz eingerichtet.

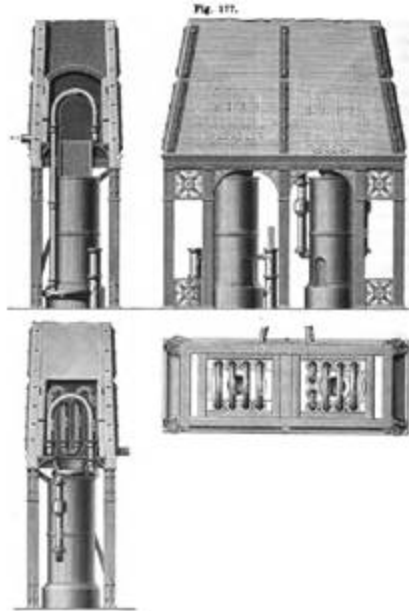
Ebelman hat die Gase eines Kupolofens, die er 1 m unter der Gicht abging, untersucht. Sie enthielten

Kohlensäure	12,11
Kohlenoxid	11,98
Wasserstoff	0,95
Stickstoff	74,96.

Danach wird in den Kupolöfen die aufsteigende Kohlensäure nur zum Teil reduziert.

Nach Karstens Angabe hatten sich die Resultate des Kupolofenbetriebes seit der Einführung des erhitzten Windes sehr vorteilhaft geändert. Indem die Kohlen bei heißem Winde beträchtlich mehr Eisen trugen, als früher bei kaltem Winde, war auch die Leistung der Öfen hinsichtlich der in einer bestimmten Zeit durchzuschmelzenden Roheisenmenge um mehr als den

dritten Teil, fast um die Hälfte, gestiegen. Eine stärkere Erhitzung als auf 180°, höchstens 250° C., war aber nicht vorteilhaft.



Die Brennmaterialersparnis durch die Winderhitzung betrug beim Betriebe mit Holzkohlen ein Drittel. Für den Betrieb mit Koks macht Karsten folgende Angaben.

Die Kupolöfen der Eisengießerei zu Gleiwitz wurden 1832 und 1833 mit kaltem Winde betrieben, und wurden in diesen beiden Jahren 75662 Ztr. Roheisen mit 14970 Tonnen Koks umgeschmolzen. 1834 und 1835 fand der Betrieb teils bei kaltem, teils bei warmem Winde statt. Aber in den Jahren 1836, 1837 und 1838 wurde nur heißer Wind angewendet. In diesen drei Jahren waren 142082 Ztr. Roheisen mit 13112 Tonnen Koks geschmolzen worden. Im ersten Falle wurden auf 100 Pfd. Roheisen 46 Pfd. Koks, im zweiten Falle dagegen nur 22 $\frac{2}{3}$ Pfd., also nur die Hälfte verbraucht.

Diesem Vorteile standen aber auch Nachteile gegenüber. Zum Durchpressen der expandierten Luft durch das lange und enge Rohrnetz des Winderhitzers war ein

beträchtlicher Kraftaufwand erforderlich oder ein größeres Luftvolumen. Dadurch kam es, dass die Ventilatoren, die ebenfalls anfangs der 30er Jahre in Anwendung zu kommen begannen und die durch ihre Windmenge die Schmelzung günstig beeinflussten, nach und nach den Sieg davontrugen und die teuren Kolbengebläse und Winderhitzungsapparate bei dem Kupolofenbetrieb aus dem Felde schlugen. Die Ventilatoren lieferten zwar nur eine geringe Pressung, aber sie erforderten wenig Kraft und erzeugten so viel und so gleichmäßigen Wind, dass hierdurch die Schmelzung im Kupolofen viel besser von statten ging.

Versuche und Mitteilungen über Ventilatoren machten in Frankreich St. Léger 1835, M. Cadiat 1842 und E. Dollfuß 1843; in Deutschland Redtenbacher und Tunner 1846, in England Buckle 1847. Der von Saint-Léger 1835 beschriebene Ventilator der Herren James Martin & Söhne zu Rouen (Seine-Inférieure) hatte vier schwach gekrümmte Flügel, die gewöhnlich 600 Umdrehungen in der Minute machten. Sie wurden durch einen Göpel mit drei Pferden bewegt und schmolzen in einem Kupolofen von 2,60 m Höhe 1200 bis 1500 kg gegen 600 bis 800 kg in der Stunde mit etwa 290 kg Koks bei dem alten Gebläse, was einer Ersparnis von 20 Proz. gegen früher entsprach.

Schon vordem hatte man bei den Kupolöfen verschiedene Windformen übereinander angebracht, um je nach Bedarf kleinere oder größere Mengen von geschmolzenem Eisen im Ofen halten zu können. Karsten hat hierfür mehrere Beispiele angeführt. In der Eisengießerei von Maudslay in London befand sich ein 7 Fuß (2,185 m) hoher und 3 Fuß (0,915 m) im Schacht weiter Kupolofen, welcher mit vier übereinanderliegenden Formen versehen war, so dass man in diesem Ofen, wenn das flüssige Eisen die Höhe der vierten Form erreicht hatte, 3½ Tonnen Eisen halten und entsprechend große Gussstücke gießen konnte.

Zu Rouen waren Kupolöfen mit sechs vertikalen Formenreihen im Gebrauch, bei denen die Formöffnungen

nicht nur mit Ton, sondern auch noch mit eisernen Schiebern geschlossen werden konnten.

Man hatte auch Kupolöfen auf Schienen fahrbar hergestellt, so dass man den Ofen selbst an die Form heranbringen konnte.

