

Metall.  
801

Ars metalli 161.





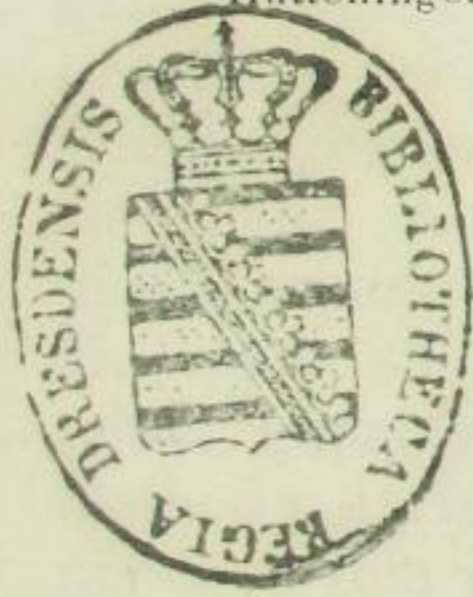
Das  
**Bessemeren in Schweden**

in seiner jetzigen Praxis.

Von

**L. E. Boman,**

Hütteningenieur des schwedischen Gewerkenvereins „Jern-Kontoret“.



Mit einem Vorwort

von

**P. Tunner.**

Nebst einer lithographirten Tafel.

---

**Leipzig.**

Verlag von Arthur Felix.

1864.

47250

Beschreibung in Schavoben

in seiner ersten Form

J. H. BOHME



Mit einem Vorwort

von J. J. J.

Verlag von J. J. J.

Leipzig

Verlag von J. J. J.

1844

## Vorwort.

Die Bessemer'sche Methode, Stahl und Schmiedeeisen aus Roheisen ohne besonderem Brennmaterial zu erzeugen, greift in Schweden mehr und mehr um sich; eine Hüttenanlage entsteht nach der andern, um den neuen Process auszubeuten. Unter solchen Umständen mag es nicht ohne Nutzen sein, die in diesem Fache gesammelten Erfahrungen bekannt zu machen. Der Verfasser hat als metallurgischer Beamter des Eisen-Contors die neue Methode während zweier ganzer Jahre bei verschiedenen Hüttenwerken Schwedens practisch gehandhabt und versucht nun die von seinem Geschäfte gewonnenen Erfahrungen in diesem Schriftchen darzustellen. Er will im Folgenden den heutigen Standpunct dieses neuen hüttenmännischen Zweiges, die besieigten, wie die noch zu überwindenden Schwierigkeiten anzeigen, die schon geprüften Eigenschaften der Producte dieser Frischmethode darlegen u. s. w.; alles im Erwarten, dadurch wenigstens den geheimnissvollen Schleier, mit dem man diesen neuen Process zu umgeben sucht, ein wenig zu lüften und ein besseres Zusammenwirken der Fachmänner zum weiteren Ausbilden und Vervollkommen der neuen interessanten Frischmethode zu bewirken, die wahrscheinlich in Kurzem in manchen Gegenden eine totale Umänderung des Eisenhüttenwesens hervorbringen wird.

Stockholm, im October 1863.

**L. E. Boman.**

## Vorrede von P. Tunner.

Das Manuscript zu dem vorliegenden Werkchen ist mir Anfangs November 1863 von Herrn Boman mit dem brieflichen Ersuchen eingesendet worden, dasselbe durchlesen, etwaige Sprachfehler verbessern, mit einer Vorrede versehen und sofort einem Verleger zum Drucke darbiehen zu wollen. Obschon ich nicht wohl begreifen konnte, wie ich zu allen dem komme, las ich doch alsogleich das Manuscript, weil es einen mir höchst interessanten Gegenstand betraf. Beim Durchlesen fand ich, dass die Schrift sehr werthvoll, sehr belehrend und durch dessen Beförderung zur Veröffentlichung somit der guten Sache, dem Fortschritt, ein Dienst zu leisten sei. Kurz ich begriff, ich müsse den Gegenstand bestens zu fördern trachten.

Die vorliegende Abhandlung über das Bessemern ist die erste, in der dieser neue Process von einem Fachmanne eingehend beschrieben wird, welcher sich bereits durch etliche Jahre an mehreren Orten mit dem Gegenstande in der Praxis beschäftigt und zugleich wirkliche Belehrung für die practische Durchführung im Auge hat. Von dem Erfinder selbst sind allerdings, zu wiederholten Malen, Mittheilungen über Erfolge, Theorien und auch über Apparate des Bessemerns in die Oeffentlichkeit gedrungen, allein alle diese Publicationen hatten mehr die Erweckung, als die Befriedigung des Interesses der practischen Hüttenleute zum Ziele. Die bisherigen schwedischen Berichte in Jern Kontorets annaler waren zwar mehr in die Sache dringend gehalten, ohne jedoch jene Detail-Angaben zu bringen, welche nur eine längere Erfahrung bei der Ausübung des Processes an die Hand geben kann. In noch höherem Grade sind mit diesem Mangel alle jene Berichte über das Bessemern behaftet, welche von Deutschen und Franzosen zu verschiedenen Zeiten in die Oeffentlichkeit gedrungen sind, indem deren Verfasser sich höchstens eines flüchtigen Besuches beim Bessemern zu erfreuen hatten. Durch alle diese Bekanntgaben, ganz abgesehen von den mehreren Unrichtigkeiten, welche mitunter



darin vorkommen, ist mehr die Theorie als die Praxis des Bessemerns gefördert worden. Die vorliegende Arbeit dagegen befasst sich vornehmlich mit dem practischen Theile des Bessemerns, und lässt in dieser Richtung alle andern Publicationen über diesen Process weit hinter sich; sie ist deshalb insbesondere für den practischen Eisenhüttenmann von grösstem Werthe. Ich kann diese Anempfehlung mit um so grösserer Zuversicht aussprechen, da ich nach den Erfahrungen bei den ersten Bessemer-Versuchen, die im October und November 1863 zu Turrach ausgeführt worden sind, die practischen Anleitungen des Herrn Boman in mehrfacher Beziehung zu bestätigen, zu widersprechen hingegen kaum ein Factum anzuführen in der Lage bin.

Der Verfasser kennt und beschreibt zwar nur das schwedische Verfahren im Detail, welches von dem in England üblichen mehrere Abweichungen zeigt, und das im Ganzen als unvollkommener angesehen wird. Allein in der Hauptsache müssen beide Methoden übereinstimmen, so zwar, dass eine genaue Kenntniss der einen kaum einen wichtigern Zweifel bezüglich der andern ungelöst lassen kann. Zudem möchte ich das schwedische Verfahren mit den fixen Oefen durchaus nicht unbedingt als das unvollkommnere bezeichnen, obgleich ich bei den mir vorgelegten Wahlen für practische Ausführungen mich ebenfalls für die englische Einrichtung erklärte und ebenso in meiner kurzen Beschreibung des englischen Verfahrens diesem den Vorzug zuerkannte. Unter Umständen sind zweifelsohne die fixen Oefen den beweglichen vorzuziehen. Einige dieser Umstände führt Herr Boman an der betreffenden Stelle an, zu welcher aber noch der als wesentlich zu erwähnen kömmt, dass bei den schwedischen Oefen sachgemäss mit einem weniger hohen Eisenbade, mit einer viel geringeren Windpressung gearbeitet werden kann und wirklich gearbeitet wird. Ueberhaupt ist eine Anlage zum Bessemern nach schwedischer Art mit bedeutend geringeren Kosten herzustellen, als eine solche nach englischem Verfahren, und da namentlich der Kostenpunct bisher das Haupthinderniss gegen eine raschere Verbreitung des Bessemerns bildete, so verdient das schwedische Verfahren, insbesondere bei den vielen kleinern Hüttenwerken in Deutschland, um so mehr, in weitem Kreisen bekannt zu sein.

Der Umstand, dass sämmtliche Schriften, welche seit der Londoner Weltindustrie-Ausstellung über das Bessemern veröffentlicht worden sind, lediglich das englische Verfahren zum Gegenstande haben, lässt das vorliegende Werkchen um so interessanter erscheinen.

Auf das, was Herr Boman auf S. 31 über das directe Windfrischen, auf S. 43 — 44 über die Ursache der Kürze sagt, dürfte allerdings kein besonderer Werth zu legen sein, allein der theoretische Theil dieses Werkchens bildet ohnediess, namentlich in Betracht des practischen Theiles, eine sehr untergeordnete Rolle. Ingleichen wird man sich bei uns zur Ermittlung der Gestehungskosten der Formel auf S. 45 nicht leicht bedienen, sondern in dieser Beziehung lieber den Weg einschlagen, welchen Herr k. Bergassessor Dr. Wedding in seiner jüngst erschienenen Schrift „die Resultate des Bessemer-Processes, Berlin 1863“ gegangen ist.

Aus Schweden haben wir in Deutschland die ersten eingehenden, verlässlichen, und die ersten günstigen Nachrichten über das Bessemern erhalten. Seit mehreren Jahren waren jedoch die Nachrichten von dort, durch locale, persönliche Interessen geboten, gänzlich ins Stocken gerathen. Um so freudiger werden die deutschen Hüttenleute das vorliegende Heft aufnehmen, von dem ich versichere, dass es im practischen Theile in Rücksicht auf Gründlichkeit den früheren Berichten aus Schweden sich würdig anschliesst, in Rücksicht auf Vollständigkeit aber alle die in den letzten drei Jahren auf mehreren schwedischen Bessemer-Anlagen gemachten Erfahrungen und Fortschritte vor jenen voraus hat.

Leoben, im November 1863.

## Inhaltsverzeichnis.

---

	Seite.
I. Die Anlage der Hütten . . . . .	1
a) Bei ganz neu zu erbauenden Werken . . . . .	—
b) Das Aptiren alter Hütten für den neuen Process . . . . .	5
II. Das Gebläse . . . . .	6
III. Die Bessemeröfen, Giesspfannen und übrigen Geräth- schaften . . . . .	10
IV. Die Erze und der Hohofenbetrieb . . . . .	18
V. Der Frischprocess . . . . .	22
VI. Das Giessen der Frischproducte, die Gussformen, Guss- fehler u. s. w. . . . .	31
VII. Das Sortiren und Probiren des Stahls, die Eigenschaften desselben . . . . .	38
VIII. Die ökonomische Seite des Processes . . . . .	44

---

Inhaltsverzeichnis

I. Die Einleitung 1

II. Die Geschichte der Stadt 2

III. Die Geschichte der Kirche 3

IV. Die Geschichte der Kunst 4

V. Die Geschichte der Wissenschaften 5

VI. Die Geschichte der Literatur 6

VII. Die Geschichte der Musik 7

VIII. Die Geschichte der Theater 8

## I. Die Anlage der Hütten.

### A) bei ganz neu zu erbauenden Werken.

Beim Errichten neuer Hohöfen nebst Apparaten für die Anwendung des Bessemerns ist ein zweckmässiger Plan von grösster Wichtigkeit. Man muss hiebei nicht nur im Auge behalten, wie mit der kürzesten Verzögerung und kleinsten Arbeit das flüssige Roheisen in die Bessemeröfen zu bringen sei, sondern auch das fertige Product in die Gussformen schnell gegossen, mit Leichtigkeit dieselben umgestürzt, die Güsse ausgehoben und die zu fabricirenden schweren Blöcke bequem aus der Hütte transportirt werden können. Wenn der Bauplatz es erlaubt, die Sohle der Werkstätte in zwei Absätzen zu legen, soll man sich dazu entschliessen. Ein passendes Verhältniss hiebei ist, die Sohle des Hohofens etwa 12 Fuss\*) über jener der Bessemeröfen anzubringen und diese wieder 6 Fuss über dem Boden des Raumes, wo die

\*) Maass und Gewicht sind hier und im Folgenden überall Schwedische.

1 schwedischer Fuss = 0.297 Meters.

1 " " = 12 alte Zoll (Werkzoll) = 10 neue Zoll  
(Decimal-Zoll).

1 Zoll wird in 10 Linien getheilt.

1 schwedischer Centner = 100 schwedische Pfund. (Skålpund).

1 schwedisches Pfund = 0.425 Kilogrammes.

1 " " = 0.850 Zollpfund.

1 schwedische Messtonne für Kohle = 6.3 Kubikfuss (Schwedisch).

Gussformen aufgerichtet und die Güsse gewogen und aufbewahrt werden können. Dabei ist es doch überflüssig, einen so grossen Raum in der Hütte zu bereiten, dass grössere Partien Güsse dort Platz finden; man muss aber den Vorrathsraum stets mit der Hütte mittelst einer kleinen Eisenbahn (von etwa 2 Fuss Spurweite) verbinden. Die Eisenbahn geht über eine Brückenwage mit einem Tragvermögen von mindestens 60 Ctrn., um die schweren Güsse schnell und bequem wägen zu können. In der Nachbarschaft der Bahn, am besten unter Dach, ist ein Hebekrahn für die Aufladung der Güsse in die Fuhrwerke, womit sie weiterhin fortzuschaffen sind, nothwendig. Den Schoppen für den Krahn und die Wage soll man so geräumig nehmen, dass man dort Stahlabfälle, Güsse, feuerfeste Materialien für die Oefen aufbewahren könne, und dabei ein Raum für ein Gerüste einer schweren Ramme (von wenigstens 25 Ctr. Gewicht und 40 Fuss Fallhöhe) übrig bleibe. Die Ramme, die zur Ersparniss an Tagewerken am besten mit Maschinenkraft gehoben wird, dient zum Zerschlagen von Stahlabfällen, ausgenutzten Gussstücken, Stahlgüssen u. s. w. Beim Feststellen des Bauplanes soll man überdiess noch die Aufmerksamkeit darauf richten, dass der Weg des rinnenden Roheisens vom Hohofengestelle nach der Giesspfanne so kurz wie möglich ausfalle, wodurch vieles Brucheisen vermieden wird. Das Roheisen direct aus dem Gestelle in die Bessemeröfen zu bringen, kann nur mit Aufopferung des Roheiseinwägens für jede Operation und der daraus zu gewinnenden nöthigen Controle des Processes geschehen.

Den Platz des grossen Krahnes zum Heben des Roheisens wählt man in der Hütte am besten in der Weise, dass sein Arm einen ganzen Zirkel beschreiben kann, wodurch er grössere Anwendbarkeit erhält, als wenn er bei einem Hohofenpfeiler aufgestellt wird; vermittelt in den Wänden gespannter horizontaler Eisenstangen wird sein oberer Zapfen leicht befestigt.

Richtet man sich bei Neubauten nach diesen Grundsätzen, so erspart man gewiss manche Tagelöhne während des Betriebs, die viele Hütten, gebaut von mit dem neuen Prozesse unbekanntem Constructeuren, nun tragen müssen;

wozu kommt, dass man mit guten Anordnungen der Hütte vortheilhaftere Resultate der Frischoperation gewinnt, was alles niedrigere Erzeugungskosten des Fabrikats mit sich bringt.

Hat der Bauplatz nicht eine solche Neigung, dass man die erwünschten Absätze erhalten kann, so muss der Bauplan modificirt werden. Die höhere Lage der Hohofensohle über dem Fuss der Bessemeröfen kann hierbei zuerst grösseren oder minderen Theils geopfert werden; der Absatz zwischen dem letzteren und dem Boden vom Raume der Gussformen muss aber aus Gründen, die weiter unten (Abtheilung VI) angegeben werden, wo möglich hervorgebracht werden.

Was die verschiedenen Theile des Baues betrifft, soll

- a) die Frischwerkstätte mit ihren zwei Bessemeröfen eine Fläche von am wenigsten 1300 Quadratfuss, und
- b) der Raum der Stahlgussformen 300 Q.-F. einnehmen;
- c) der horizontale Arm des Hebekrahns muss sich zum mindesten 18 Fuss über die Sohle des Frischraumes erhöhen; die Länge des Armes darf nicht unter 24 Fuss sein;
- d) den Abstand der Bessemeröfen vom Baume des Krahn's nimmt man wenigstens zu 18 Fuss, damit die Zahnräder nicht während des Stahlabstechens von herausgeworfenem Schrot leiden und die Arbeiter beim Krahne nicht im Schrotregen stehen dürfen;
- e) der Schoppen für Aufbewahren von Schrotstahl, Güssen, Wage, Ramme u. s. w. soll eine Bodenfläche von 2800 Q.-F. einnehmen;
- f) der Eisenbahnwagen muss ganz und gar von Eisen zusammengesetzt sein, mit kleinen Rädern und groben schmiedeisernen Wellen versehen, damit er nicht von den heissen Güssen Feuer nehme und bequem und stark genug gegen die Stösse sei, die er durch die Nachlässigkeit der Arbeiter sehr oft erhält.

In Zusammenhang mit dem über Neubauten Gesagten wollen wir hier auch einige Worte der weiteren Anordnung einer unserer Meinung nach vollständigen Bessemerhütte widmen. Wir lenken dabei zuerst die Aufmerksamkeit der

Hüttenbesitzer auf den grossen Gewinn, den ein unmittelbares Ausrecken der Güsse nach sich ziehen muss, da diesfalls fast alles Brennmaterial, was sonst zum Wärmen der Güsse consumirt wird, erspart werden kann. In den sonst unbenutzt fortgehenden Gichtgasen hat man, vorausgesetzt, dass sie ganz zu Gute gemacht werden, eine Wärmequelle, die nach Umständen, ausser Rostöfen und Apparaten zum Heizen des Windes, wozu nur ein kleiner Theil dieser Gase angewendet wird, noch folgende Feuerstätten grösseren oder minderen Theils speisen kann: Das Zuwärmen der Bessemeröfen und Giesspfannen, das für sich etwa 6 Tonnen Kohle für jede Operation consumirt; die Dampfkessel bei den Anlagen, die nicht hinreichende Wasserkraft für die Bessemergebläse zu disponiren haben, und schliesslich die Oefen, worin die Bessemergüsse eine für das Ausrecken passende Temperatur annehmen können. Beim Ausheben der Güsse aus den Formen haben sie nämlich ohne Zweifel im Innern einen zu grossen Hitzegrad und dadurch allzu kleine Festigkeit, um direct ausgereckt werden zu können. Um aber ihnen eine angemessene Wärme zu geben, dürfte es nur nöthig sein, sie einem Ofen, mit Gichtgasen gefeuert, zu übergeben, worin die Aussenseite der Güsse hinlänglich warm gehalten wird, indessen das Innere derselben eine für das Ausschmieden passende Hitze annimmt.

Das Walzwerk muss einen gröberen Spurtrain und ein Paar grobe Blechwalzen umfassen, um damit die schwersten Bleche, so die Consumenten wünschen, ausziehen zu können. Wir erinnern hier nämlich, dass die Bessemer'sche Frischmethode am besten für die Darstellung der grössten Baustücke passt, wie sie die Industrie, namentlich der Maschinenbau, brauchen kann.

Noch eine weitere Ersparung kann durch die Anlage des Walzwerkes bei der Hütte erzielt werden, nämlich durch das Anwenden derselben Triebkraft, sei es Dampf oder Wasser, für das Bessemergebläse, wie für den Walzentrain. Eine Schwammkrugturbine mit horizontaler Welle, an einem Zapfen die Kurbel für das Gebläse und am andern den Muff des Walzentrains führend, ist hier sehr zweckmässig, zumal



die nun für das Gebläse aufgesteckten Räder dieser Art hinreichende Kraft und eine annähernd richtige Geschwindigkeit haben, um den Walzentrain ohne Anwendung von Zahnradern treiben zu können. In den wenigen Minuten, deren eine Frischoperation bedarf, kann ohne Ungelegenheit das Walzwerk ab- und das Gebläse angekuppelt werden. Wasserräder dieser Art können übrigens bekanntlich mit sehr ungleicher Geschwindigkeit gehen, ohne dass die Wasserconsumption, mit der ausgerichteten Arbeit verglichen, sehr gross werde.

#### B. Das Aptiren alter Hütten zur Bereitung von Bessemereisen. \*)

Da die meisten unserer alten Hohöfen früher herrschenden Meinungen zufolge, ihren Platz an der tiefsten Stelle beim Strome gefunden haben, so sind dergleichen Hüttenwerke schwierig der neuen Frischmethode anzupassen. Man muss hierbei viele Vortheile aufopfern, die bei neuen Anlagen geschaffen werden können, und sich mit erhöhten Fabrikationskosten begnügen, welche vom Bedarfe grösserer Arbeitskraft und Verlust von Roheisen herrühren.

Die erste Abänderung, der alte Hütten unterworfen werden müssen, ist gewöhnlich ein Verrücken irgend einer Wand, was hinlänglich geschehen darf, um an einer der beiden Seiten der Tümpelbrust, oder vor derselben, einen Raum von der Grösse, die in vorhergehender Abtheilung genannt ist, zu bereiten. Um das Roheisen in eine Giesspfanne abstechen zu können, ist überdies ein Grab nothwendig; dieses wird mit einem cylindrischen Bottiche umgeben, den man mit 1 Fuss dickem Mauerwerk ausfüllt. Ueber dem Grabe wird eine Schnellwage aufgehängt, entweder an den Pfeiler des Hohofens oder am Dache, falls dieses stark genug ist, 70—80 Ctr. zu tragen. Der Wage-

\*) Hier und überall im Folgenden ist das Wort „Bessemereisen“ collectiv für alle Producte angewandt, sei es Stahl oder Schmiedeeisen, die mittelst des Bessemerns gewonnen werden können. Wir bitten den Leser, sich dieser Note zu erinnern, um im Folgenden jedem Missverständnisse zu entgehen.

balancier muss sich so hoch über dem Grabe befinden, dass die Giesspfanne ohne Hinderniss aufgewunden werden könne; das Wägen geschieht, die Giesspfanne im Grabe hängend, vermittelt eines an den Wagehaken gehängten *S*.

Von der Grösse und Lage des Hebekrahns gilt, was vorher gesagt ist.

Für die Gussformen (Coquillen) muss ein zweites Grab aufgenommen werden; dies erfordert einen ausgemauerten Raum, wenigstens mit einer Tiefe von sechs, einer Länge von zehn und einer Breite von sechs Fuss, um darin Coquillen von acht Fuss Länge umstürzen zu können, was aus Gründen, die später folgen, sehr nützlich ist. Natürlicherweise gilt hier auch, was vom Grabe der Giesspfanne bemerkt worden ist, dass nämlich dieses Grab auch wasserdicht sein müsse, um nicht bei Coquillbrüchen oder andern etwaigen Zufällen Explosionen zu bewirken.

Die Eisenbahn, worauf die Güsse fortgeschafft werden sollen, legt man am besten horizontal, wenn auch die Güsse, um darauf zu kommen, ziemlich hoch aufgewunden werden müssen. Es fällt dieses jedenfalls leichter aus, als wenn sie auf einer schrägen Bahn hinauf zu transportiren wären, zumal die Güsse ohnehin in gleicher Art an den Krahn gehängt werden können, wie die Giessformen, um sie auszuheben.

Die Anordnungen in alten Hütten müssen übrigens so nahe wie möglich mit denen der Neubauten übereinstimmen, die im Vorhergehenden abgehandelt worden sind.

---

## II. Das Gebläse.

Ebenso wichtig als das Arbeitsvermögen des Schmiedes bei den älteren Frischmethoden ist, ebenso nothwendig ist ein gutes und starkes Gebläse bei der neuen. Dieses soll hier nämlich nicht nur den erforderlichen Sauerstoff zum Frischen des Eisens wie im Herde herbeischaffen, sondern dazu die mechanische Arbeit des Schmiedes ersetzen. Wenn

die nöthige Kraft den Frischer verlässt, während er durch Brechen ein Aufkochen des Eisens im Herde zu bewirken sucht, so bleibt dieses aus; auf dieselbe Weise geht es im Bessemerofen, wenn der Wind nachlässt; und erhält man im letzteren kein Aufkochen, so ist die Frischoperation als missglückt anzusehen. Nichts ist daher so nothwendig bei dem neuen Processe, als die hinlängliche Kraft und zweckmässige Construction des Gebläses. Diesfallsige Fehler haben ihre Folgen schon erscheinen lassen. Bei einem neugebauten Werke hat man, nach Angabe, unzureichenden Windes wegen mit dem Bessemerfrischen nicht fortkommen können; bei einem andern sind Betriebsstörungen wegen unpassender Ventile öfters eingetreten; bei einem Dritten, unserer ältesten Bessemerhütte, laborirt man noch mit zu schwachem Gebläse, woher weder die gewünschten Roheisenquantitäten behandelt, noch alle Grade der Härte beim Frischproduct erhalten werden können.

Die Gebläsemaschinen, die in Schweden bisher zum Betrieb des neuen Processes aufgestellt worden sind, sind ausschliesslich doppeltwirkende, schnellgehende liegende Cylindergebläse mit Klappenventilen gewesen. Ohne uns in Discussion der Anwendbarkeit dergleichen Ventile in Gebläsecylindern mit einer Geschwindigkeit des Kolbens von mehr als hundert Doppelhüben in der Minute und einem inneren Gegendruck von 130—140 Decimallinien Quecksilber\*) einzulassen, werden wir sogleich zur Darstellung des nützlichen Effects eines Gebläses übergehen, das eine hinlängliche Quantität gepresster Luft zu geben im Stande ist. Wir wählen hier als Beispiel die Maschine zu Siljansfors in Dalekarlien, die für ein Roheisenquantum von 36—40 Ctr. und mit den dort gebrauchten und weiter unten zu beschreibenden Oefen, die 19 Stück  $\frac{3}{4}$  zöllige Düsen haben, die erforderliche Stärke zu besitzen sich erwiesen hat.

Da übrigens keine Dynamometerversuche mit dieser

---

\*) 130—140 schwed. Decimallinien = 146·5—157·77 Linien W. M. = einem Drucke von 5·4—5·78 Pfd. pro Quadratzoll in Wiener Gewicht und Maass.

Maschine ausgeführt worden sind, so kann ihre Kraft bei vollem Wasser nur annähernd bestimmt werden.

Der Gebläsecylinder hat einen Durchmesser von 2.5 Fuss; der Zug ist 3 Fuss; der Kolben macht bei vollem Wasser 120 Doppelzüge in der Minute, unter einem Manometerstand von 130 Decimallinien Quecksilber. Hierdurch wird der Kraftaufwand, um die Luft zusammenzudrücken, an 107 Pferdekräfte berechnet, und wenn  $\frac{1}{3}$  davon um der Frictionen willen dazu addirt wird, darf man den totalen Effect des Wasserrades, der Schwammkrug'schen Turbine, zu etwa 150 Pferdekräfte anschlagen.

Die Klappenventile dürfen in Maschinen mit dergleichen Geschwindigkeit und Gegendruck nur aus Leder oder anderem weichen Material, ohne eisenblechernen Beschlag gemacht werden. Das Eisenblech verliert nämlich sehr bald seine Textur bei den öfters gewaltsamen Schlägen und zerbricht. Starkes Schmierleder mit der Steifheit wegen angenähten Platten von Sohlenleder hat sich sehr aushaltend und als vollkommen dicht schliessend erwiesen. Noch dauerhafter bleiben die Ventile, wenn sie ganz aus Sohlenleder ausgeschnitten werden, aber dergleichen wollen nicht so dicht anschlagen, wenn sie neu und steif sind und der Winddruck nicht hoch ist. In Gebläsemaschinen dieser Art die Ventile aus dickem Blech mit eisernen Charnieren zu machen, wie es bei einer Hütte geschehen ist, beweist nur die Unwissenheit des Constructeurs; das Resultat solch einer Bauart erwies sich auch sogleich bei einer der ersten Frischoperationen, indem ein Ventil gebrochen und der eine Boden des Cylinders zersprengt wurde. Bricht ein ledernes Ventil und fällt herunter, so erleidet der Cylinder keinen Schaden.

Zweicylindrige Gebläse, an einem einzigen Triebade applicirt, sind den eincyindrigen vorzuziehen aus den Gründen, dass die Geschwindigkeit bei dieser Anordnung nie so hoch sein dürfe und dass bei etwaigen Ventilbrüchen man doch die Frischoperation vollenden könne. Zwei Cylinder an je einem Rade können nicht angewendet werden, weil, wenn die eine Maschine ein wenig überhand nehme, die andere die Ventile nicht aufzudrücken vermag und stehen bleibt. Doch ist es natürlich, dass man durch Einrichten

zweier Windleitungen und Abtheilen des Windkastens beim Ofen in zwei Hälften, oder einfacher durch Zusammenkuppeln der beiden Wasserräder mittelst Zahnräder, auch solche Gebläse anwendbar machen könne.

Die Windregulatoren (Trockenregulatoren) bei den Werken, die wir Gelegenheit zu besuchen gehabt haben, sind im Allgemeinen zu klein gewesen. Bei einer Hütte misst der Regulator etwa zehnmal den Raum, den der Kolben in der Secunde durchläuft und ein Bourdon'scher Manometer oscilirt hier beim Aufkochen des Eisens im Ofen 10 Decimallinien Quecksilberhöhe über und unter der Gleichgewichtslage; bei einer andern war der Regulator nur fünfmal so gross wie dieser Raum, während dass der Zeiger am Manometer hier oft 25 Linien hin und her um die Gleichgewichtslage schwankte.

Die wirksame Fläche der Saugmündungen hat sich bei Gebläsen dieser Schnelligkeit hinreichend erwiesen, wenn sie den achten Theil der Kolbenfläche eingenommen hat; bei nur einem eilften Theil davon hat sich aber ein starkes Saugen hören lassen.

Die Hüttenbesitzer, die nicht über hinlängliche Wasserkraft für das Gebläse zu disponiren haben, dürfen meiner Meinung nach sich doch nicht vom Einführen der neuen Frischmethode abschrecken lassen. Durch ein vollständiges Decken der Gicht können die Gichtgase den nöthigen Brennmaterialbedarf liefern. Die Notizen von Edsken und von der dortigen Holzconsumption, um den Dampfkessel zu speisen, beweisen in diesem Falle nichts, da dort ein sehr verschwenderischer Kessel angewendet wurde und der Hohenofen wenig Gas zur Unterstützung des Holzverbrauches liefert.

### III. Die Bessemeröfen, Giesspfannen und übrigen Geräthschaften.

Die Apparate, worin man bisher mit einigem Erfolg das Bessemern unternommen hat, können in feste und bewegliche getheilt werden. Jene sind die einzigen, die, so viel wir wissen, in Schweden gebraucht werden. In England soll man sich dagegen nur dieser bedienen; sie gleichen den Sturzöfen der Giessereien in Hinsicht der Beweglichkeit und sind übrigens, was die Form betrifft, einer bauchigen Bouteille sehr ähnlich, deren kurzer Hals um einen Winkel von etwa  $45^{\circ}$  gebogen worden ist; der Wind wird durch den einen Zapfen in einen Kasten unter dem Boden geleitet, wovon die Formen, aus durchbohrten Ziegeln bestehend, den Wind in aufsteigender Richtung in die Eisenmasse fortschaffen. Der Ofen hat nur eine Oeffnung für das Eingiessen des Roheisens, das Abstechen des Stahls und das freie Auskommen der Gase während des Processes bestimmt. Beim Eingiessen und Ausleeren wird der Ofen umgestürzt, während der Operation steht er aber aufrecht.

Oefen dieser Bauart gewähren vor den festen einen grossen Vortheil, der darin besteht, dass man nach beendtem Frischen längere Zeit das fertige flüssige Product zurückhalten kann, ohne es von dem Winde durchströmen zu lassen, wodurch sehr wahrscheinlich die Blasen der Güsse vermindert oder vernichtet werden\*), die man mit den festen Frischapparaten wenigstens bei Darstellung weicheren Stahls nicht ohne Verlust vermeiden kann. Mehr darüber wird folgen.

Was dem Einführen dieser beweglichen Oefen in Schweden entgegengewirkt hat, ist zum Theil die Unbekanntschaft mit denselben. Was aber noch mehr Bedenklichkeiten gegen

---

\*) Diese Vermuthung hat sich in Turrach, wo ein beweglicher Ofen vorhanden ist, nicht bestätigt.

das Aufstellen solcher Oefen in Schweden geben dürfte, ist die Schwierigkeit, sie der sphäroidalen Form wegen mit feuerfestem Material auszufüttern. In England, wo man sehr vorzüglichen feuerfesten Thon hat, sollen sie nach Angabe ganz einfach aus sogenannter Masse gerammt werden, was wohl in Schweden mit den Stoffen, die zu haben sind, versucht worden ist, aber ohne Erfolg.

Oefen mit einer einzigen grossen Windform im Boden sind zwar geprüft worden; sie haben aber keine weitere Anwendung gefunden.