Noch zweckmäßiger war die Einrichtung in der großen Eisengießerei von Fairbairn und Hodgkinson in Manchester. Hier befanden sich vier Kupolöfen mit 3 bis 6 Fuß weiten Schächten und mehreren vertikal übereinanderliegenden Formenreihen. Wenn alle vier Öfen bis zur obersten Formenreihe mit flüssigem Roheisen angefüllt waren, so enthielten sie nicht weniger als 37 Tonnen. Von den Kupolöfen lief eine Eisenbahn, die zu den Dammgruben und der Formerei führte, wodurch das flüssige Roheisen leicht zu den Formen gebracht und so vergossen werden konnte. Dies geschah mit Hilfe von Gießpfannen, die auf Wagen standen. Waren diese an der Dammgrube angelangt, so wurden die Pfannen mit Kränen vom Wagen gehoben, über den Eingüssen der Formen schwebend erhalten und mit Leichtigkeit in diese entleert.

Wo man mehrere Blaseformen übereinander benutzte, musste der Windstock zum Verstellen eingerichtet sein.

Gewöhnlich waren die Kupolöfen mit zwei Formen versehen, welche zu beiden Seiten einander gegenüber lagen. Zu Berlin und Gleiwitz hatte man die Kupolöfen in der Weise der Seftström-Öfen mit einem Kranze von sechs oder 12 Formen in gleichen horizontalen Abständen eingerichtet.

Zu Seraing hatte man mehrere Sorten von Kupolöfen, die kleineren waren 1,890 m hoch und innen 0,457 m weit, die größeren waren 2,135 m hoch und 0,610 m weit, die größten hatten bei derselben Höhe 1 m Weite im Lichten. Diese letzteren Kupolöfen konnten bequem 5000 kg Eisen fassen. Ein sehr großer Kupolofen von Townsend & Co. zu Albany war 0,914 m zwischen den Düsen weit und 3,353 m

hoch, fasste 3000 kg Gusseisen und konnte 12000 kg ohne Unterbrechung gießen. Der auf 204° C. erhitzte Wind trat aus einer ringförmigen Windkammer durch sechs Öffnungen, 0,381 m über dem Herde, ein.

Bei Anwendung von Kolbengebläsen war 0,03 m Quecksilber eine mittlere Pressung; bei den großen Öfen in Seraing blies man mit 4 bis 5 Zoll (ca. 0,12 m) Quecksilber. Bei starkem Druck wurde das Roheisen im Kupolofen immer etwas gefrischt, namentlich bei engen Düsen. Wendete man Ventilatoren an, so nahm man weitere Düsen, meist von 0,08 bis 0,15 m Durchmesser. Eine andere Neuerung bei den Kupolöfen bestand darin, dass man sie, wie die Hochöfen, mit einem Vorherd versah, aus dem man das Eisen mit Kellen schöpfen konnte. Beim Anblasen wurde der Vorherd mit Holzkohlen gefüllt und mit einer Platte bedeckt.

In Belgien bediente man sich in kleinen Gießereien eines eigentümlichen Schmelzofens. Es war dies der Pfannenofen oder Calebasse, der mit den entsprechenden von Reaumur und noch früher von Biringuccio beschriebenen Schmelzvorrichtungen große Ähnlichkeit hatte. Derselbe war entweder transportabel oder feststehend. Die transportablen Kalebassen wurden von hausierenden Schmelzern benutzt, die von Ort zu Ort wanderten, um kleine Gegenstände, wie Gewichte, Roststäbe, Schrot zum Schießen u. s. w. herzustellen. Auch zum Guss kleiner Gegenstände, wie Lichtputzen, Scheren, Messer, welche adduziert wurden, wendete man häufig diese Pfannenöfen an. Sie waren sehr ungleich in der Größe. Es gab solche, in denen man nur einige Kilogramm, andere, in denen man bis zu 500 kg schmelzen konnte. Als Brennmaterial dienten Koks oder rohe Steinkohlen.

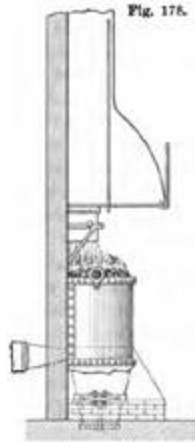


Fig. 178 ist die Abbildung eines solchen feststehenden Pfannenofens, wie er noch 1850 in Brüssel betrieben wurde. Er bestand aus dem Tiegel (*calebasse*) und dem Feuerturm (*tour de feu*), beide waren aus starkem Eisenblech gefertigt und so an eine Mauer angelehnt, dass diese den Abschluss nach hinten bildete. Die Windleitung ging durch diese Mauer. Als Gebläse diente ein blecherner Ventilator, der von Menschenhänden bewegt wurde. Die reisenden Tiegelschmelzer bedienten sich meist der Handblasebälge. Das Ausgießen erfolgte unmittelbar aus der Schmelzpfanne, nachdem man den Wind abgestellt und den Aufsatz abgehoben hatte. Bei den in der Gegend von Charleroi betriebenen Pfannenöfen betrug der Koksverbrauch 37 bis 40 Proz. Die ganzen Anlagekosten einer Pfannenschmelzerei berechnet Valerius auf 360 Franken.

Die Gussflämmöfen wurden in ihrer Konstruktion immer mehr den Puddel- und Schweißöfen ähnlich. Man nannte diejenigen mit flachem Herde deutsche, die mit ausgebauchtem Herde englische Gussflämmöfen. Oft wurden zwei Gussflämmöfen nebeneinander gelegt und in eine gemeinschaftliche Esse geführt, wie z. B. auf der Sayner Hütte. In Staffordshire wendete man mit gutem Erfolge Flämmöfen mit einem doppelten Gewölbe an, doch erforderten dieselben ein außerordentlich feuerfestes

Material, wodurch ihre Einführung in anderen Gegenden erschwert wurde.