Die andere Art der Bessemerfrischapparate, die feststehenden, mit längs des ebenen Bodens blasenden kleinen Windformen sind, wie bemerkt, die in Schweden gebrauchten. Diese scheinen auch, letztgenannte Umstände abgerechnet, sehr befriedigende Resultate geben zu können. Hier von haben wir zwei Modificationen. Die ältere, bei Edsken angewendete, mit freiliegendem Windkasten ausserhalb des Ofens und Düsen aus Gusseisen, deren ein Ende sphärisch und in einer an dem Kasten angebrachten für den Wind durchbohrten halbsphärischen concaven Mutter passend ist; das andere Ende des Düsenrohres ist mit einer kleinen Flantsche versehen, die mit Mörtel übertragen, durch Anziehen der Mutter an die im Ofen festgemauerte steinerne Windform dicht schliesst.

Eine Abänderung dieser Düsenzustellung, noch mehr verwickelt, unbequem und kostbar, ist bei Sävenäs, einer neuen Hüttenanlage neben Skellefteå angewendet. Dieser Bau bezeugt aber nur die Unerfahrenheit des Constructeurs in dem Processe und was der Techniker von den Oefen fordert um sie so eilig wie möglich, in brauchbaren Stand setzen zu können. Diese Düsenzustellung besteht aus grossen durchbohrten gusseisernen Klumpen, die auf dem ringförmigen Windkasten in gehobelten Bahnen liegen; sie sind vor- und rückwärts durch Keile beweglich und mit eisernen Bändern und Keilen versehen, um nicht vom gepressten Winde abgeworfen zu werden. Diese Klumpen sind noch an der dem Ofen zugewendeten Seite mit halbsphärischen Versenkungen ausgerüstet, worin gusseiserne Düsen desselben Aussehens, wie bei dem letztbeschriebenen Ofen passen.

Da die Oefen von Edsken durch viele publicirte Abbildungen und Beschreibungen sehr wohl bekannt und die Abänderungen an den Sävenäsöfen als keine Verbesserungen zu betrachten sind, so soll nur die zweite Modification der festen Bessemerapparate hier eine nähere Erörterung finden. Sie ist von dem vorigen Kunstmeister zu Fahlun, Herrn Stefanson für Siljansfors' Hütte construiert, hat sich aber während des Betriebes des Bessemerfrischens einigen Umbaues zu bedürfen erwiesen. Die angeschlossene Zeichnung stellt einen solchen abgeänderten Stefanson'schen Ofen vor, wie er für die neue Hütte zu Bäcka in Dalekarlien angenommen worden ist.

Fig. 1 ist eine verticale Section des Ofens durch die Linie *EF* der Fig. 2. Die Fig. 2 ist wieder eine horizontale Section des Ofens längs der Linie *ABCD* der Fig. 1. Der merklichste Unterschied dieses abgebildeten Ofens und desjenigen von Herrn Stefanson ist, dass hier der Windkasten auch gegen das Mauerwerk durch eine gusseiserne Wand *ss...* (Fig. 1 und 2) geschlossen ist und dass kleine Düten *tt...* aus Gusseisen jeder Oeffnung der Wand *ss...* für die Formsteine *uu...* angenietet sind. In diese Düten sind nach dem Einschieben des Formsteines durchlöcherter und nach dem Kasten zu ausgeweitete, gegossene, lehmbeschlagene Stöpsel *vv...* einzusetzen. Alle diese Abänderungen haben zum Zweck, so viel wie möglich jeden Leck des Windes durch das Mauerwerk und seine Fugen zu verhindern.

Der Unterschied zwischen dieser Art von den festen Bessemeröfen und den Edskener Oefen ist eigentlich die Lage des Windkastens; bei diesen ist er freiliegend und der Wind wird durch besondere Röhren dem Ofen zugeleitet; bei jenen aber ist der Kasten mit dem Ofen zusammengebaut. Jede Steinform ist hier mittelst des Aufschlagens der gusseisernen Keile *xx...* leicht zugänglich, sei es um ein Auswechseln, wenn sie ausgebrannt sind, oder ein Ausräumen vorzunehmen, wenn sie sich während der Frischoperation von Eisen verstopft haben, was macht, dass diese Oefen für einen neuen Process sehr rasch zugestellt werden können. Die Stefanson'sche Ofenconstruction gewährt noch andere



Vortheile. Beim Ausbrennen der steinernen Formen läuft man nie Gefahr, durch Lecken die Stahlmasse über den Boden der Werkstätte verbreitet zu sehen, was bei den Edskener Oefen eben nicht zu den selteneren Fällen zu rechnen ist. Das Lecken kann nämlich bei den letzteren entstehen a) durch die Nachlässigkeit der Arbeiter, die eisernen Düsenröhren abzuschrauben und zu untersuchen, ob die steinernen Formen noch die nöthige Länge haben, um eine neue Operation auszuhalten; b) dadurch dass bei dem wiederholten Austausch der Steinformen ihre Fugen sehr gross und unsicher werden, wenn der Druck der Eisenmasse gross genug wird, den Mörtel auszustossen, oder endlich c) durch zu kräftiges Anschrauben der eisernen Düsenröhren, wodurch die Formsteine eingeschoben und ihre Fugen dadurch undicht werden können. Da bei Stefanson's Oefen der Druck des Eisens vom äusseren Winddruck an jeder für Lecken ausgesetzten Stelle des Ofens aufgehoben wird, so kann man stets hier bei etwaigem Lecken, das am plötzlichen Fallen des Manometers zu beobachten ist, durch Verstärken des Windes das Eisen im Ofen halten, bis es zum Abstechen fertig ist. Ja, man braucht bei diesen Oefen niemals bezüglich des guten Ausgangs eines Frischens seine Hoffnung aufzugeben, wenn es auch in einem Ofen mit sehr fehlerhaftem Mauerwerke vorgenommen werden müsste, so weit nämlich hinreichende Kraft für das Gebläse zu disponiren steht, um das Eisen zurückzuhalten, wenn auch grosse Löcher im Mauerwerk entstanden sein sollten.

Wie oben gesagt, bestand bei den ursprünglichen Stefanson'schen Oefen die innere Wand des Windkastens aus der nackten Mauer. Mit dieser Anordnung aber konnte man anfangs dem Mauerwerke nur kurze Dauer bereiten. Nach Frischen von etwa 250 Centnern erforderte es Austausch; die Fugen vergrösserten sich sehr schnell, so dass die feuerfesten Steine wie abgerundete Knollen, die bald ihren Zusammenhang verloren, aussahen. Da man nun aus der Erfahrung wusste, dass die Formsteine der Oefen am meisten der Zerstörung ausgesetzt sind, und dass dieses leicht von der chemischen Einwirkung des oxydirten Eisens, das unmittelbar vor ihnen gebildet wird, zu erklären ist, so konnte

keine andere wahrscheinliche Ursache des Aufgehens der Fugen, als dass der gepresste Wind durch sie ginge, ersonnen werden. Um dieses Uebel zu vermeiden, wurde daher ein dünnes Blech mit für die Formsteine aufgehauenen quadratischen Löchern (mit  $3\frac{1}{2}$  „Werkzoll“ Seite) zwischen die Mauer und den Windkasten eingepasst. Hierdurch wurde die Dauer des Mauerwerkes bis an ein Frischen von 800 Ctr. Roheisen erstreckt. (Auch diese Ziffern gelten nur von dem unteren Theile des Bessemerofens; der obere, der „Hut“ genannt, hat ohne Neumauern das Frischen von 4000 bis 5000 Ctr. ertragen.) Der Ofen war doch noch nicht so dauerhaft, wie der Edskener Ofen, das dünne Blech half nicht zur Genüge und oftmalige Betriebsstörungen stellten sich ein.

Es galt sodann durch passende Aenderung sich so viel wie möglich der älteren Construction zu nähern, was man auf folgende Weise erreichte. Der Ofen wurde von allem Mauerwerk befreit, ein starkes Blech ( $\frac{1}{4}$  Zoll dick), worin man  $3\frac{1}{2}$  zöll. Löcher für die 19 Formsteine ausgeschnitten hatte, wurde angenietet und mit Eisenkitt verkittet; auf jedes Formloch des Bleches wurde eine gegossene Düte *tt...* gleichfalls genietet und gekittet, um darin, nachdem der Formstein seinen Platz erhalten hatte, einen durchbohrten lehmbeschlagen Stöpsel *uu...* einschieben zu können. Dieser Weise ausgestattet hat der untere Theil des ursprünglichen Stefanson'schen Ofens eine ziemlich grosse Dauer, was das Mauerwerk angeht, erhalten, so dass man darin etwa 1500 Cent. Roheisen in weiches Eisen umgewandelt hat, ehe er mit neuem feuerfestem Material ausgefütert zu werden brauchte.

Diese Angaben von der Dauer des Mauerwerks beziehen sich auf ein solches aus Höganäs' feuerfesten Thon; die angewandten Steine hatten jedoch eine für den Ofen unpassende Form gehabt, daher man sie stark behauen musste und dadurch sind mehr lose gebrannte Flächen in die Fugen gekommen.

Als Material zum Ausfütern der Oefen stehen die Höganäsziegeln den englischen nach. Die Ursache hierzu scheint nicht in der Feuerfestigkeit zu liegen, denn einer Unter-

suchung des Dr. C. Bischof (Dinglers Journal, 1 Heft 1863) gemäss soll der Höganästhon mit den besseren englischen in Feuerfestigkeit wetteifern, sondern man muss das Uebel im Brennen der Ziegel von Höganäs, oder vielleicht in einigen physischen Eigenschaften derselben, z. B. plötzlichen Temperaturswechselungen nicht zu widerstehen, suchen. Für unzureichendes Brennen spricht der schwarze Kern der grösseren Dimensionen derselben und noch das ungleichförmige Auffressen der Steine, die im Ofen eine symmetrische Lage haben. Der einzige, zu beobachtende Unterschied ist, dass die Höganäsziegel mehr feinkörnig als die Englischen sind. Von den Letzteren sind 2 Sorten versucht worden. Die eine ist mit *EN*, die andere: R. Dickinson, Consete, Newcastle on Tyne gestempelt. Jene scheint nicht so lange auszuhalten wie diese; alle beide jedoch länger als die Höganäsziegel, wozu noch kommt, dass die englischen Steine wohlfeiler sind.<sup>3)</sup>

Die Giesspfannen. Wenngleich Pfannen aus Guss-eisen sehr wohlfeil sind, können sie doch nicht empfohlen werden, weil sie so leicht Sprünge erhalten. Oftmals zeigen sich dergleichen bei der ersten Anwendung und nur durch grobes Armiren kann man solche Giesskessel eine längere Zeit haltbar und sicher machen. Bei dem flüssigen Besse-mer-eisen sind nur blecherne Pfannen zu benützen. Die Fig. 3 und 4 stellen eine solche derzeit angewandte Pfanne von der grösseren Sorte vor. Für härteren Stahl ist ein Kessel von derselben Höhe, aber nur  $\frac{2}{3}$  des Inhalts von dem in der Zeichnung abgebildeten hinreichend, weil dieses Frisch-product nicht so stark aufwällt, wie weiches Bessemer-eisen, das einer geräumigeren Pfanne bedarf. Um das Abkühlen

---

\*) Seitdem diess niedergeschrieben war, hat Dr. Bischoff noch eine Abhandlung über feuerfesten Thon bekannt gemacht; er sucht darin zu beweisen, dass die mehr kieselerdehaltigen Thone wohl sehr feuerfest sein können, aber nicht in der Hitze der Einwirkung von starken Basen und den Temperaturwechselungen so gut widerstehen, wie die mehr alauerdehaltigen. Davon würde es kommen, dass verschiedene Thonsorten, die mageren und kieselerde-reichen, nicht zu Glasöfen zu verwenden sind. — Sind vielleicht die Thone von Höganäs kieselerde-reicher, als die hier angeführten englischen Thonsorten?

des Bessemereisens zu verzögern, ist es gut die Kessel mit einem Mantel *yy...* aus dünnem Bleche zu umgeben und den dadurch gebildeten Zwischenraum mit einer Füllung von Kohlenstaub, Asche u. d. zu versehen.

Das Ausgiessen des Roheisens in den Bessemerofen geschah früher über den Rand des Kessels mit vieler Mühe und Gefahr; nun ist die Pfanne im Boden an der einen Seite durchlöchert und das etwas konische Loch mit einem gleichfalls durchbohrten konischen Mauerstein geschlossen. Um das Ausrinnen des Roheisens, bis die Pfanne ihren Platz eingenommen hat, zu verhindern, wird das Giessloch mit einer losen lehmbeschlagenen Klappe (Fig. 5) zugemacht. Die Klappe, die mit einem Griffe und zwei Zapfen *cc...* (Fig. 5 u. 6.) versehen ist, kann mittelst der in die Pfanne eingeschraubten zwei Haken *ff...* und des losen Keils *gg...* befestigt werden. Das Giessloch ist nur mit losem Sande auszufüllen. Beim Ausleeren des Kessels wird der Kei *gg...* zuerst fortgenommen, dann die Klappe weggezogen und das mit Sand gefüllte Loch mit einem Haken (Fig. 13) geöffnet. Wir bemerken hier, dass man das Ausleeren der Pfanne über den Rand nur bequem und gefahrlos machen kann, wenn die Arbeiter gewohnt sind und zugleich der Krahn so gestellt ist, dass sein Arm den Theil des Ofens tangirt, wo das Eingiessloch sich befindet.

Die Ablassöffnung der Stahlgießpfanne muss sich stets in der Mitte des Bodens befinden; bei der einen Seite wie an der Roheisengiesspfanne angebracht, wird sie leichter verstopfet, da das Erstarren des Eisens von den Wänden beginnt. Dieser Kessel ist wie der vorige im Boden gleichfalls mit einem durchlöcherten Stein versehen, „Bodenstein“ genannt; sein Giessloch wird aber durch einen beinahe kugelförmigen Stein, „Kugel“ genannt, geschlossen, der, um auf den Eisenstab *hh...* aufgesteckt zu werden, mit einer Einsenkung derselben Form wie das Ende des Stabes versehen ist. Der Stab mit seiner „Kugel“ kann mittelst eines Hebezeuges erhöht und gesenkt werden; was alles aus der Zeichnung (Fig. 3 und 4) zu sehen ist.

Die Giesspfannen werden mit einem mageren Mörtel ausgeschmiert, nachdem die „Bodensteine“ eingesetzt worden

sind, was sehr dick zu machen ist, um die Wärme besser zurück zu halten. Um den Stab (*h h...* Fig. 3 u. 4) der Stahlgusspfanne vor dem Abschmelzen zu schützen, muss er mit feuerfestem Thon überkleidet werden. Die „Kugel“ wird am Ende des Stabes (*h h...*) mit Steinscherben und Thon festgemacht, so dass sie nach jeder Hebung recht dicht in die kleine Einsenkung des „Bodensteines“ fällt.

Uebrigere Geräthschaften sind:

- 1) Ein Doppelhaken mit hölzernem Griffe (Fig. 11) zum Steuern der Pfannen, wenn sie am Krahn hängen.
- 2) Ein Schlackenhaken mit hölzernem Griffe (Fig. 10) womit man die Kehle des Bessemerofens reinigt, wenn sie sich während eines kalten oder schlackigen Ganges des Frischens verschliessen will.
- 3) Drei Haken (Fig. 13) zum Aufschlagen der Gusslöcher der Kessel; diese Haken werden mit scharfer Schneide versehen.
- 4) Sturzeisen für die Pfannen (Fig. 7).
- 5) Drei Haken zum Zerreiben der Abfälle, die in den Pfannen erstarrt sind (Fig 12).
- 6) Verschiedene kürzere und längere eiserne Spiesse mit scharfer Schneide.
- 7) Ein Haken (Fig. 8) zum Austragen des gusseisernen Stöpsels, womit das Abstichloch des Ofens versichert worden ist.
- 8) Ein Stössel (Fig. 9) zum Abstechen des Bessemer Eisens.
- 9) Drei oder vier Haken (Fig. 14) zum Handhaben des Lauftaues am Krahne, der Gussformen, der Güsse u. s. w.
- 10) Grobe Zangen, die sich ungleich weit öffnen können, und an das Krahnseil gehängt zum Hantiren der Güsse, Formen u. s. w. dienen; sie sind wie die gewöhnlichen Steinzangen zu construiren.
- 11) Gusseiserne Formen (Coquillen). Da solche in sehr grosser Menge consumirt werden und dazu, um haltbarer zu sein, sehr dick und schwer zu machen sind, werden sie am besten bei der Hütte gegossen, wobei man zu diesem Zweck einen eigenen Giesser anstellen kann. Die Formen werden dann sehr wohlfeil, obgleich nicht so dauerhaft, wie die bei den Giessereien fabricirten,

wo man sich bis 8 Reichsthaler Reichsmünze \*) per Centner bedingt, einen Preis, der allzu hoch für solche grobe Gusswaaren erscheint. Werden die Coquillen aus den Giessereien bezogen, so sind sie übrigens, wenn ausgebrannt, unbrauchbar als Rohmaterial der Stahlerzeugung, weil diese Werkstätten gewöhnlich sich eines schwefelhaltigen Roheisens bedienen. Ein entgegengesetztes Verhalten ist es, wenn man die Coquillen aus demselben Roheisen giesst, das sonst zur Stahlerzeugung angewendet wird. — Von der Form und Beschaffenheit der Gussformen siehe weiter unten (VI. Abtheilung).