Das beste Brennmaterial für die Gussflämmöfen war die Steinkohle, wo dieselbe aber zu teuer war, wendete man auch Holz oder Torf an; endlich machte man auch bereits Versuche mit Gasfeuerung. Die mit Torf und Holz gefeuerten Flämmöfen mussten eine große Rostoberfläche und einen weiten Rost haben, auch musste derselbe tiefer unter der Feuerbrücke liegen. Dieselben bedurften zweier Schürlöcher, da sie fast ununterbrochen geschürt werden mussten. Über das Verhältnis von Rostfläche zu Herdfläche, von der Konstruktion der Feuerbrücke, vom Gewölbe, Herd, Fuchs und Esse hat Karsten in seiner Eisenhüttenkunde ausführliche Mitteilungen gemacht (§. 738 bis 752).

Versuche, Flämmöfen ohne Esse mit einem Gebläse zu betreiben, waren ungünstig ausgefallen. Auf manchen Hüttenwerken wurde absichtlich ein Reinigen oder Weißen des Roheisens im Flammofen vor dem Vergießen eingeführt.

Zu Königsbronn in Württemberg trug man das bei heißer Luft und mit Holzkohlen erblasene Roheisen noch flüssig in einen mit Torf gefeuerten Flammofen und machte es dort unter Einwirkung eines Windstromes mehr oder weniger weiß. Es wurde zum Guss kleiner Walzen in Massenformen oder Schalen benutzt, während größere Walzen aus einem mit einem Gebläse versehenen Flammofen abgegossen wurden. Bischof zu Mägdesprung stellte gelungene Versuche über das Umschmelzen des Roheisens mittels Torfgas in der Königl. Eisengießerei zu Berlin an.

Der Hütteninspektor Eck zu Königshütte dehnte seine Versuche über Gasheizung auch auf Gussflämmöfen aus. Das Roheisen wurde dabei zugleich gereinigt und teilweise gefeint. Das auf der Königshütte in Gasflämmöfen dargestellte gereinigte Gießereieisen bewirkte für sich oder als Zusatz zu dichtem grauen Roheisen in

entsprechendem Verhältnis einen ungemein festen Guss. Vergleichende Festigkeitsversuche, welche auf der Königl. Hütte zu Gleiwitz angestellt wurden, ergaben, dass das im Gasflammofen dargestellte Reineisen in liegend gegossenen Stäben eine absolute Festigkeit von 30000 Pfd. auf den Quadratzoll zeigte, während die unmittelbar aus dem Hochofen gegossenen Stäbe nur 20000 Pfd. auf den Quadratzoll trugen. Für die Darstellung besonders fester Gussstäbe erwies sich dieses Verfahren deshalb als sehr geeignet. Wo man nicht in der Lage war, sich dieses Reineisens zu bedienen, half man sich zur Herstellung eines besonders festen Gusses namentlich für Walzen durch Gattierung geeigneter Eisensorten. Bischof zu Mägdesprung fand, dass zu allen Gussstücken, welche eine besondere Zähigkeit erforderten, ein Gemisch von etwa gleichen Teilen von weißem Holzkohleneisen und schottischem Koksroheisen besonders geeignet sei. Stäbe aus diesem Eisen zeigten eine weit größere Festigkeit als solche aus reinem schottischen Eisen.

Englisches und namentlich schottisches aus Blackband mit roher Steinkohle und heißem Winde erblasenes Gießereieisen hatte damals bereits eine sehr allgemeine Verwendung auf dem Kontinent gefunden. Das Gießereiroheisen (*foundry-pig*, franz. *moulage*) wurde sorgfältig nach seinem Bruchansehen sortiert und nach drei Nummern verkauft:

Nr. 1 schwarz, großblättrig im Bruch, wenig fest, aber sehr weich;

Nr. 2 etwas heller und feinkörniger, fester, aber noch sehr weich;

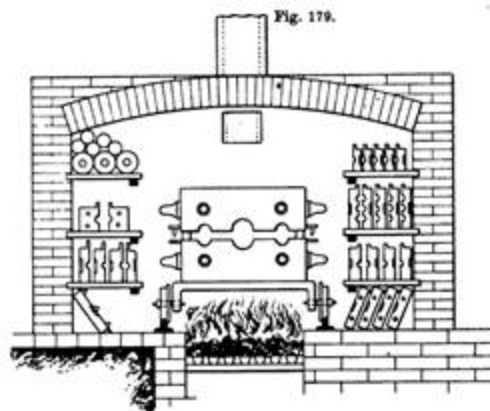
Nr. 3 grau, feinkörnig, dicht, gab sehr feste Gussstücke, die sich gut bearbeiten ließen.

Die Maschinen und Apparate für den Gießereibetrieb wurden verbessert, und man ging dazu über, manche Arbeit mit Maschinen auszuführen, die man früher mit Menschenhänden getan hatte. Die Verbesserungen der

Krahnen gehören mehr in das Gebiet des Maschinenbaues. Man erteilte der Gießpfanne die Vor- und Rückwärtsbewegung meist mit Zahnstangen, seltener mit Schrauben. Gusseiserne Krahne waren in Anwendung, doch konnte man den hölzernen Krahnen größere Ausladung geben. Schmiedeeiserne Arme waren noch nicht im Gebrauch.

Die Darrkammern oder Trockenöfen, Fig. 179, versah man mit einem Feuerungsroste und Aschenfall und mit eisernen Schienenwegen, auf welchen die schweren Formen gefahren wurden. An den Wänden brachte man eiserne Gestelle an, auf welche die leichten Gichtladen, Kernkasten u. s. w. zum Trocknen gestellt wurden.

In England, wo manche Gießereien schon ihre Spezialitäten hatten, waren die betreffenden Apparate diesen angepasst. So wendete man in der Röhrengießerei zu Chapel-Town bei Sheffield, wo 20 Stück Gasröhren auf einmal und unmittelbar vom Hochofen, stehend und uneingedämmt, gegossen wurden, besondere Darrkammern nur zum Trocknen der fetten Sandkerne an, und zwar wurde immer die ganze Anzahl der zu einem Guss erforderlichen Kerne auf einmal getrocknet. Der Feuerungsrost befand sich in der Mitte.