#### IV. Die Erze und der Hohofenbetrieb.

Ueber die zum Bessemern am meisten tauglichen Erze ist noch keine bewährte Erfahrung gewonnen. Nur einige festgestellte isolirte Thatsachen können daher hier angeführt werden.

Die wenigen Versuche, die mit manganreichen Erzen angestellt worden sind, scheinen denselben einen gleich grossen Vorzug, wie sie bisher als Stahlerze gehabt haben, zuzusprechen. Sie haben nämlich einen guten Gang im Bessemerofen und ausgezeichnete Eigenschaften in dem daraus erhaltenen Stahl zur Folge gehabt. Quarzige, übrigens gutartige Erze haben sich auch zum Bessemern passend erwiesen. Kalk führende reiche Erze, die 55—66 Proc. Roheisen gegeben haben, scheinen geneigt, ein kurzes \*\*) Product zu geben. Die Erze, welche von schwarzen, eisenoxydulreichen Gangarten begleitet und die vorzugsweise weisses Roheisen zu geben geneigt sind, erfordern im Hohofen zu viel Brennmaterial, um ein dem Bessemern dienliches Roheisen zu liefern.

\*) Ein schwedischer Thaler Reichsmünze = 0.375 preussische Thaler oder nahe 57 Kreuzer Oesterr. W.; er wird in hundert Theile, „Oere“ genannt, getheilt.

\*\*) Von dem Begriffe „kurz“ siehe in der Folge VII. Abtheilung.

Von allen Erzen gilt als Regel, dass sie sorgfältig geröstet werden müssen. Eine grosse Genauigkeit hierin kann einigermaassen die schlechte Beschaffenheit eines Erzes verbessern. Es ist beim Bessemern durch eine Menge Versuche dargethan, dass zwar ein geringer Schwefelgehalt des Roheisens von etwa 0.015 Procent \*) bei dieser Frischmethode fortgeschafft werden könne; allein es ist dieses doch von einem der Methode in den übrigen Eigenschaften entsprechenden Roheisen abhängig. Wird nämlich hartes Roheisen angewendet, von garem oder noch schlimmer von rohem Gange des Hohofens abstammend, so erscheint der Schwefelgehalt des Frischproductes eher grösser als kleiner, wie derjenige des Roheisens. Die Ursache davon dürfte in der Zugabe von Schwefel aus dem stets ein wenig schwefelhaltigen feuerfesten Materiale des Ofens zu suchen sein, welches von solchem Roheisen sehr stark angegriffen wird.

Die Uebereinstimmung in diesem Falle mit den verschiedenen in Schweden gebräuchlichen älteren Frischmethoden ist sehr deutlich. Die sogenannte deutsche Frischschmiede, welche im Allgemeinen ein graues Roheisen verarbeitet, ist sehr geeignet, ein sehr schwefelhaltiges Material zu Gute zu bringen; die anderen Frischmethoden, wie die Wallon-, die Lancashire- und die Franche-Comté-Schmiede, die ein hartes Roheisen verfrischen, erfordern ein sehr schwefelfreies Roheisen, um ein gutes Stabeisen zu geben. Die reichlichen Frischschlacken, welche bei der erstgenannten Schmiede, wie beim Puddlings-Process gebildet werden, wirken ohne Zweifel reinigend auf das Frischeisen.

Hieraus folgt, dass man, um ein taugliches Product vom Bessemerfrischen erwarten zu können, zuerst den Schwefelgehalt des Roheisens möglichst herabzusetzen habe, was, ausser durch eine gute Erzröstung, noch mittelst eines regelmässigen, übergaren Hohofenganges und einer stark basischen Beschickung bei Verwendung schwefelfreier Kalksteine zu erzielen ist. Auf diese Weise hat eine Hütte, welche quarzige, schlecht geröstete Erze von mittelmässigem Schwefel-

\*) Oder ein Roheisen, welches bei der Eggertz'schen Schwefelprobe dem Silberbleche die Farbennummer 1.5—2 ertheilt hat.

gehalte, nebst 12 Procent des Erzsatzes von sehr schwefelfreien Erzen (die bei der Tiegelprobe, geröstet, einen Regulus von 0.15 Procent Schwefelgehalt lieferten) verarbeitet, mehrere Wochen hindurch ein Roheisen geben können, welches nicht die geringste Spur von Schwefel gezeigt hat. Die Hohofenschlacke ist während dieser Zeit krystallinisch, weiss mit rauchig violetter glasiger Kruste aussehend gewesen. Durch den übergaren Hohofengang erreicht man noch einen andern Zweck, nämlich einen guten Gang im Bessemerofen, so dass das Aufkochen ruhig geschieht, das Mauerwerk wenig angegriffen wird und das Product sehr hitzig und leicht aus dem Gusskessel zu bringen ist.

Derjenige Hohofengang hat sich am meisten passend erwiesen, welcher ein Roheisen gibt, das beim Abstechen dick mit weisser Farbe und ohne Funkensprühen aus dem Ofen läuft. Solches Roheisen, in eine handwarme, 1 Zoll dicke Probe-Coquille zu einer 1 Zoll dicken Platte gegossen, gibt ein Probestück, das höchstens einen schmalen Streifen von weissem Roheisen zeigt \*) Das Roheisen, welches im Probestück abgehärtete weisse Partien im Innern der Masse zeigt, ist gewöhnlich schwefelhaltig, bei zufälligem Rohgange des Hohofens entstanden, und gibt ein rothbrüchiges Frischproduct. Wenn bei dem sehr übergaren Gange, der besonders bei den Hütten zu recommandiren ist, wo man die Erze aus alten unvollkommenen Röstöfen zu verschmelzen hat, das Gestell zuwachsen will, was indessen nicht leicht zu befürchten ist, wenn der Druck des Windes und seine Temperatur ziemlich hoch gehalten werden, so ist dem leicht abzuhelfen durch Einführen von Erzklein, durch Abnehmen der Wärme des Windes während einer Schicht u. dgl. m.

Bei zufälligem Rohgange des Hohofens oder während den ersten Tagen nach dem Anblasen, wenn das Roheisen sich mehr schwefelhaltig selbst bei übrigens reinem Gange

\*) Bei jeder Frischoperation nimmt man eine solche Probe des anzuwendenden Roheisens. Nach dem Aussehen der Bruchfläche des erhaltenen Probestückes wird das Roheisen in ganze und halbe Nummern von No. 1 (ganz grau) bis No. 5 (ganz weiss) sortirt und die Nummer im Betriebsjournale angemerkt.



zeigt, ist es viel besser, das Bessemern ruhen zu lassen, als ein untaugliches Product zu erzeugen.

Wenn man von der Erzeugung eines weissen, dem Herdfrischen passenden Roheisens zur Erzeugung von tauglichem Bessemerroheisen übergehen will, muss man circa 15 Procent von dem höchsten Erzsatze abbrechen, den der Hohofen bei Erzeugung von weissem Roheisen zu tragen im Stande ist. Der Kohlenverbrauch beim Erblasen von Bessemerroheisen stellt sich zwar um etwa 18 Procent höher, als bei Erzeugung von Weisseisen; im Ganzen dürften jedoch richtiger nur 15 Procent anzunehmen sein, da der Betrieb für ganz weisses Roheisen ohnedies nur kurze Zeit erhalten werden kann.

Ausser der gewöhnlichen Hohofenbeschickung ist man beim Bessemern noch genöthigt, das mehr oder minder gefrischte schlackige Roheisen zu Gute zu bringen, welches aus dem Bessemerofen geworfen und Auswurf genannt wird. Diess geschieht am besten durch Vertheilen desselben auf die Erzgichten. Es geben diese Abfälle etwa 90 Procent Roheisen und dürfen bei vortheilhaftem Gange höchstens zu 0.30 Ctr. per Kohlengicht à 6 Tonnen (gleich 37.8 Cbfss.) aufgegichtet werden.

Versuche, bei Holzkohlen im Cupuloofen umgeschmolzenes Roheisen nach der Bessemermethode zu verfrischen, sind unseres Wissens in Schweden noch nicht gemacht worden. Das Umschmelzen in Flammöfen bei Steinkohlen hat ein rothbrüchiges Product geliefert, welches wahrscheinlich von den beim Zuge mitgerissenen schwefelhaltigen Aschenbestandtheilen dieses Brennmaterials verursacht worden ist. Nach der erstgenannten Umschmelzmethode in Cupuloöfen darf man übrigens ein passendes Rohmaterial für den Bessemerprocess erwarten, wenn anders das verwendete Roheisen hinreichend gar und grau ist. \*)

\*) Bezüglich der Verunreinigung des Roheisens durch Phosphor und andere gleich dem Schwefel schädliche Körper scheinen in Schweden keine bestimmten Daten gewonnen zu sein. Wahrscheinlich hat man bei den vorwaltend reinen Erzen bisher keine Veranlassung gefunden, sich das Bessemern durch solche unreine Roheisensorten zu

## V. Der Frischprocess.

Nachdem der Bessemerofen durch hineingeworfene angezündete Kohlen so weit abgewärmt worden ist, dass der Hut sich von aussen warm anfühlt, so werden die noch unverbrannten Kohlen ausgeblasen, weil sie andernfalls zu einem mehr stockenden Aufkochen beitragen. Hierauf wird das Roheisen durch Fortnehmen der Klappe des aufgeschissenen Gusskessels und das Aufräumen des Gussloches, wenn nöthig, mit dem Haken (Fig. 13) in den Ofen hineingelassen. Der Eingusstrichter des Ofens wird sodann mit zwei Lehmpropfen, wovon der eine spitzig ist und zuerst in den Trichter geworfen wird, der andere aber platt und oben auf den vorigen zu schlagen ist, zugemacht. Zuletzt wird der Trichter mit einer Gusseisenplatte bedeckt, die durch ihr Gewicht das Auswerfen der Lehmpropfen durch den Gebläsewind verhindert. Damit das Eingiessen des Roheisens durch den Kesselboden gut gelingt, ist ein bestimmtes Verhältniss zwischen den Gusslöchern der Pfanne und des Ofens nöthig; dem ersten 2 Werkzoll Durchmesser zu geben und das letztere quadratisch von 3 Zoll Seitenlänge zu machen, hat sich wohl bewährt. Ist das Loch der Pfanne zu klein, geht das Ausleeren derselben zu langsam, so dass das Aufkochen bei härterem Roheisen beginnen kann, bevor alles Eisen in den Ofen gelangt, in welchem Falle viel Eisen durch den Wind herausgeschleudert wird. Bei der angeführten Proportion der Löcher und einer nächst dem Ofen-

erschweren. Nur allein der Schwefel ist in Schweden ein so gewöhnlicher Begleiter der Eisenerze, dass aus dieser Ursache namentlich der Erzröstung daselbst seit Jahren die grösste Aufmerksamkeit gewidmet worden ist. Das gleiche Bedürfniss mag die Eggertz'sche Schwefelprobe hervorgerufen und derselben bei ihrer Einfachheit in Schweden grosse Verbreitung verschafft haben, wiewohl sie nicht sehr genau ist und deshalb die vorstehenden, procentualen Angaben über den Schwefelgehalt als nicht ganz verlässlich angesehen werden können.

P. Tunner.

mantel 15 Werkzoll betragenden Tiefe des Trichters geht das Eingiessen ruhig und ohne Aussprühen von Eisen vor sich. Der Winddruck ist hinlänglich hoch, wenn er beim Beginnen des Eingiessens 60—70 Decimallinien Quecksilberhöhe erreicht, doch vorausgesetzt, dass die Windvermehrung fortgeht.

Die Frischoperation theilt sich in drei Perioden:

a) Die Schlackenbildung, während welcher aus den Bestandtheilen des Roheisens und des feuerfesten Mauerwerkes, durch die oxydirende Einwirkung der Gebläseluft, Frischschlacke entsteht. Die Ofenflamme ist unter dieser Periode kurz, so, dass sie bisweilen kaum aus der Kehle des Ofens herausreicht, von Farbe schmutzig gelb und dabei wenig funkenwerfend. Der Ofen lässt einen zischenden Laut hören, worunter man dann und wann ein Schlagen der Eisenmasse vernehmen kann.

Bei sehr übergarem Roheisen will die Kehle von Schlacken sich versetzen, die Windpressung steigt von selbst stark, obgleich dieselbe Triebkraft angewendet wird, wobei das hineingeworfene Luftquantum sehr vermindert und das Aufkochen des Eisens verzögert wird. Dies schadet jedoch dem Prozesse keineswegs. Nach einiger Zeit (die längste, so wir beobachtet haben, war 17 Minuten) fällt die Pressung, während die Gebläsemaschine ihre Bewegung forcirt und die zweite Periode, das Aufkochen, beginnt.

Bei härterem Roheisen, oder wenn im Ofen viel eisenhaltige Schlacke von der vorigen Charge zurück geblieben ist, fängt das Aufkochen sogleich nach dem Eingiessen des Roheisens an.

Zur Vermeidung eines allzu starken Druckes an der Gebläsemaschine und den Röhrenleitungen ist es gut, das Sicherheitsventil für eine Maximalpressung von 200 Decimallinien zu belasten. Geht der Winddruck nicht so hoch und steht mehr Kraft für das Gebläse zu Gebote, so kann man davon Gebrauch machen, um das Eintreten des Aufkochens zu befördern, falls dasselbe zu lange auf sich warten lässt. Der Maschinenlauf kann nachher wieder gemässigt werden, wenn das Aufkochen im vollen Gange ist. Noch in keinem Falle ist das Aufkochen durch eine allzu übergare Be-

schaffenheit des Roheisens ausgeblieben, wohl aber bisweilen bei zu hartem Roheisen, wobei auch ein beginnendes Kochen von selbst aufhören kann.

Das freiwillige Steigen der Windpressung beim Frischen von sehr übergarem Roheisen wird von der dicken Consistenz desselben bedungen; die Windformen erhalten lange, mit sehr kleinen Löchern versehene Nasen, wodurch nur wenig Wind in den Ofen gelassen wird, was man bei einem, zufälligerweise während dieser Periode des Frischens gemachten Abstiche zu beobachten Gelegenheit hatte.

b) Das Aufkochen. Ein untrügliches Merkmal des Eintretens dieser Periode sind die violetten Streifen, welche in der Flamme zu bemerken sind; einige wollige Funken (Schlackenperlen?) kommen gewöhnlich etwas früher. Mit den violetten Streifen fängt ein Getöse an, das unter dieser und der folgenden Periode dauert und das um so stärker ist, je lebhafter und wärmer der Ofengang wurde. Die Flamme wird lang, blau mit blendend weissem Saum, und desto mehr braunrauchend, je gewaltsamer das Aufkochen oder je härter das Roheisen ist. Das Funkensprühen ist unter einem vortheilhaften Kochen stark und brausend; wenige wollige Funken sind zu sehen.

Um das Aufkochen gut leiten zu können, ist ein kleineres, leicht zu hantirendes Ventil, dessen Canal etwa 3 Werkzoll Durchmesser hat, nöthig. Es wird an einer solchen Stelle der Windleitung placirt, dass man davon die Flamme im Profile vor Augen hat. Durch Auslassen von Wind bei diesem Ventile kann man das Kochen so moderiren, dass weniger Eisen aus der Kehle des Ofens geschleudert werde, was jedoch nie in dem Maasse geschehen darf, dass das Kochen aufhört. Als Regel darf man hierbei annehmen, so viel Wind als zulässig ist zu geben, und lieber den Ofen etwas auswerfen lassen, als durch allzu kleine Windmenge das Kochen zu sehr zu schwächen. Sobald der Auswurf nachlässt, wird der Wind nach und nach verstärkt, was zuerst durch Schliessen des kleinen Ventils und sodann durch Forciren der Gebläsemaschine, wenn noch Kraft disponibel, zu bewerkstelligen ist. Zu Siljansfors wird so viel Wind

angewendet, dass die Aufkochperiode bei 30 Ctr. Roheisen höchstens 6 Minuten dauert.