Zur Vorbereitung des Formsandes kamen verschiedene Arten von Maschinen in Anwendung. Zum Zerreiben und

Mahlen des Sandes bediente man sich horizontal liegender zylindrischer Walzen. Meist war die eine der Walzen um $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ kleiner. Die Zapfenlager derselben konnten durch die Druckschrauben genähert werden. Diese Zerkleinerungszylinder waren dann öfter gleich mit Trockenzylindern verbunden.

In der Geschützgießerei zu Lüttich trocknete man den Formsand erst in einem Ofen, worauf er unter stehenden Mühlsteinen zermahlen, dann durch ein Rätter geschlagen, mit $\frac{1}{6}$ feinem Kohlenstaub vermengt und mit Tonwasser befeuchtet wurde. Hierauf folgte das Durcharbeiten, Sieben u. s. w.

In Seraing setzte man dem Formsand $\frac{1}{16}$ Steinkohlenpulver zu und mischte zum Gebrauch 1 Tl. frischen Sand mit 1 Tl. schwarzem, d. h. schon einmal gebrauchtem Sand.

Über die chemische Zusammensetzung guter Formsande hat Kampmann im Laboratorium des Gewerbeinstituts zu Berlin 1845 Untersuchungen angestellt. Danach bestand ein guter Formsand aus 93 Quarzsand, 2 Eisenoxid und 5 möglichst kalkfreier Tonerde.

Zur Vorbereitung des Formlehms und der Masse wendete man eine Knetmaschine an; es war dies ein zylindrisches Gefäß, in welchem sich zwei mit Messern versehene Arme an einer senkrechten Welle mit einer Geschwindigkeit von vier oder fünf Umgängen in der Minute herumdrehten.

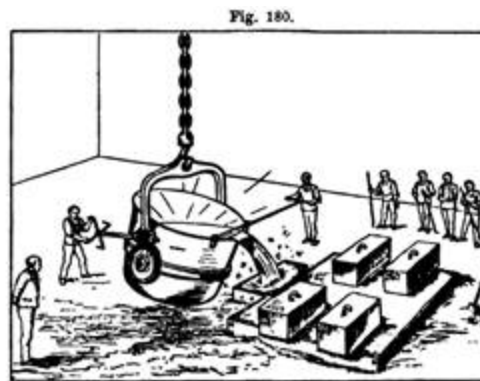
Zweckmäßiger noch waren die Kollergänge mit gusseiserner Sohlplatte und zwei gusseisernen Läufern, welche an einer senkrechten Welle befestigt waren und von dieser umgedreht wurden.

Zum Pulverisieren von Holz- und Steinkohlen wendete man bereits Kugelmühlen an, horizontale gusseiserne Zylinder, in welchen sich eine Anzahl Kugeln zum Zerreiben der Kohlen befanden. Der Zylinder machte 25 bis 30 Umdrehungen in der Minute.

Zum Zerschlagen dicker Gussstücke bediente man sich des Fallwerkes oder des Roheisenbrechers. Ebenso wendete man bereits hydraulische Pressen an, um Röhren unter einem Wasserdruck von 5 bis 12 Atmosphären zu prüfen.

Für schwere Güsse bediente man sich so großer Gießpfannen, dass es nicht mehr möglich war, dieselben mit der Hand zu regieren; man brachte deshalb an denselben einen Mechanismus an, um sie mittels einer Schraube ohne Ende, welche wie ein Zahnrad eingriff, zu wenden. Diese Sicherheitsgießpfanne, Fig. 180, hatte James Nasmyth 1838 erfunden und auf seiner Gießerei zu Patricroft bei Manchester eingeführt.

Man machte die Pfannen von starkem Eisenblech und schmierte sie mit Lehm aus. Nach Guettier gehörten außer den Handpfannen zu einer gut eingerichteten Gießerei zwei Pfannen von 50 kg, eine von 100 kg, eine von 150 kg oder von 200 kg, eine von 250 kg, eine von 350 bis 400 kg, eine von 750 bis 800 kg und eine von 1500 bis 2000 kg.



Große Gießereien bedurften noch Gießpfannen bis zu 12000 kg und mehr Inhalt.

Um ein zu großes Inventar von Gießladen oder Formkasten zu vermeiden, bediente man sich der „französischen Laden oder der Laden aus 1000 Stücken“, welche deshalb so genannt wurden, weil man mittels

gusseiserner Platten und Winkel die Kastenteile zu größeren Kasten zusammensetzen konnte. Über die viereckigen und achteckigen Kasten, welche in den französischen Gießereien gebräuchlich waren, hat Guettier nähere Angaben gemacht.

Zu dem Gießereibetriebe gehörten auch hohle Kernspindeln mit Löchern oder sogenannte Laternen, ferner Kernkasten, Kernbüchsen oder Kerndrucker zur Herstellung von Kernen in festem Sande.

Infolge des großen Aufschwunges der Walzindustrie erlangte die Herstellung von Hartgusswalzen eine immer größere Wichtigkeit. Dieselben wurden in sehr starken Coquillen mit aufsteigendem Strom gegossen. Die Königliche Eisenhütte zu Malapane zeichnete sich darin aus.

In dieser Periode kam auch die Plattenformerei auf. Bei dieser wendete man statt der Modelle zwei Platten an, auf deren einer die obere und auf der andern die untere Hälfte des Modelles angebracht waren. Das Abformen ging bei diesen Modellplatten viel rascher und erforderte keine geschulten Arbeiter. Ofenmodellplatten dieser Art hatte man auf Rothehütte im Harz schon im Jahre 1827. In England nahmen Holmes 1838, Douglas 1846 und Fairbairn und Hetherington 1850 Patente auf solche Modellplatten.