Graues Roheisen verhält sich während dieser Periode sehr verschieden von den härtern Roheisensorten; jenes kocht ruhig und stätig, und erlaubt viel Wind zu gebrauchen, dieses kocht stossend, sehr braunrauchend und gibt viel Auswurf, der durch Auslassen von Wind nur wenig zu vermindern ist. Uebrigens bedarf ein härteres Roheisen längerer Zeit zum Kochen, als ein graues, wodurch der Verlust noch mehr vergrössert wird.

Um Auswurf oder das Ausstossen von Roheisen durch den Gascanal des Ofens zu vermeiden, gibt es, ausser dem Auslassen vom Winde noch folgende Mittel:

- 1) Das Erhöhen des Ofens, durch Einlegung von Mauer-schichten zwischen dem untern Theil und dem Hute. Diese Vergrösserung des Ofens wird nur von der hinreichenden Flüssigkeit und Wärme des Frischproductes begrenzt.
- 2) Das Erhöhen des Gascanales, wie die Aenderung in der Form desselben. Die an der beigeschlossenen Zeichnung dargestellte Form dieses Canales ist dem Aussehen desselben entnommen, als er schon stark ausgebrannt war, der Ofen dabei aber die kleinste Menge Auswurf gegeben hat. Ein Ausbauchen des Gascanales an einer Stelle über dem Ofengewölbe, wie man es bisweilen sieht, gibt keinen Nutzen; denn bei etwas kaltem Gange im Ofen verlegen sich solche Räume dergestalt, dass der Canal überall dieselbe Weite bekommt. Ein Querschnitt des Canales von  $6 \times 9 = 54$  Quadratzoll erscheint ganz passend.

Aus verschiedenen Erzen erblasenes Roheisen erfordert ungleiche Höhen des Bessemerofens, welche nur durch eine längere Erfahrung bei einer Hütte festgestellt werden können. Bei den Werkstätten, die wir besucht haben, hat diese Höhe zwischen 38 und 50 Werkzoll, von der Mitte des Bodens bis an den Scheitel des Gewölbes gerechnet, variirt.

c) Das Frischen. Wenn man sogleich nach dem Aufhören des Kochens, was am Verschwinden des Rauches und der wolligen Funken zu erkennen ist, absticht, so ist

das Eisen noch nicht geschmeidig, enthält noch 2·5—3 Proc. chemisch gebundenen Kohlenstoff. In der Periode des Frischens soll nun ein entsprechender Theil des Kohlenstoffs fortgeschafft werden. Diess geht sehr schnell und die Dauer hängt nur von der Windmenge und dem beabsichtigten Härtegrad des Productes ab. Die Flamme ist während der Frischperiode rein, mit leuchtenden Eisentheilchen vermischt, die zuletzt wie ein ununterbrochener starker Lichtschweif ausströmen. Die Eisenpartikel sind anfangs röthlich und werden sogleich beim Anschlagen an die Eisenplatten, welche zum Schutze der Hüttenwand aufgestellt sind, schwarz; aber je mehr das Frischen fortschreitet, desto heller werden diese Eisentheilchen, hören bisweilen unter einem sehr heissen Ofengang ganz auf, wenn sie übrigens während der ganzen Periode des Frischens sehr klein sind und sich bei ihrem Anstossen an die Wand plätten. Die Flamme verkürzt sich mehr und mehr und zieht sich zuletzt in die Ofenkehle zurück, während das Getöse des Ofens verstummt und ein Zischen anstatt desselben eintritt. Wird die Operation bis auf dieses Extrem getrieben, so ist das Bessemerproduct zu Schmiedeeisen gefrischt, das unter aufs Neue eintretender Bildung von eisenoxydulreicher Schlacke mehr und mehr kohlenstoffarm und weich wird.

Entsteht dem Abstich ein Hinderniss, so läuft man nur Gefahr, alles Eisen in Frischschlacke umzuwandeln, welche jedoch leicht aus dem Ofen herauszubrechen ist, falls auch diese nicht abgestossen werden könnte.

Während der Frischperiode ist viel Wind zu geben. Bei Siljansfors z. B. hat diese Periode, um weiches Eisen zu erhalten, nur 2 Minuten gedauert, und zwar bei einem Roheisenquantum von circa 35 Ctr.

Das Frischen im richtigen Moment abzubrechen, um Stahl von einer bestimmten Härte zu bekommen, ist die schwierigste Aufgabe des neuen Processes. Dem Leiter der Operation obliegt es, diesen Zeitpunkt zu bestimmen. Die Sicherheit, den Härtegrad des Productes nach der Grösse der Flamme, nach der seit dem Aufhören des Kochens verflossenen Zeit (unter Beobachtung der Windpressung bei gleich grossem Kraftaufwand für das Gebläse), und besonders

nach der Farbe oder Helligkeit der ausgeschleuderten Eisentheilchen bei ihrem Anschlagen an die Wand, richtig zu bestimmen, kann nur durch lange und sorgfältige Uebung gewonnen werden, kann aber doch bei verschiedenen Personen soweit gebracht werden, dass der Kohlenstoffgehalt des Productes während mehreren Wochen nur um etwa  $\frac{1}{4}$  Procent variirt. Für den Anfänger ist es das Beste, nach jeder vollführten Operation das erhaltene Product sogleich zu prüfen, sich des Zeitpunctes des Aufhörens der Aufkochperiode gewiss zu machen und darnach, wenn der Härtegrad des Roheisens und der Gang im Ofen (nach dem Stande des Windmessers und des Kraftaufwandes beim Gebläse beurtheilt) dieselben bleiben, mit der Uhr in der Hand zu blasen, und sich dabei nach dem Ergebniss der vorhergehenden Operation zu richten.

Die Umstände, welche im Bessemerofen auf den Gang einwirken und ihn zu einem warmen, vortheilhaften, oder zu einem kalten bestimmen, sind die folgenden:

Die Beschaffenheit und Menge des Roheisens, der Zustand des Ofens und besonders das Windquantum, das in denselben eingeworfen werden kann, ohne das allzuviel „Auswurf“ erhalten werde. Gares graues Roheisen, dessen Menge durch Versuche festgestellt worden ist, mehrere Düsen (bei Siljansfors bis 19 von  $\frac{3}{4}$  Werkzoll Diameter), ein niedriger und was das Mauerwerk betrifft fehlerfreier Ofen, disponiren für einen „warmen“ Gang; die Kennzeichen desselben sind, starkes Getöse während des Aufkochens und des Frischens, kleine ausgeworfene Eisentheilchen, starkes Aufwallen des Bessemereisens in der Gusspfanne beim Abstich und in den Coquillen beim Giessen, und eine gut flüssige, licht braungelbe Schlacke. Ein kalter Ofengang wird von entgegengesetzten Verhältnissen bestimmt.

#### Die Manipulationen bei dem Bessemern.

Der Ofen und die Giesspfanne werden so früh geheizt, dass beim Abstechen des Roheisens jener handwarm ist, die Stahlgusspfanne im Boden glüht, und die Roheisengusspfanne wohl trocken ist. Das Abwärmen des Ofens kann bei Kohlenklein geschehen, wenn es trocken und nicht allzuviel

mit Steinen gemengt ist, das Feuer der Pfannen wird durch grobe Kohlen unterhalten. Der Stahlgusskessel, der am besten seinen Platz unter dem Abstichloche des Ofens, an einem passenden Fuss, erhält, muss auch unter dem Boden angefeuert werden und ist im Innern mit ein Paar losen Windröhren zu versehen, um sicherer recht heiss zu werden. Das Roheisen wird in seine Pfanne abgestochen und an der vorher mit der Pfanne tarirten Schnellwage gewogen. Der Kessel wird sodann über den Trichter des Ofens aufgewunden und ausgeleert, zuvor aber so viel Wind eingelassen, dass sein Druck die Pressung der Eisenmasse gut überwiege, und alle Kohlen ausgeblasen sind. Der Wind ist während des Eingiessens so viel zu vermehren, dass das Aufkochen binnen etlichen Minuten eintreten werde. Der Bessemerofen kann vorher gut mit 2 bis 3 Centner festem Roheisen, in kleineren dünnen Stücken, die mit dem Ofen abgewärmt werden, beschickt worden sein, denn diese schmelzen anstandslos während des Processes.

Wenn man an dem plötzlichen Steigen des Manometers und der Verzögerung der Kolbenzüge des Gebläses wahrnimmt, dass die Düsen unter der Periode der Schlackenbildung sich verstopfen wollen, so wird noch mehr Wind angewendet, um sie offen zu erhalten. Beim Beginnen des Aufkochens und wenn das Roheisen grau ist, gehen stets die Düsen auf, so dass die Maschine ihre Bewegung forcirt und die Windpressung fällt. Nachdem das Kochen, nach der Flamme beurtheilt, im vollen Gange ist, wird entweder das Gebläse geschwächt oder der Wind bei dem kleinen Ventile ausgelassen, so dass das Aufkochen ohne Ausschleudern von Roheisen und ohne braunem Rauch seinen Verlauf nimmt. Für jeden Fall soll aber doch so viel Wind dem Ofen zugeführt werden, dass die Flamme nie flatternd, matt und funkenfrei aussieht.

Bei dem weiteren Fortschreiten des Aufkochens verstärkt man den Wind nach und nach wieder, bis dass man an dem Aussehen der Eisentheilchen und dem zu vernehmenden Laut des Ofens ein warmes und gut flüssiges Produkt erwarten kann. Ist die Aufgabe Stahl, von verschiedenen nicht genauer bestimmten Härtegraden zu erzeugen, so soll



man beim Vorhandensein eines starken Gebläses und bei einem kalten Gang im Ofen unter Anwendung vielen Windes einen weicheren Stahl erblasen, weil hierbei die Ofen-Temperatur in einem grösseren Verhältnisse als der Schmelzpunkt des Productes steigt.

Wenn das Aufkochen zu Ende ist, wird der gusseiserne Stöpsel aus dem Stichloche gezogen, der Arbeiter, welcher das Abstechen zu verrichten hat, macht sich fertig und der Leiter widmet nun seine ganze Aufmerksamkeit der Flamme, der Zeit, der Manometer-Höhe, und sucht ruhig den Zeitpunkt zu bestimmen der dem gewünschten Härtegrad des Productes entspricht. Auf den Wink des Leiters wird nun der dünne Mauerstein, welcher noch das Stichloch versichert eingestossen. Das Stichloch, welches mindestens  $4 + 4 = 16$  □ Zoll messen soll, um den Stahl ohne weiteres Frischen schnell aus dem Ofen bringen zu können, ist nöthigenfalls mit einer langen hölzernen Stange zu reinigen. Der Wind wird beinahe abgesperrt wenn der Ofen leer ist, wornach man zum Giessen des Productes schreitet.

Nach vollbrachter Frischoperation und nachdem die Gussformen gefüllt worden sind, wird die Pfanne umgestürzt und die etwa zurückgebliebenen Partien zerrieben. Der Gaskanal, das Stichloch, und der durch dieses zugängige Theil des Ofenbodens werden ohne Verzögerung vom Frischeisen gereinigt. Durch das Stichloch sieht man ob die Rückenformen fehlerfrei sind; die vorderen Formen, die zuerst zerstört worden, sind nach dem Fortnehmen der gusseisernen Keile zugänglich und können auf ihre Länge untersucht werden. Sind sie noch 3 Zoll lang, so kann man ruhig eine neue Operation ohne Reparatur vornehmen, wenn um die Wärme des Ofens zu erhalten das Stichloch sogleich mit einem zolldicken Stein zugemacht wird. Ein mit Lehm beschlagener mit einem Öhr versehener gusseiserner Stöpsel wird sodann ausserhalb des Steines eingeschoben, wornach der Ofen bis zur nächsten Operation in Ruhe gelassen wird.

Sind dagegen etliche Steinformen (Fern) ausgebrannt, so hebt man den oberen Ofentheil, den Hut ab und lässt den untern sich abkühlen, was man durch Anwenden eines schwachen Windstromes beschleunigen kann. Die untaug-

lichen Formen werden sodann gegen neue ausgewechselt, die mit Steinschiefer und feuerfestem Mörtel gut versichert werden. Oben auf die neuen Formsteine, die in einem ausgebrannten Ofen sehr aus dem Mauerwerke vorstehen, werden passende Steinstücke eingesetzt, so dass die Gestalt des Ofeninnern sich derjenigen eines neugemauerten Ofens nähert; alle offenen Fugen werden ebenso mit Steinschiefern und Mörtel verkeilt, zuvor jedoch die Schlackenkruste fortgenommen. Der Boden des Ofens erfordert ebenfalls ein Auswechseln, wenn er so tief nieder ausgebrannt ist, dass die Formlöcher ein Paar Zoll darüber sich befinden. Das Stichloch wird endlich, wie vorher gesagt, versetzt und der Hut an seinen Platz gebracht, wornach der Ofen mit etwa 2 Tonnen Kohlen oder Kohlenklein mit einem schwachen Windstrome abzuwärmen ist.

#### Die Theorie des Processes.

An die von Herrn A. Grill in den Annalen des Eisenkontors dargestellte Theorie des Bessemern ist hier wenig anzufügen. Einige Berechnungen des dem Ofen zugeführten Luftquantums zeigen, dass aller hineingebrachte atmosphärische Sauerstoff absorbiert werde. Unter der Periode des Processes, die wir oben die Schlackenbildung genannt haben, wird wenig Kohlenstoff, aber der grösste Theil des Siliciums oxydirt. Dies wird dargethan, abgesehen von dem Verhalten des weissen Silicium armen Roheisens, welches sogleich ins Kochen geräth wenn es von dem gepressten Winde getroffen wird, durch Vergleichung der umstehenden Roheisen-Analysen\*) mit der Zeit die sie respective im Bessemerofen gebraucht haben, um unter übrigens gleichen Umständen ins Aufkochen zu kommen.\*\*)

Die Abhängigkeit der Dauer der Schlackenbildung von dem Siliciumgehalte und der Menge des Roheisens pro Charge ist hier sehr deutlich. Während des Aufkochens oxydirt theils die Frischschlacke den Kohlenstoff und den Graphit des

\*) Die Analysen sind an eingeschickten Proben von der Bergwerksschule zu Fahlun gütigst mitgetheilt worden.

\*\*\*) Siehe die hieher gehörige Tabelle auf S. 32 und 33.

Roheisens, theils auch der Wind directe; weisses Roheisen hat nämlich keine distincte Schlackenbildungs-Periode. Die Farbe der Schlacke wird heller, während dass ihr Eisenoxydul-Gehalt grösstentheils reducirt wird. Wenn das Roheisen vom Silicium und von so viel Kohlenstoff befreit ist, dass vom letztern noch etwa 3 Procent übrig sind, so hört das gewaltsame Aufkochen auf und das eigentliche Frischen tritt ein. Dieses dürfen wir vielleicht als ein directes Windfrischen ansehen, weil selbst der härteste Stahl bei gutem Ofengang von einer lichten eisenarmen Schlacke begleitet ist, und weil es uns sonderbar dünkt, wenn man behauptet, dass eine Frischschlacke immerfort gebildet und augenblicklich wieder von dem Kohlenstoff des Eisens reducirt werde.

Die Frischperioden, welche wir die Schlackenbildung und das Aufkochen nennen, scheinen, um die Begriffe zu fixiren, dasselbe auszurichten wie das Raffiniren bei dem Puddlings-Process und anderen Frischmethoden, sie verwandeln das übergare Roheisen in ein kieselfreies kohlenstoffarmes Product, wie man es nur für die neueren Herdfrischmethoden, doch unvollständig, in den Hohöfen durch starken Erzsatz zu erzeugen sucht.