Besondere Vorrichtungen zum Einformen von Zahnrädern ließen sich die Franzosen Sonolet 1826, Chapelle 1844 und Ferrouilh 1850 patentieren.

Apparate zur Verfertigung von Sandformen für eiserne Röhren wurden von den Engländern Stewart 1846, Henderson 1849 und Dixon 1850 erfunden. — Henderson zu Renfrew in Schottland gab ein Verfahren an, Formen mittels Teilmodellen herzustellen.

Die Röhrengießerei hatte in dieser Periode einen bedeutenden Aufschwung genommen. Man goss die größeren Röhren senkrecht in Formen, deren innere Höhlung man dadurch herstellte, dass man sie um eine

zentrale Röhre, das „Seelenrohr“, herumgoss. Dieses Rohr war auf die gewünschte Länge mit Strohseil umwickelt, dann mit Lehm bestrichen und geglättet. Der geschwärzte Kern (das Seelenrohr) wurde dann in die äußere Form, welche in einer eisernen „Gießflasche“ hergestellt war, eingestellt.

Das Adduzieren des Gusseisens oder die Fabrikation von schmiedbarem Guss breitete sich in dieser Periode nur langsam auf dem Kontinent aus. Mehrere Fabriken entstanden in Frankreich, einige bei Wien (Brevillier & Co. zu Neunkirchen und B. Fischer in Traisen). In Deutschland fand die Fabrikation in den 40er Jahren in Solingen Eingang. Fischer in Schaffhausen hatte schon seit 1828 schmiedbaren Guss gemacht, wobei er feingemahlenen Hammerschlag als Adduzierpulver verwendete. Er hatte dafür ein Patent für 15 Jahre erhalten.

Über das Emaillieren gusseiserner Geschirre verweisen wir auf die Literatur.

Ein verbessertes Gussmaterial erfand J. D. M. Stirling. Er nannte es zähgemachtes Gusseisen (*toughened cast iron*); es wurde allgemeiner bekannt unter dem Namen Stirlingmetall. Heutzutage pflegt man diese Art Guss als Stahlguss zu bezeichnen. Stirlings englisches Patent (Nr. 11262) wurde am 29. Juni 1846 erteilt. Die Erfindung beruhte auf einem Zusatz von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3}$ oder mehr Schmiedeeisen zu dem Gusseisen. Dies konnte in der Weise geschehen, dass man das flüssige Gusseisen in eine Form laufen ließ, in welcher das Schmiedeeisen enthalten war, und das so erhaltene unvollkommene Gemenge dann im Kupol- oder Flammofen oder im Tiegel umschmolz; besser war es aber, das geschmolzene Gusseisen über das schweißwarm gemachte Schmiedeeisen zu gießen und es so lange in der Hitze zu lassen, bis das Eisen gelöst und gemischt war. — Das so erhaltene Material ließ sich auch sehr gut in dem Flammofen, in dem es gemischt wurde, zu einem sehr festen Schweiß Eisen verpuddeln.

Um das Gusseisen noch fester und zäher zu bekommen, empfahl Stirling einen Zusatz von 1/500 Silber, während man harten Guss durch Zusatz von 2 bis 10 Proz. Mangan erhielt. Dass Stirlingmetall bedeutend fester war als Gusseisen, haben Rennie und Fairbairn anerkannt; letzterer bezeichnete seine Festigkeit mit 51,5, die des gewöhnlichen Gusseisens mit 33,25.

M. Poole schlug 1848 eine Reinigung des Gusseisens durch gewisse sauerstoffreiche Körper, wie Eisenoxid, Chromeisenstein, Braunstein, salpetersaure oder chlorsaure Salze vor, welche in den Hochofen durch die Form eingeblasen oder in den Gusspfannen in das flüssige Eisen eingerührt werden sollten.

Die Verwendung des Gusseisens fand in dieser Periode eine wichtige Ausdehnung durch den in den Vereinigten Staaten von Amerika aufgekommenen Bau gusseiserner Häuser. Allerdings hatte man auch schon früher Gusseisen zu Bauzwecken verwendet. Boulton und Watt hatten 1801 ein großes feuerfestes Gebäude für die Baumwollspinnerei von Philipps & Lee in Manchester erbaut, wozu gusseiserne Balken verwendet wurden, wobei Watt schon sehr richtige Profile und Maßverhältnisse anwendete. Hodgkinson behandelte diese Frage 1827 theoretisch. In New-York begann man anfangs der 40er Jahre die ersten Häuser aus Gusseisen zu erbauen, die dann infolge des Goldfiebers in Kalifornien zu ausgedehnter Anwendung kamen. Man konnte die amerikanischen gusseisernen Häuser in einigen Tagen zusammensetzen, während man für die aus England bezogenen schmiedeeisernen Häuser einen ganzen Monat brauchte.

Schweiß Eisen 1831 bis 1850.

I. Die direkte Darstellung.

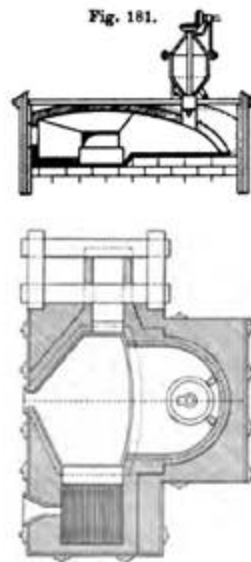
Schmiedbares Eisen unmittelbar aus den Erzen zu gewinnen, statt auf dem Umwege der Roheisenerzeugung, war ein Problem, das niemals ganz verschwand, sondern von Zeit zu Zeit immer wieder auftauchte. Die Zahl der dafür gelösten Patente ist eine sehr große. Über das Ausschmelzen der Erze im Flammofen und direktes Verpuddeln des so erhaltenen Eisens hatte Maison-Desroches einen langen Aufsatz in den Annales des mines von 1829 veröffentlicht.