---

## VI. Das Giessen der Frischproducte, die Gussformen, Gussfehler u. s. w.

Nachdem das Gussloch des Kessels über die Coquille so eilig wie möglich gebracht worden ist, wird die Kugel mittelst des Hebezeuges gehoben und die Coquille bis auf etwa 6 Zoll gefüllt. Wenn das Bessemereisen dann nachsinkt, was bei sehr warmen Ofengang und bei Anwendung eines starken Gussstrahles bei schmalen Coquillen eintritt, so wird das Gussloch wechselweise geöffnet und geschlossen, bis dass die Oberfläche der flüssigen Masse nicht weiter eine Tendenz zum Sinken zeigt. Die nächststehende Coquille

Zeichen der Roh- eisensorten.	Bestandtheile in Procenten.								
	Graphit.	Chemisch gebundener Kohlenstoff.	Silicium.	Mangan.	Calcium.	Magnesium.	Aluminium.	Eisen.	Kupfer.
a	4.10	0.27	1.74	0.28	—	—	—	—	—
b	4.00	0.42	1.34	0.22	—	—	—	—	—
c	3.95	0.48	0.94	0.49	—	—	—	—	—
d	3.90	0.60	0.95	0.216	0.244	Spur	—	93.66	0.005

wird auf dieselbe Weise ohne Verzögerung gefüllt. Sobald sich Schlacke im Gussstrahl zeigt, bricht man das Giessen ab. Stöpsel aus Gusseisen, welche die Coquillenöffnungen beinahe decken, werden sodann in dieselben niedergelassen und darüber ein Paar Schaufeln voll Sand gegeben.

Die Gussformen, welche unseres Wissens anfangs in Schweden gebraucht worden sind, bestanden aus zwei zusammengebundenen Hälften, und hatten einen Querschnitt, wie die Figur 15 darstellt. Dergleichen Coquillen sind jedoch schwierig ohne Anwendung einer Hobelmaschine zusammen zu passen, daher auch andere Sorten Eingang gefunden haben. Die Figur 16 ist ein Querschnitt einer Coquille die wir recommendiren können; in der Rinne *a* wird mit Lehm gedichtet. Zu wünschen wäre es, dass auch in Schweden ganze, ein wenig pyramidal geformte Coquillen, wie sie in England gebraucht werden sollen, namentlich zu den schmälern Gussstücken, die nachher zu Materialeisen ausgehämert oder ausgewalzt werden sollen, versucht würden; es wäre hierdurch das Abschrotten der Gussnähte erspart. Das untere weite Ende dieser Formen ist mit einer Flantsche versehen und auf eine gehobelte Platte gestellt, die mittelst Schrauben oder Klammern befestigt wird. Sollen Güsse von demselben Querschnitte aber von ungleicher Länge erzeugt werden, so kann der Coquillenboden lose für sich gegossen und in die Coquillen mehr oder weniger eingesteckt werden.

Summe.	Beschickung des Hohofens.				Annotirte Härtegrade der respectiven Roheisensorten, Nummer.	Grösse 1 Charge im Bessemerofen in Centnern.	Dauer d. Schlackenbildungsperiode in Minuten.
	Rellingsberger*) Erz.	Bispberger Erz. **)	Zuschlagkalkstein.	Summe.			
—	25.5	5.0	2.5	33.0	1.5	31.00	8.5
—	25.5	5.0	3.0	33.5	1.5	34.00	8.5
—	28.5	2.0	1.5	32.0	1.5	41.00	2.5
99.613	25.5	5.0	2.5	33.0	2.0	34.00	1.0

Alle Coquillen müssen eine hinreichende Wanddicke haben um, der grossen Hitze ausgesetzt, ihre Gestalt längere Zeit behalten zu können. Beim Anwenden sollen sie auch stark zusammengebunden werden, was am besten mit viereckigten Bändern, starken Schliessen aus Gusseisen und eisernen Keilen geschieht. Zu den schmäleren, etwa 6 Zoll breiten und dicken Güssen ist eine Stärke der Coquillen von 1½ Werkzoll mit Verstärkungsrippen oder 2 Zoll ohne denselben entsprechend; zu den grösseren aber mindestens 3 Zoll. Die Coquillen müssen übrigens im Innern eine glatte Oberfläche haben und werden vor dem Gebrauche stets handwarm gemacht.

Den Güssen, die zu Materialeisen ausgereckt werden sollen, gibt man abgestumpfte Kanten, dem Grobwalzen-Kaliber beinahe entsprechend. Flache Güsse für die Blechfabrikation dürfen dagegen auf den Kanten nur ganz wenig abgerundet werden. Damit die Güsse beim Ausrecken überall einen gleichartigen Druck bekommen, muss man diesen Vorschriften genau folgen, was um so nothwendiger ist, da der Stahl beim Ausheizen durch die Unbehutsamkeit oder Ungewohntheit des Heizers leicht zu hitzig werden kann, wodurch

\*) Sehr reicher Magneteisenstein, der ohne Zuschlag geht und etwa 59 Procent Roheisen gibt.

\*\*) Armer quarziger Magneteisenstein.

die Güsse zwischen den Grobwalzenkanten Risse bekommen. Den Güssen die zu größerem Rundeisen ausgehämmert werden sollen kann man die Kanten sehr stark abstumpfen.

Bei allem Kernguss, wie z. B. Radreifen, aus Bessemer-eisen, muss der Kern aus gebranntem Lehm geformt werden, weil das Schwinden dieses Metalls sehr gross ist, daher bei Anwendung eiserner Kerne leicht Sprünge entstehen würden. Das lineare Schwinden beläuft sich bei Bessemerschmiedeeisen und weicherem Stahl zu etwa 2,5 Procent, was man beim Anfertigen der Coquillen wohl zu beobachten hat.

Das Giessen schwerer flacher Bessemerblöcke, die ein bestimmtes Gewicht haben sollen, will in offenen, vertical stehenden Coquillen nicht gut gelingen, besonders wenn das Material Schmiedeeisen ist. Das obere Ende der Güsse wird nämlich in diesem Falle gerne hohl und uneben. Man braucht da mit Vortheil sogenannte aufsteigende Güsse. Eine Anordnung, die sich hierbei wohl bewährt hat, ist die folgende: die Gussform besteht aus drei verschiedenen Theilen, die Haupt-Coquille welche schräg gegen den Horizont (etwa 20 Grad mit demselben bildend) zu stellen ist, die Einguss-Coquille von  $5 \times 5 = 25$  □ Zoll Querschnitt, welche aufrecht und neben dem unteren Ende der vorigen steht, und zuletzt die Luftröhre, eine Coquille von etwa  $5 \times 5 = 25$  □ Zoll Querschnitt, welche auf das obere Ende der Haupt-Coquille aufgerichtet wird. Die Vereinigung der Haupt- und Einguss-Coquille geschieht mit einer Röhre aus gebranntem Thon, welche in passenden einander entsprechenden Löchern mit Mörtel eingesetzt wird. Die Luftröhre muss sich natürlich an dem höchsten Punkte des oberen Endes der Haupt-Coquille befinden, wofür dieselbe nur durch einen losen prismatischen Stöpsel geschlossen ist, der einen Einschnitt als Luftröhre in seiner Mitte hat. Bei Erzeugung dergleichen Güsse aus weichem Eisen von  $5 \times 30$  □ Zoll Querschnitt und einem Gewichte von 20 Centner, musste die Thonröhre 3 Werkzoll inneren Durchmesser und der Luftkanal  $4 \times 2\frac{1}{2}$  Quadratzoll erhalten, bevor das Giessen fehlerfreie Güsse geben wollte.

### Zufällige Fehler der Gussblöcke.

Hierher gehören Längen-, Quer- und Bodenrisse, nebst Blasenräumen. Die Längenrisse sind am seltensten und entstehen durch fehlerhafte unebene Coquillen, welche das freie Schwinden der Güsse bei dem Erkalten verhindern; dergleichen Coquillen sind deshalb zu verwerfen. Die Querrisse zeigen sich gewöhnlich nahe dem oberen Ende des Gussblockes und die Ursache ihres Entstehens ist dann darin zu suchen, dass die Coquille übervoll geworden ist, so dass beim Niederlassen des eisernen Stöpsels flüssiges Eisen über den Rand gekommen und erstarrt ist, hierdurch wird das obere Gussende gehindert dem Schwinden zu folgen und das eigene Gewicht des Gussblockes, wenn er sehr lang ist, kann beim Hängenbleiben in der Coquille auf diese Weise gross genug sein, um ein Abreissen des oberen Endes zu bewirken. Querrisse die sich an andern Stellen des Gussblockes befinden, haben dieselben Entstehungsursachen und Heilmittel wie die Längenrisse.

Spalten im Bodenende des Gussblockes zeigen sich besonders bei langen Güssen aus hartem Stahl und bei Anwendung neuer Coquillen; sie laufen stets der Gussnaht parallel und befinden sich nahe bei derselben. Bei diesem Gussfehler ist es sehr schwierig gewesen einen wahrscheinlichen Grund dafür zu ersinnen. Von Edsken stammt die Beobachtung, dass neue Coquillen am liebsten diesen Fehler verursachen. Da aber neue Coquillen wahrscheinlich nicht auf andere Weise von den schon längere Zeit gebrauchten verschieden sein konnten, als höchstens durch eine oxydirte Oberfläche, so versuchte man die neuen Coquillen inwendig mit rothem gebranntem Eisenocker anzustreichen, was jedoch erfolglos blieb. Bei Gelegenheit als einige zehnzöllige Güsse von 6 Fuss Länge und doppelt T förmigem Querschnitte fabricirt wurden, von denen kein einziger frei von Bodenrissen zu erhalten war, sah man sich zu einer nähern Reflexion über dieses Verhältniss veranlasst, welches wir uns also vorzustellen suchten: Der gespaltete Theil des Gussstückes ist der erste der erstarrt und dem grössten Drucke der innern noch flüssigen Masse ausgesetzt ist; ein Ver-

mindern oder Aufheben dieses Druckes dürfte deshalb zu dem gewünschten Ziele führen. Ein Versuch, so eilig wie möglich nach dem Giessen das Gussstück aus dem engen Coquillen-Grab herauf zu winden, um dasselbe sogleich in die Stellung zu bringen, dass das obere Ende ein wenig niedriger als das untere zu liegen kam, fiel allsogleich nach Wunsch aus, was die Richtigkeit des aufgestellten Erklärungsgrundes beweist. Alle nachher erzeugten Güsse der selben Dimensionen wurden auf die gleiche Weise behandelt und blieben von den Bodenspalten frei. Bei Güssen von  $6 \times 6$  Quadratzoll Querschnitt und 8 Fuss Länge hat es nicht immer gelingen wollen der Bodenrisse los zu werden und diess ohne Zweifel aus dem Grunde, weil man solche schmale Güsse nicht früher aus dem Grabe aufwinden konnte, bevor sie durch und durch starr geworden waren. Um solche Güsse stets fehlerfrei zu erhalten, bleibt nichts übrig, als an solchen Hütten, wo der Bauplatz nicht gestattet die Sohle in Absätzen zu legen, ein so grosses Coquillen-Grab zu bilden, dass die Güsse darin sogleich nach dem Erfüllen umgestürzt werden können, — was wir auch vorher unter Abtheilung I angedeutet haben.

#### Die Blasen der Bessemergüsse.

Heisser Gang im Bessemerofen, besonders wenn weiche Producte erzeugt werden und starker Gussstrahl bei schmalen Coquillen tragen zur Bildung von einer Menge Blasen im Gussblocke bei, welche bei den Güssen, die eine bestimmte Grösse und Gewicht erlangen sollen, grosse Nachtheile herbeiführen. Bei den Güssen entgegen, die zu Materialeisen anzuwenden sind, scheinen diese Blasen wenig schädlich zu sein. Stahl, von dergleichen blasigen Güssen ausgereckt, hat sich nämlich an der Bruchfläche vollkommen fehlerfrei und dicht bewiesen. Der Grund davon ist ohne Zweifel in der Freiheit von Schlacke und in den reinen Wänden dieser Blasenräume zu suchen, welche bei einer vergleichungsweise niedrigen Temperatur die Flächen zusammenschweissen erlauben. Diess gilt jedoch nur von den Blasen, welche nicht angelaufen sind; die angelaufenen dagegen verschweissen wahrscheinlich nicht vollkommen und



verursachen die Oberflächenfehler, welche man „Roaks“ nennt, und deren der Bessemerstahl oft beschuldigt wird. Die angelaufenen Blasen werden wahrscheinlicher Weise von der Beschaffenheit der Coquillen bedungen, indem die oxydirte Oberfläche derselben auf das heisse Bessemereisen einwirkt. Diese Blasenräume sind an einem kleingrubigen Aussehen des Gussblockes zu erkennen und werden durch Anstreichen der Coquillen mit einem feuerfesten Materiale, welches auf das Eisen keine chemische Einwirkung hat, vermieden. Zu diesem Zwecke ist fein geschlemmter Graphit ein billiger und passender Stoff; das Rauchen mit Theer ist nicht so gut. Ueberdiess ist die Anwendung des Graphites ein gutes Mittel rauhe Coquillen auszubessern, da man diese aus ökonomischen Gründen nicht wohl hobeln lassen kann um sie glatt zu machen.

Was die nicht angelaufenen Blasenräume der Bessemergüsse erfüllt, ist noch unbekannt; es dürfte aber aus einer kleinen Menge entweder Kohlenoxyd oder Stickstoff, die sich bei der hohen Temperatur stark erweitern müssen, bestehen. Für Kohlenoxyd als Füllmittel sprechen die blauen Flämmchen, welche man unter dem Aufwallen der Eisenmasse in der Coquille im Erstarrungsmomente derselben wahrnehmen kann, wenn das Product so dickflüssig kalt und kohlenarm geworden ist, dass seine Oberfläche sich convex hebt. Solche Güsse sind ausgezeichnet dicht, was beweist, dass sich das Gas daraus entfernt habe. Hiervon ist für die Praxis die Regel zu holen, dass man, wenn dichte Gussblöcke erzeugt werden sollen, das Giessen nicht zu eilig unternehmen darf, sondern eine Weile damit warten soll, wenn der Gang des Ofens sehr hitzig gewesen ist. Viele Versuche zu diesem Zweck haben gute Resultate gegeben; es ist aber schwierig, den richtigen Zeitpunkt zum Giessen zu treffen, ohne dass man Gefahr läuft, den ganzen Inhalt des Gusskessels starr zu erhalten, was natürlich einen ökonomischen Verlust herbeiführt.

Um porenfreie Güsse aus weichem Bessemereisen zu erzeugen, ist nach dem Vorgange des Herrn Bessemer noch ein anderes, mehr radicales Mittel zu empfehlen, nämlich in die Gusspfanne eine kleine Menge (etwa 1 Procent

von der Charge) flüssiges Roheisen beim Abstich des Hohofens zu bringen. Dieses Roheisen hält sich in der Pfanne während der Operation flüssig (?) und mischt sich von selbst gut mit dem Bessemereisen bei seinem Abstechen. Ausserdem trägt die kleine Portion Roheisen zum bessern Erwärmen des Kesselgussloches sehr bei. Die Einwirkung dieses Mittels ist sehr augenscheinlich, aber schwierig zu erklären. Unläugbar findet hierbei ein ähnlicher Vorgang statt, wie bei andern Metallen, z. B. dem Silber und Kupfer. Im reinen Zustande absorbiren diese bekanntlich Gase, welche sie wieder entweder beim Erstarren oder noch flüssig sogleich beim Hinzukommen eines fremden Körpers fahren lassen. Der wirksame fremde Körper bei Anwendung von Roheisen als Zusatz zu den Bessemer-Producten dürfte wohl das Silicium sein.

## VII. Das Sortiren und Probiren des Stahls, die Eigenschaften desselben.

Weil man zu Edsken bei Einführung der Bessemermethode den Stahl in 9 Härtegrade, die mit den Nummern 1, 1·5, 2, 2·5 u. s. w. bis 5 (Schmiedeeisen) bezeichnet wurden, zu sortiren anfang, so erhielten diese Stahlsorten bald eine gewisse Bekanntschaft bei den Abnehmern, weshalb andere Werke sich derselben Sortirung zu bedienen veranlasst wurden. Die Nummerbestimmung wurde anfangs in Edsken von einem geschickten Kleinschmiede ausgeführt und geschah nach dem Aussehen des Bruches von dem Gussblocke und einem ausgereckten Probestücke, sowie nach der Schweisshitze, die der Stahl ohne beim Schmieden zu bröckeln aushalten konnte. Da aber die Sicherheit, auf diese Weise zu sortiren, nur durch lange Uebung des Stahlprobirens zu gewinnen ist, und weil das Sortiren von verschiedenen Personen ausgeführt, nothwendig sehr ungleich ausfallen muss, war es von Wichtigkeit, eine von allem subjectiven Auf-

fassen freie und schnell auszuführende Probirmethode ausfindig zu machen. Diess gelang auch dem Professor der Bergwerksschule zu Fahlun, V. Eggertz. Seine Methode besteht kürzlich (Jernkontorets annaler 1862) darin, den Kohlenstoffgehalt des Stahls mittelst einer Farbenprobe zu bestimmen und darnach den Härtegrad desselben festzustellen. Er löst zu dem Ende 0.1 Gramm des fraglichen Stahls in reiner Salpetersäure von 1.2 specifischem Gewicht im Wasserbade bei 80 ° C. und verdünnt die Lösung in einer Messbürette, bis sie dieselbe Farbe wie eine Stahllösung von bekanntem Kohlenstoffgehalt bekommt, welche in einer Probirröhre desselben Durchmessers und derselben Farbe wie die Bürette ist, sich befindet. Die Lösungen werden vor einem dünnen Filtrirpapier gegen das Tageslicht gehalten, mit einander verglichen. Bei Anwendung dieser Methode, den Kohlenstoff im Stahle annäherungsweise festzustellen, ist es gut, drei Sorten Stahl unter den bei der Hütte fabricirten zu wählen und zu analysiren, nämlich eine Sorte von etwa 0.4 Procent Kohlenstoffgehalt, eine andere von etwa 0.8 und eine dritte von circa 1.25 Procent, weil es sich erwiesen hat, dass ein ungleich hartes Material eine etwas verschiedene Farbenabstufung der Lösungen herbeiführt. Die Lösung des weichsten Stahles fällt nämlich ein wenig mehr ins Grüne, des sehr harten Stahles dagegen mehr ins Braunrothe, als die gelbgrüne Farbe eines Stahls von mittlerem Kohlengehalte.

Bei den Marken des probirten Stahls können entweder die Kohlenprocente in zehn Theilen des Procentes, z. B. 0.6, 0.8, 1.8 u. s. w. den Güssen eingehauen werden, oder man stellt eine Scala auf und benützt die schon verbreitete Bekanntschaft des Stahlsortiments von Edsken im Vergleich mit dieser Scala. Zu Siljansfors z. B. ist man bei den folgenden Marken stehen geblieben: Nr. 1 entspricht 2 Procent Kohlenstoffgehalt; Nr. 1.5 = 1.75 Procent; Nr. 2 = 1.5 Proc. u. s. w. bis Nr. 4.5, die 0.25 Procent Kohlenstoff enthält. Zwischenliegende Kohlenstoffgehalte werden zu der nächsten Nummer gezählt. Alles Bessemereisen, das bei keinem Wärmegrade sich so weit härten lässt, dass es ohne sich zu krümmen abgeschlagen werden kann, wird zu der Nr. 5 oder

dem Schmiedeeisen gerechnet. Nach dieser Sortirung ist Stahl von Nr. 4·5 eigentlich auch nichts Anderes, als hartes Schmiedeeisen.

Einige Differenzen des Härtegrades bei Stahl von demselben Kohlengehalte, aber von verschiedenen Hütten abstammend, sind zu vermuthen, weil wahrscheinlich nicht dieser einzige Bestandtheil die Eigenschaften eines Stahles bestimmt. Stahl von derselben Hütte, nach dieser Sortirungsmethode mit derselben Marke bezeichnet, wird sonder Zweifel stets nahe genug einerlei Eigenschaften besitzen.

Bei der Stahlerzeugung nach der Bessemermethode ist es nöthig, dass die Gussblöcke von einer Charge mit einer passenden, in dem Betriebsjournale notirten Marke versehen werden, um jede spätere Verwechslung zu vermeiden. Zu diesem Zwecke sind die römischen Ziffern sehr anwendbar, da sie zum Einhauen nur zwei Meissel bedürfen, eines von gerader Schneide und eines andern von krummer. Nachdem man den Kohlenstoffgehalt, dessen Bestimmung zur Zeitersparung nur vorgenommen werden kann, wenn eine gewisse Anzahl von Chargen gemacht worden ist, festgestellt hat, so wird die Härtenummer gleichfalls aufgeschlagen. Das Gewicht eines Gussblockes wird mit gebranntem Eisenocker und Leinölfirniss an denselben gemalt. Will man sogleich nach vollbrachter Operation den Härtegrad des gewonnenen Productes kennen lernen, so kann dieses bei einiger Uebung annäherungsweise nach dem Bruchansehen und dem Verhalten beim Schmieden eines Probestückes bestimmt werden. Die Schweisshitze, welche der Stahl ohne zu bröckeln aushalten kann, und der niedrigste Wärmegrad, bei dem er sich noch härten lässt, haben wir als die sichersten Merkmale der fraglichen Härte einer Stahlorte erkannt; doch muss das Probiren stets bei demselben Lichte in der Kleinschmiede, sei es bei vollem Tageslichte oder bei einem gewissen Grad der Finsterniss, vorgenommen werden.

#### Die Eigenschaften des Bessemereisens.

Nachdem die Metallurgen übereingekommen sind, dass homogenes schlackenfreies Eisen oder Stahl nur durch das vollständige Flüssigmachen derselben zu gewinnen sei, was

sonst nur durch das theure Tiegelschmelzen möglich war, so erwartete man sich von der neuen Bessemer'schen Methode die besten Erfolge. Die Erfahrung hat auch diese Hoffnung nicht vereitelt. Die Tauglichkeit der Bessemer-Producte zum Drahtziehen, wie es neuerlichst versucht worden ist, beweist ihre Homogenität; die Eigenschaft derselben dichtes Materialeisen aus porenvollen Güssen beim Ausrecken zu geben, beweist ihre Freiheit von Schlacke.

Mit allem andern Eisen theilt das Bessemer-Eisen die Eigenschaft durch Aushämmern oder Walzen an Stärke zu gewinnen. Die Güsse haben nämlich, wie die Kolben aus dem Herdfrischen, ein grobes Korn, welches um so grösser, je weicher das Product ist. Durch das Ausrecken wird das Korn vermindert und das weichere Bessemer-Eisen nimmt wie anderes Schmiedeeisen sogar eine faserige Textur an.

Versuche über die absolute Festigkeit des gewalzten Bessemerfabrikates sind vor nicht Langem in der Ketten-schmiede von Furudal in Dalekarlien vorgenommen worden und man ist zu dem Resultate gekommen, dass sehr weiches Bessemer-Eisen an Stärke dem gegerbten Ketteneisen dieses berühmten Werkes nicht nachsteht, und dass die Stärke mit dem Kohlenstoffgehalte des Bessemer-Productes wächst, bis sie bei etwa 1 Procent Gehalt die doppelte von derjenigen des Ketteneisens erreicht. Die Versuchsstangen wurden hierbei in gleiche Theile eingetheilt, die nach dem Abreissen fast die gleiche Verlängerung erwiesen, was gleichfalls Zeug-niss gibt von der homogenen Beschaffenheit des neuen Fabrikates.

Da der Bessemerstahl an Eigenschaften dem Gussstahle aus mehr ausgezeichneten Erzen nahe kömmt, darf die Erfahrung, welche man von diesem gemacht hat auch auf jenen angewendet werden. Aus einer lesenswerthen Ab-handlung von dem Gussstahl-Fabrikanten Vickers zu Sheffield mag deshalb das Folgende hier in Kürze angeführt werden. „Die absolute Festigkeit eines Stahles steigt mit dem Kohlenstoffgehalte desselben, bis dieser etwa 1.25 Procent erreicht, fällt aber sehr schnell bei grösserem Gehalte; dagegen ist das Aushalten gegen Stösse eines Rammklotzes am grössten

bei dem Stahle, der so kohlenarm ist, dass man ihn gerade noch in gewöhnlichen Gussstahlöfen schmelzen kann. Nichts ist dem Stahle und Eisen schädlicher als Ueberhitzen oder zu oft wiederholtes Erwärmen, weshalb anzunehmen ist, dass das Metall an Güte durch jedes Schweissen verliert. Der Stahl behält seine Textur und verdirbt nicht wie das Schmiedeeisen, wenn er wiederholten Stößen und Erschütterungen ausgesetzt wird. Für den Maschinenbau ist zu den meisten Zwecken ein Materiale am tauglichsten, welches die grösste Stärke gegen Abreissen besitzt ohne zum Abbrechen all zu geneigt zu sein. Die Versuche zeigen, dass ein Stahl von 0.63—0.75 Procent Kohlenstoffgehalt mindestens eine um 50 Procent grössere absolute Festigkeit als Schmiedeeisen besitzt, aber nicht so spröde ist, dass er leicht bersten kann.“

Der Fabrikant von Bessemereisen darf nicht Anspruch machen den Gussstahl zu den delikatern Verwendungen, wie zu Instrumenten u. dgl. zu verdrängen. Der Verbrauch in diesem Zweig ist übrigens gegenüber der grossartigen Bessemerfabrikation zu unbedeutend derselben zu entsprechen. Der Fabrikant von Bessemereisen soll vielmehr seine Aufmerksamkeit der Erzeugung aller gröberen Artikel widmen um zu denselben eine gute und wohlfeile Rohwaare zu liefern. Die undichten, oft schlechten Fabrikate, welche durch Gerben von Puddlingsstahl gewonnen werden, wie unter andern Federn für Eisenbahnwagen, können ohne Zweifel von dem bessern und billigern Bessemerstahl ersetzt werden. Zu gröbern Blechen wie zu Schiff- und Dampfkesselblechen, hat der weichere Bessemerstahl bereits grossen Eingang in der Industrie gefunden.

Das Bessemereisen erscheint bisweilen rothbrüchig. Die Ursache davon ist entweder ein Schwefelgehalt des Roh Eisens oder eine zu harte Beschaffenheit dieses letzteren, in welchem Falle es das Mauerwerk des Ofens stark angreift und den kleinen Schwefelgehalt, womit alle feuerfesten Materialien behaftet sind, aufnimmt. Die Rothbrüchigkeit, welche vom Schwefel abhängt, kann daher vermittelst veränderter Beschickung des Hohofens, verbesserter Röstung der Erze oder einer entsprechenden Verminderung des Erzsatzes gehoben werden.

Eine andere Eigenschaft, die man meist auch aus einem Schwefelgehalte ableiten zu müssen glaubte und mit der Rothbrüchigkeit verwechselte, ist ein grosser Feind des neuen Processes. Wir wollen diese üble Eigenschaft zum Unterschiede vom Rothbruch Kürze nennen. Die Kürze, die von gewissen in ihren Characteren noch nicht ausgemittelten Erzen zu entstehen scheint, zeigt sich besonders bei dem weichern Bessemereisen (von 0.4 Procent Kohlenstoffgehalt und darunter) und ist folgendermassen zu erkennen. Bei Versuchen kurzes Bessemereisen über die scharfe Kante eines Ambosses zu krümmen, bricht es plötzlich bei einer Temperatur ab, welche höher ist als jene bei der sich das schwefelhaltige Eisen am schwächsten beweist und die Gelbhitze zu nennen ist. Bei höherem oder niedrigerem Wärme-grad ist das kurze Eisen aber gleich stark gegen Krümmungen wie anderes fehlerfreies Eisen oder Stahl. Beim Auswalzen erhält das kurze Bessemereisen keine Kantenrisse, aber es wird durch Recken nicht verbessert; kalt ist es eine zähe und taugliche Waare. Einen runden Stab solch eines Eisens hat man zum Beispiel zu einem fehlerfreien Bleche bei der empfindlichsten Temperatur auswalzen können.

Die Ursache dieses Fehlers bei dem Bessemereisen ist noch unbekannt. Eine Vermuthung, dass die Kürze von einem Sauerstoffgehalte, welcher unter den im Bessemerofen herrschenden Umständen nicht von dem Kohlenstoff des Eisens reducirt wurde, herrühre, lag nahe, da gewöhnlich nur das weichere Bessemereisen Kürze zeigte; aber verschiedene erfolglose Versuche, reducirende Stoffe in den Bessemerofen hineinzublasen, haben diesen Grund nicht bestätigt.

Der Praktiker sagt, das kurze Bessemereisen sei überhitzt oder verbrannt, aber diese Erklärung ist so gut wie keine. Von dem Streite, welcher über die Gegenwart oder die Abwesenheit des Stickstoffes im Stahle zwischen den Chemikern Fremy und Caron geführt wird und von den Untersuchungen, die ohne Zweifel zu diesem Zwecke ausgeführt werden, darf man hoffen, die wahre Natur des Eisens und des Stahls kennen zu lernen. Was factisch erscheint

ist, dass der Stickstoff sich mit dem Eisen verbinden lässt und dass das mit diesem Körper gesättigte Eisen dem verbrannten (überhitzten, oxydirten oder stickstoffhaltigen, Fremy) Eisen des Schmiedes gleicht. Das einzige als wirksam erkannte Mittel, dem kurzen Eisen seine üble Eigenschaft zu benehmen, ist eine kleine Quantität, etwa 1 Procent von der Charge, geschmolzenes manganhaltiges Roheisen (Spiegel-eisen) in die Gusspfanne, beim Abstich aus dem Bessemerofen, zu giessen.

### VIII. Die ökonomische Seite des Bessemerns.

Wenn die Fabrikationskosten eines Centners Roheisen der Berechnung zu Grunde gelegt werden, so dürfte bei dem jetzigen Stande des Bessemerns der Erzeugungspreis P pro Centner Bessemereisen (Güsse und Abfälle) sich folgendermaassen stellen. Gesetzt, es bedeutet

- a die Fabrikationskosten von 1 Centner weissen Roheisen zur Herdfrischerei (alle Unkosten mitbegriffen) bei der Hütte, in schwedischen Reichsthalern Reichsmünze ausgedrückt;
- b den Kohlenpreis bei der Hütte pro 12 Tonnen (oder 75·6 Cubikfuss).
- c der Preis 1 Centners Erz und Kalkstein in der Proportion gemischt, wie der Hohofen sie benutzt, loco Hütte;
- d das Roheisenprocent, welches aus dieser Beschickung gewonnen wird;
- e die Transportkosten 1 Centners leichteren Gutes, wie Ziegelsteine und Thon, vom Seehafen nach der Hütte;
- f das Procent Bessemereisen (Güsse und Abfälle), welches aus dem im Bessemerofen behandelten Roheisen ausgebracht wird;
- g die Anlagskosten für das Bessemergebläse, die Bessemeröfen u. s. w., welche für den neuen Process nöthig sind;



- h der Taglohn eines Hüttenarbeiters;  
 i die Anzahl der Arbeiter bei der Hütte, wenn nur Roheisen erzeugt wird;  
 k der Taglohn des Leiters des Bessemerfrischens;  
 l die jährliche Roheisenproduction in Centnern;  
 m die Kohlenconsumption pro Centner weisses Herdfrischroheisen in Tonnen;  
 n die Anzahl Tage, welche die Hütte jährlich im Gange zu erhalten ist, um die l Centner Roheisen zu liefern,  
 so wird in Reichsthalern

$$P = \left\{ \begin{array}{l} \frac{100}{f} \left( a + \frac{m b}{80} + \frac{3 h i n}{171} \right) + \frac{7}{500} (11 h + k) + \frac{10 g}{f l} + \frac{9 b}{50} + 0.03 \\ - \frac{90 c (88 - f)}{f d} + \frac{1.25 b}{2 f} + \frac{202.25 + 134 e}{13} \times \frac{10}{f} \times \\ \frac{227}{7235} + \frac{336 + 270 e}{25000}, \end{array} \right.$$

wozu für die nächste Zeit noch 0.75 Reichsthaler als Patentausgabe zu addiren ist.

Wir bemerken hierbei, dass bei dem jetzigen Standpunkt des Processes  $f$  oder das auszubringende Stahlprocent, nachdem die Arbeiter einige Gewandtheit erlangt haben und dem Ofen durch Versuche eine entsprechende Höhe ertheilt worden ist, mit Sicherheit zu 78 angenommen werden kann, wovon 70 reine Güsse und 8 Abfälle sind. Dass die Methode noch weiteren Verbesserungen fähig ist, welche grösstentheils den Hohofenbetrieb um stets passendes Roheisen zu erhalten, betreffen, geht aus dem Umstande klar hervor, dass schon derzeit bei einzelnen Operationen bis an 80 Procent reine Eingüsse erhalten wurden.

Ausser den 78 Procent Bessemereisen gibt das Frischen noch 10 Procent Auswurf, (welcher wieder in die Hohofenbeschickung kommt) und 12 Procent Abbrand.