1836 nahm J. J. Hawkins auf eine Mitteilung von P. Boydon hin in England ein Patent, geröstete oder gebrannte Erze mit Holzkohle gemischt in geschlossenen Gefäßen oder Öfen, am besten in einem Stahlzementierofen, zu glühen oder zu zementieren. Je nach dem Zusatze der Holzkohle wollte er auf diese Weise Eisen von verschiedenem Kohlengehalt erhalten, das als Gusseisen oder als Gussstahl in Tiegeln geschmolzen oder als Schmiedeeisen in Puddel- oder Schweißöfen weiter verarbeitet werden sollte.

1837 erhielt William Neale Clay ein Patent auf sein Verfahren, reiche Eisenerze — Karbonate oder Oxide — in nussgroßen Stücken mit 20 Proz. Koks, Holzkohlen, Torfkohlen, Anthrazit oder ähnlichen Kohlensubstanzen in D-förmigen Retorten in einem Ofen, der mit einem Puddelofen verbunden war und von der entweichenden

Flamme desselben erhitzt wurde, 12 Stunden lang der Rotglut auszusetzen. Hierauf sollte das reduzierte Metall unmittelbar in den Puddel- oder Schweißofen gebracht und hier, wenn nötig, unter Zusatz von Kohlen ausgeschweißt, geschmiedet und gewalzt werden. Die Reduktion der Erze konnte auch in konischen Schachtöfen (Kilns) vorgenommen werden. Um Gießereieisen zu erhalten, vermehrte man nur den Kohlenzusatz und erhitzte länger.

Clays Methode wurde auf den Shiwa-Works bei Kirkintilloch in Schottland und zu Workington in England ausgeführt. 1846 wurden ausgedehnte Versuche in Walkers Eisenwerken vorgenommen, doch erwiesen sich die Kosten von Clays Prozess beträchtlich höher als bei dem indirekten Verfahren. Fig. 181 zeigt Clays Ofen. Man verarbeitete reinen Hämatit, den man mit 40 Proz. Steinkohlen vermischte und so fein mahlte, dass er durch ein Sieb von $\frac{1}{8}$ Zoll Maschen geschlagen werden konnte.



Charles Sanderson nahm 1838 ein ähnliches Patent (Nr. 7828), welches dahin ging, dass Toneisenstein, mit Kohle gemengt, geröstet und reduziert werden solle und zwar in einem Doppelflammofen in zwei getrennten Herden. Durch eine entsprechende Beschickung wurde die Bildung einer

sehr leichtflüssigen Schlacke vorbereitet. Das reduzierte Gemisch brachte man alsdann in einen andern schachtförmigen Ofen, wo es bis zur Schmelztemperatur der Schlacken erhitzt wurde, die dann aussaigerten, während das Metall ungeschmolzen zurückblieb.

Das bekannteste Patent, welches denselben Zweck verfolgte, war das von Josiah Marshall Heath vom 5. April 1839. Er wollte reines oxidisches oder kohlen-saures Eisenerz ohne jeglichen Zuschlag bei einem Überschuss von Kohle schmelzen. Zu dem Zweck füllte er seinen Schachtofen erst mit Brennmaterial allein und begann dann, wenn der Ofen genügend heiß war, Erz zu setzen. Er chargierte dann 65 bis 70 Pfd. Erz auf 100 Pfd. reinen Koks oder Holzkohlen.

Das geschmolzene Metall ließ er in eiserne Formen laufen, damit es nicht durch Sand verunreinigt wurde. Dieses reine Gusseisen schmolz er dann in einem Kupolofen mit Eisenfeilspänen oder reinem Eisen-, Mangan- oder Chromoxid ein und erhielt auf diese Weise harten Gussstahl. Um diesen weicher zu machen, glühte er die Güsse (*ingots*) von Gussstahl in einem Zementierofen mit Eisen- oder Manganoxyd ohne Holzkohle. Heath stellte aus indischem Roheisen mit Eisenerz von Dartmouth in Devonshire wirklich einen guten Gussstahl dar.

Weiches Eisen wollte er durch Puddeln des zuerst geschmolzenen Metalls mit 1 bis 5 Proz. Manganoxyd erhalten.

Auch in den 40er Jahren wurde eine Anzahl Patente für denselben Zweck erteilt, so eins an W. N. Clay für Reduktion der Erze und Schweißen im Flammofen am 31. März 1840 (Nr. 8459). Auch in Deutschland machte man eine Reihe von Versuchen in dieser Richtung. Man verarbeitete auf dem Eisenwerk des Herrn v. Winkler in Schlesien im Jahre 1842 ein Gemenge von Eisenerz und Holzkohle im Puddelofen. Das erhaltene Eisen war aber von sehr mittelmäßiger Güte. Bessere Resultate will Thomä

mit demselben Verfahren in Mähren erlangt haben. Er setzte diese Versuche später am Ural und dann bei Suhl fort, angeblich mit Erfolg. von Gersdorff reduzierte Spateisenstein mit Holzkohlenpulver gemischt in Tiegeln, ohne die Masse zum Fluss kommen zu lassen, und schweißte das reduzierte Eisen in einem Frischherde zusammen. Diese Versuche wurden 1843 zu Neuberg in Steiermark ausgeführt.

In Neuberg machte man auch den Versuch, die Erze in einem großen Zugschachtofen ohne Gebläse zu schmelzen und das Eisen in einem mit den Gasen des Ofens auf der Gicht befindlichen Puddelofen zu verarbeiten. Man erzielte aber nicht die nötige Hitze in dem unteren Teile des Schachtofens.

Josef von Rostorn ließ sich 1847 ein dem obigen ähnliches Verfahren in Österreich patentieren.

Ein bemerkenswertes Patent (Nr. 11515) erhielt am 31. Dezember 1846 der Franzose Adrien Chenot. Sein Prinzip war dasselbe, er wollte durch Reduktion und stärkere oder schwächere Kohlunng ein gekohltes Eisen erzeugen, welches entweder Gusseisen oder Stahl oder Stabeisen entsprach und bei entsprechender Behandlung als solches verarbeitet werden konnte. Er bediente sich dazu eines Schweiß- oder Schmelzofens, in dem er die höchste Hitze erzeugen konnte, und eines Reduktionsofens, der von der entweichenden Hitze des ersteren geheizt wurde. Der Reduktionsofen bestand aus einer Retorte oder einem ähnlichen geschlossenen Gefäß, über deren Gestalt er Vorschläge machte. Man konnte auch reduzierende Gase durch den Reduktionsapparat leiten. Er erhielt nach seiner Angabe eine schwammartige Metallmasse von Stahl oder Eisen, die er pulverte und je nach Bedürfnis, um eine beliebige Sorte von Eisen oder Stahl zu erhalten, mit Kohlenstaub mischte und in dem Schweiß- oder Schmelzofen zusammenschweißte oder schmolz.

Dies war das erste einer Reihe von Patenten über den „Chenot-Prozess“, der während der 50er Jahre die Eisenhüttenleute aller Länder in hochgradige Spannung versetzte und auf den wir in dem nächsten Abschnitte zurückkommen werden.

Ein Patent von de Meckenheim vom 31. Mai 1842 (Nr. 9373) bezieht sich unter anderem auch auf einen Frischofen zur direkten Eisendarstellung mit geteilten Formen, durch deren eine Abteilung Gas, durch deren andere Wind eingeblasen werden sollte. Die entweichende Hitze sollte noch einen Erzrösten und einen Trockenofen heizen.

Sir Fr. Ch. Kowles reduzierte reine Eisenerze in Retorten mit gereinigtem Kohlengas, Kohlenoxidgas etc. (E. P. 12687 vom 4. Juli 1849). Um Schmiedeeisen zu erhalten, wurde das nur wenig gekohlte Eisen im Puddelofen weiter behandelt. Wollte man Stahl oder Gusseisen erhalten, so musste das reduzierte Eisen höher gekohlt werden, was zweckmäßig durch einen Zusatz von Kohlenpulver in der Retorte geschah; das etwa 1 Proz. Kohlenstoff enthaltende Metall wurde im Tiegel zu Stahl, die bis zu 3 bis 4 Proz. gekohlte Masse im Kupolofen zu Gusseisen geschmolzen.

Die alte deutsche Rennarbeit wurde in dieser Periode in Deutschland nur noch in Schmalkalden betrieben und erlosch erst im Jahre 1845. Rennfeuer und Stückofenbetrieb waren im östlichen Europa noch sehr verbreitet. Ebenso waren in den Vereinigten Staaten noch Rennfeuer im Gebrauch.

Die Eisenbahnen 1831 bis 1850.

Die Stabeisenbereitung nahm in dieser Periode einen großartigen Aufschwung. Die wichtigste Veranlassung dazu gab die Einführung von Eisenbahnen in allen Kulturländern. Diese übte auf die Eisenbereitung und Verarbeitung, besonders auf die Puddel- und Walzindustrie, einen so großen Einfluss, dass es zweckmäßig erscheint, das Bemerkenswerteste darüber schon hier mitzuteilen.

Stephensons Triumph bei Rainhill erregte das Interesse der Gebildeten aller Länder, und die Ahnung einer neuen Zeit ging durch alle Gemüter. Das Verlangen nach Eisenbahnen wurde nach den glänzenden Erfolgen der Liverpool-Manchester-Bahn ein allgemeines. Die beiden Stephensons blieben nicht stehen, sondern suchten unablässig die Lokomotiven, das Fahrmaterial, die Schienengleise, das Signalwesen u. s. w. zu verbessern. An diesen Bestrebungen beteiligten sich die hervorragendsten Ingenieure.

Bald nach der Eröffnung der ersten Vollbahn bildeten sich, sowohl in England, wie auf dem Kontinente, Gesellschaften zum Bau von Eisenbahnen. Bei der Neuheit der Sache schritt aber die Ausführung nur langsam voran. In Bezug auf die technische Ausführung war man noch ganz und ausschließlich auf England angewiesen.

Die ersten Bahnen auf dem Kontinente wurden mit englischem Material gebaut und mit englischen Maschinen betrieben.

Aber auch in England selbst ging der Eisenbahnbau in den ersten Jahren nach der Eröffnung der Liverpool-Manchesterbahn am 15. September 1830, welche den

Beginn des Zeitalters der Eisenbahnen bildet, nur langsam von statten, weil eine leidenschaftliche Opposition der Kanalinteressenten, der Transportgesellschaften und der Grundbesitzer, welche sich in ihrem Erwerb gefährdet glaubten, dagegen erregt wurde. Die wichtigen Eisenbahnlinien Liverpool-Birmingham, Birmingham-London, London-Southampton, London-Bristol und London-Norwich kamen erst nach Jahren zustande. Folgende Zusammenstellung gibt ein übersichtliches Bild des Wachstums der Eisenbahnen in England bis Ende 1838:

Tag der Eröffnung	Eröffnete Strecken	Name der Bahnen	Länge in km
27. Septbr. 1825	Stockton-Darlington	North-Eastern	41
15. „ 1830	Liverpool-Manchester	London-North-Western	51
? 1832	Edinburg-Dalkeith	North-British	19
17. Dezbr. 1834	Dublin-Kingstown	Dublin-Wicklow	10
1. Juli 1835	Von Hartpool nach den Docks	North-Eastern	25
6. „ 1837	Birmingham-Liverpool	London-North-Western	125
4. Juni 1838	London-Maidenhead	Great-Western	33
20. Septbr. 1838	London-Birmingham	London-North-Western	181

Von 1839 bis 1850 wurden folgende Längen eröffnet: 1839 49 km, 1840 242 km, darunter die Linie London-Southampton, 1841 173 km, 1842 78 km, 1843 180 km, 1844 658 km, darunter London-Dover, 1845 476 km, 1846 674 km, 1847 671 km, 1848 833 km, 1849 457 km, 1850 866 km. Von dem Jahre 1844 an ist eine großartige Zunahme im Bahnbau Englands zu bemerken. Während Ende 1840 nur 1349 km Eisenbahnen im Betriebe standen, betrug Ende 1850 deren Länge bereits 10659 km.

Von allen Staaten des Kontinents hat der jüngste, das erst durch die Revolution von 1830 entstandene Belgien, die Bedeutung der Eisenbahnen am schnellsten erfasst und sich dieselben nutzbar gemacht. Belgien hat zuerst von allen Ländern den Plan eines einheitlichen Eisenbahnnetzes für das ganze Land entworfen und durchgeführt. Der Erbauer war der Staat selbst. Der Techniker, der aber den Entwurf dazu machte, war kein geringerer als Georg Stephenson, dem die Regierung die

Bearbeitung dieser wichtigen Aufgabe im Jahre 1834 übertragen hatte. Das kühne Unternehmen hatte glänzenden Erfolg. Nachdem die ersten Hauptlinien erbaut waren, nahm die belgische Industrie einen Aufschwung, der bewunderungswürdig war, vor allem die Eisenindustrie, welche den Mut hatte, selbst und selbständig sowohl die Schienenfabrikation, als den Lokomotivbau in die Hand zu nehmen. Das kleine Belgien wurde ein Konkurrent Englands und kein zu verachtender, denn durch die Intelligenz trefflicher Ingenieure führte es Verbesserungen in dem Eisenhüttenwesen ein, die mustergültig wurden.

Das belgische Staatsbahnnetz hatte Mechelen zum Ausgangspunkt. Von hier aus gingen die vier Hauptlinien, eine östlich nach der preußischen Grenze, eine nördlich nach Antwerpen, eine westlich nach Ostende und dem Meere und eine südlich nach Frankreich. 1843 hatte der Staat das 560 km lange Netz vollendet. Von da an verzichtete er auch auf weitere eigene Unternehmungen.

Am 5. Mai 1835 wurde die erste Strecke Mechelen-Brüssel von 20 km eröffnet, am 3. Mai 1836 folgte die Strecke Mechelen-Antwerpen von 22 km Länge. Ende 1837 betrug das belgische Bahnnetz 142 km, Ende 1838 258 km, Ende 1840 334 km, Ende 1843 558 km, Ende 1850 854 km.

In Deutschland gebührt dem Königreich Bayern der Ruhm, die erste Eisenbahn mit Lokomotivbetrieb erbaut zu haben. Es war die Nürnberg-Fürther Linie, welche am 7. Dezember 1835 eröffnet wurde. von Baader hatte schon in den 20er Jahren auf die Wichtigkeit des englischen Eisenbahnwesens hingewiesen und eifrig dafür gewirkt, und die Nürnberg-Fürther Bahn darf als das Ergebnis dieser Bemühungen bezeichnet werden.

Bayern folgte zuerst das Königreich Sachsen, wo die Leipzig-Dresdener Bahn in den Jahren 1837 und 1838 fertiggestellt wurde. Die erste Teilstrecke Leipzig-Althen war am 24. April 1837 eröffnet worden. 1838 wurde die erste Eisenbahnstrecke in Preußen eröffnet. Es war dies

die Berlin-Potsdamer Bahn, welche am 29. Oktober dem Verkehr übergeben wurde. In demselben Jahre wurden am 1. Dezember die Linie Braunschweig-Wolfenbüttel, und am 20. Dezember die erste Teilstrecke der Bergisch-Märkischen Bahn, Düsseldorf-Erkrath, dem Betrieb übergeben. Am 29. Juni 1839 folgte die Strecke Magdeburg-Schönebeck der Magdeburg-Leipziger Bahn und am 2. August Köln-Müngersdorf der Rheinischen Bahn. Am 1. September 1839 wurde München-Lochhausen, das erste Stück der bayerischen Staatsbahn, und am 26. September die erste Strecke der nassauischen Taunusbahn, Frankfurt-Höchst, eröffnet.

Die Bahnlängen der deutschen Eisenbahnen ohne Österreich betrugen am Jahresschluss 1835 6 km, 1837 21 km, 1838 139,5 km, 1839 239,6 km, 1840 468,9 km, 1841 683,4 km, 1842 931 km, 1843 1311,3 km, 1844 1751,9 km, 1845 2142,8 km, 1846 3280,9 km, 1847 4306,3 km, 1848 4989,4 km, 1849 5443 km, 1850 6142,8 km.

Österreich kann sich von allen Staaten des Kontinents der ersten Eisenbahnen rühmen, allerdings nicht mit Dampf-, sondern mit Pferdebetrieb. Der tätige Ritter Franz von Gerstner war es, der die Anregung zur Erbauung der Bahn Linz-Budweis im Jahre 1825 gab; hiervon wurde die Strecke Budweis-Kerschbaum (64,5 km) im September 1828 und die Strecke Kerschbaum-Linz (66,4 km) am 1. August 1832 eröffnet. Sie gehörte der Elisabethbahn-Gesellschaft. 1830 wurde die Pferdebahn Prag-Lana fertiggestellt und die Linie Linz-Gmunden in den Jahren 1834 bis 1836 erbaut. Die erste Lokomotivbahn baute die Kaiser-Ferdinand-Nordbahngesellschaft von Wien nach Brünn 1836 bis 1839; hiervon wurde die erste Teilstrecke Floridsdorf-Wagram am 23. November 1837 eröffnet. Mit den genannten Pferdebahnlinien, die nach und nach in Lokomotivbahnen umgewandelt wurden, betrug Ende 1840 die Länge der österreichischen Eisenbahnen 426,4 km. Von