Die Formel ist unter den Bedingungen aufgestellt, dass Wasserkraft zu dem Gebläse angewendet wird, dass die Oefen und Pfannen mit Kohle erwärmt werden und dass man sich der feuerfesten Materialien von Höganäs bedient, welche jedoch wie oben bemerkt ist, theurer und nicht so

dauerhaft wie die englischen sind. Zum Verzinsen und Amortisiren des Anlagekapitals sind 10 Procent angenommen.

Was den Verkaufspreis der Bessemer-Producte betrifft, ist derselbe sehr niedergedrückt worden, seit einige wett-eifernde Werke entstanden sind. So hat man Bessemerstahl und Schmiedeeisen in Gussblöcken von allerlei Formen und Dimensionen um 9—10 Reichsthaler pro Centner im Seehafen geliefert; desgleichen gewalzten Materialstahl nach Dimensionen und Härte um 15—20 Reichsthaler verkauft. Nachdem die Patentausgabe, welche gegenwärtig den Betrieb sehr

Monat.	Tag.	Hohofen- beschickung an einer Kohlengicht						Angewandtes Roheisen pro Charge.	Härtegrad des Roheisens.*)	Erhaltener Stahl in reinen Eingüssen.																		
		Betriebstag des Hohofens nach Anlassen. Marke an den Güssen.								Summe, Güsse. Stahlabfälle.																		
		Erze von Norberg.	Erze von Skinnaränz.	Zuschlagskalkstein.	Summe.																							
2. Woche Febr.	19	8	cx	25	5	5	35	31.40	1.5	Transport:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
											—	—	—	—	—	—	—	—	24.00	—	24.00	1.50	25.50	1.90				

\*) Siehe die Note auf S. 20.

\*\*) Den Auswurf und die Roheisenabfälle wäge man der Bequemlichkeit wegen nur jede Woche.

belastet, anfhören und man mehr im Grossen arbeiten wird, ist noch ein weiterer Preisfall zu gewärtigen.

Beim Auswalzen von Stahl verschiedener Härtegrade und bei Anwendung der Eckman'schen Gasöfen zum Erwärmen und Ausschweissen stellt sich der Abbrand auf circa 4 Procent.

Wir schliessen dieses Schriftchen mit einem Vorschlag für ein Betriebsjournal, das sich beim Gebrauche sehr wohl bewährt hat.

Roheisenabfälle.	In Procenten des chargirten Roheisens erhalten							Dauer der Operation.				Winddruck in Decimal-Linien.			Schwefelgehalt.		Kohlenstoffgehalt des Stahles.	Die Beschaffenheit des Bessemerofens. *)	Der Ofengang. **)	Verhalten beim Schmieden.	Anzahl, Gewicht und Dimension der Güsse.	Anmerkungen.
	Abgang.	Güsse.	Stahlabfälle.	Summe.	Auswurf.	Roheisenabfälle.	Abgang.	Unter der Schlackenbildung.	Unter dem Aufkochen.	Unter dem Frischen.	Summe.	Unter der Schlackenbildung.	Unter dem Aufkochen.	Unter dem Frischen.	Des Roheisens.	Des Stahles.						
0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00															
0·00	4·00	76·4	4·8	81·2	6·0	0·0	12·0	2'	5·5'	2' 9·5'	130'''	110'''	110'''	0·00	0·00	0·00						

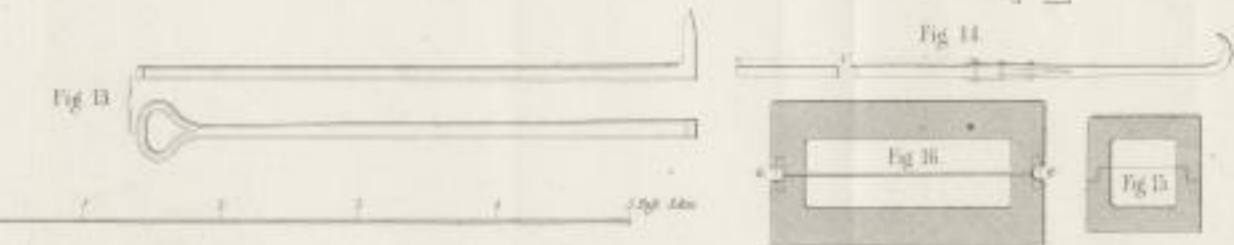
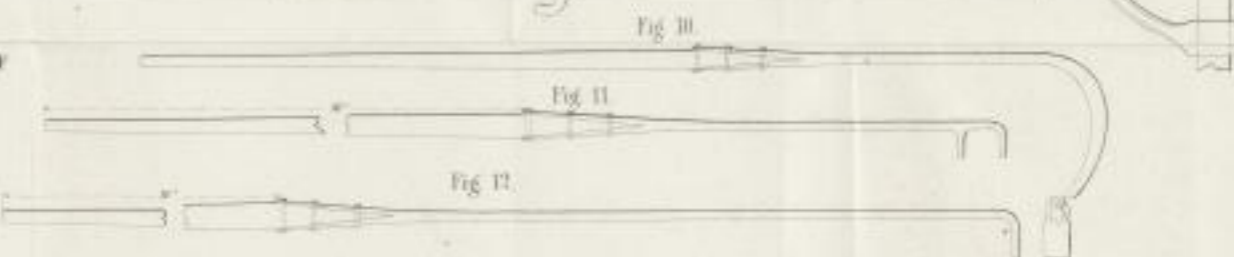
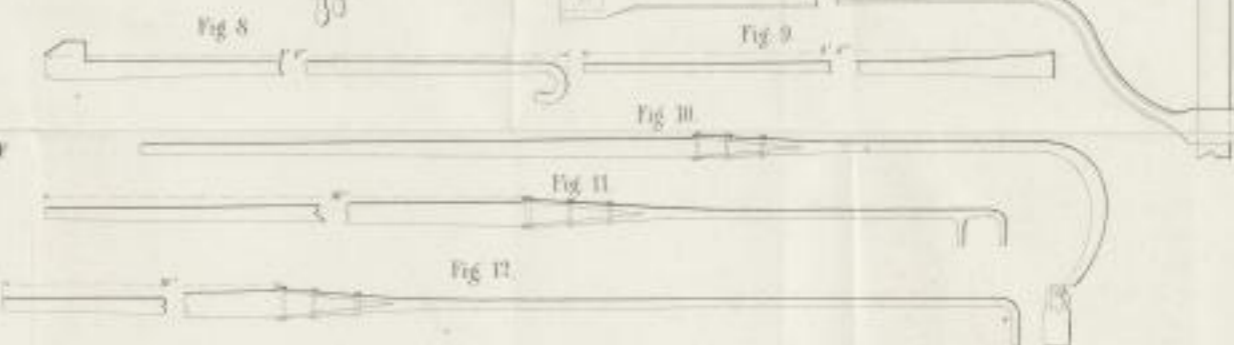
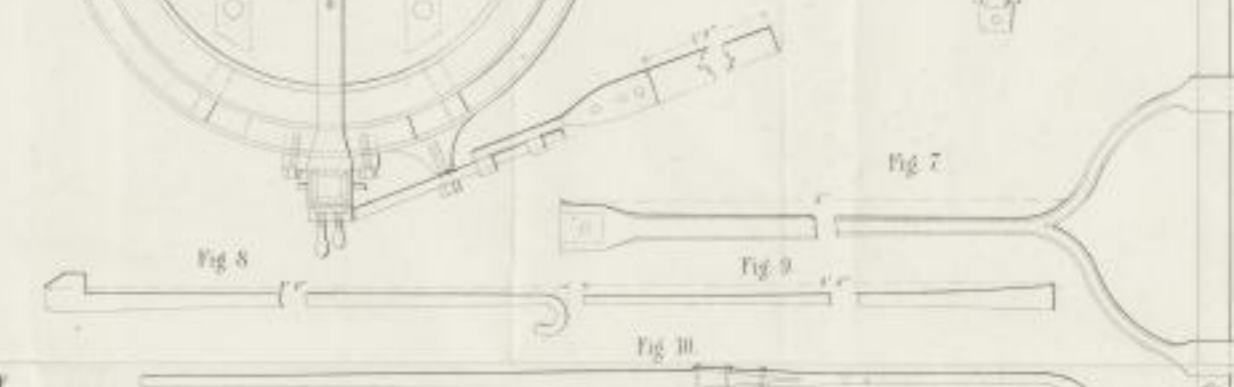
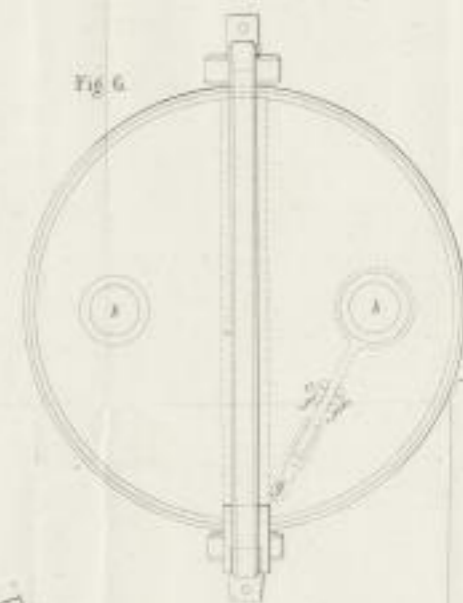
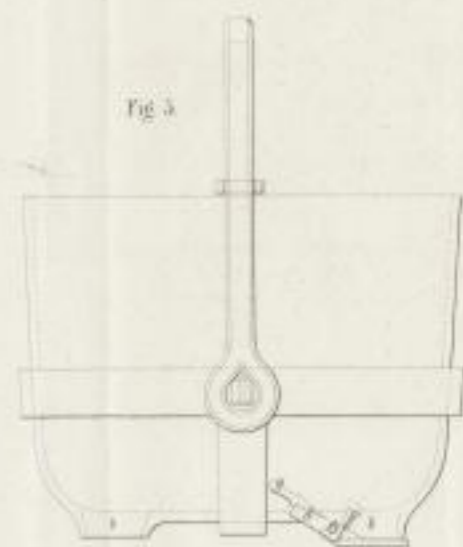
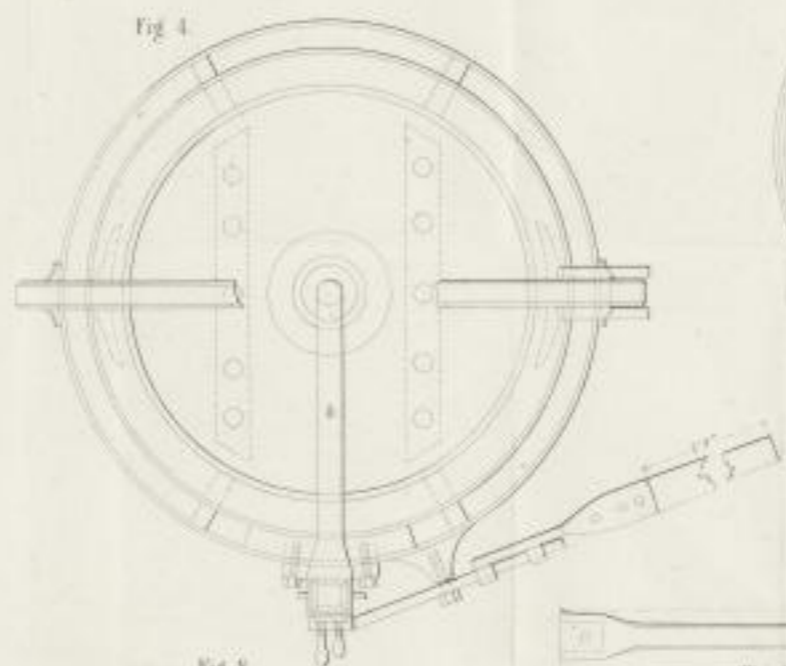
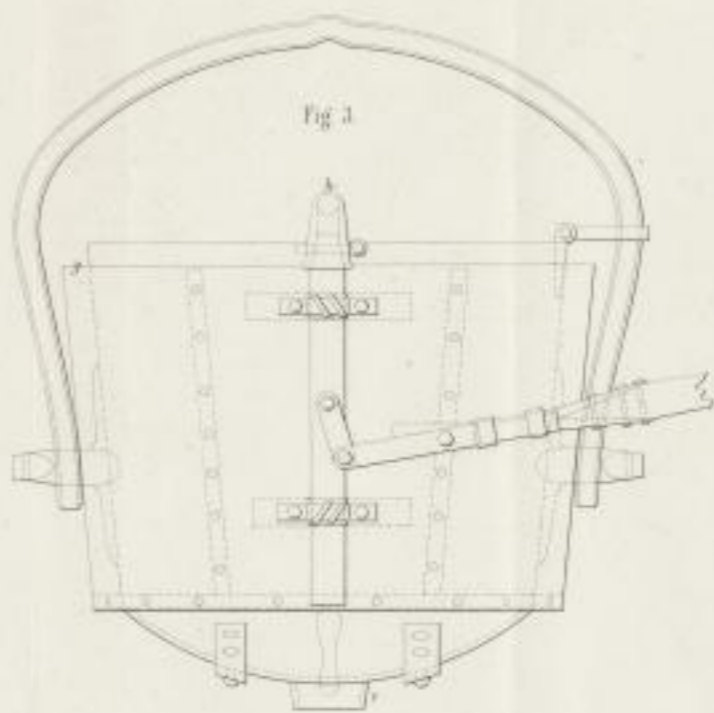
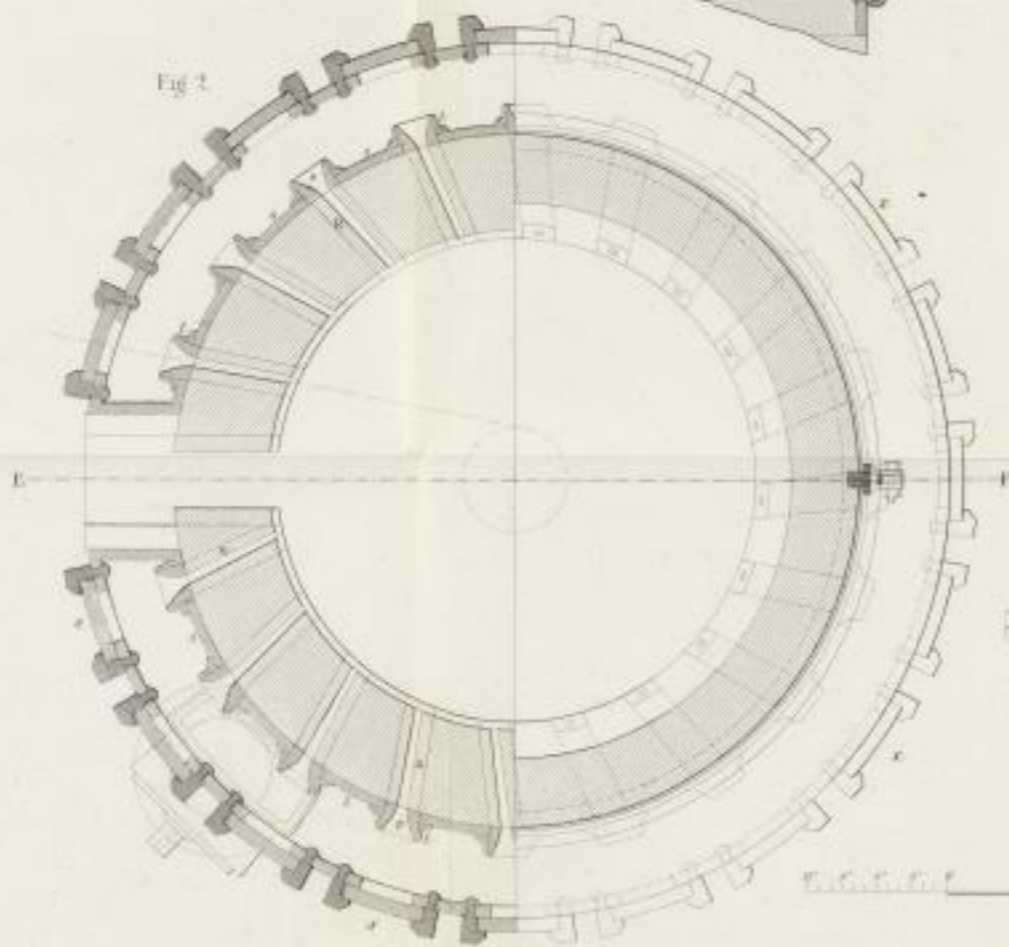
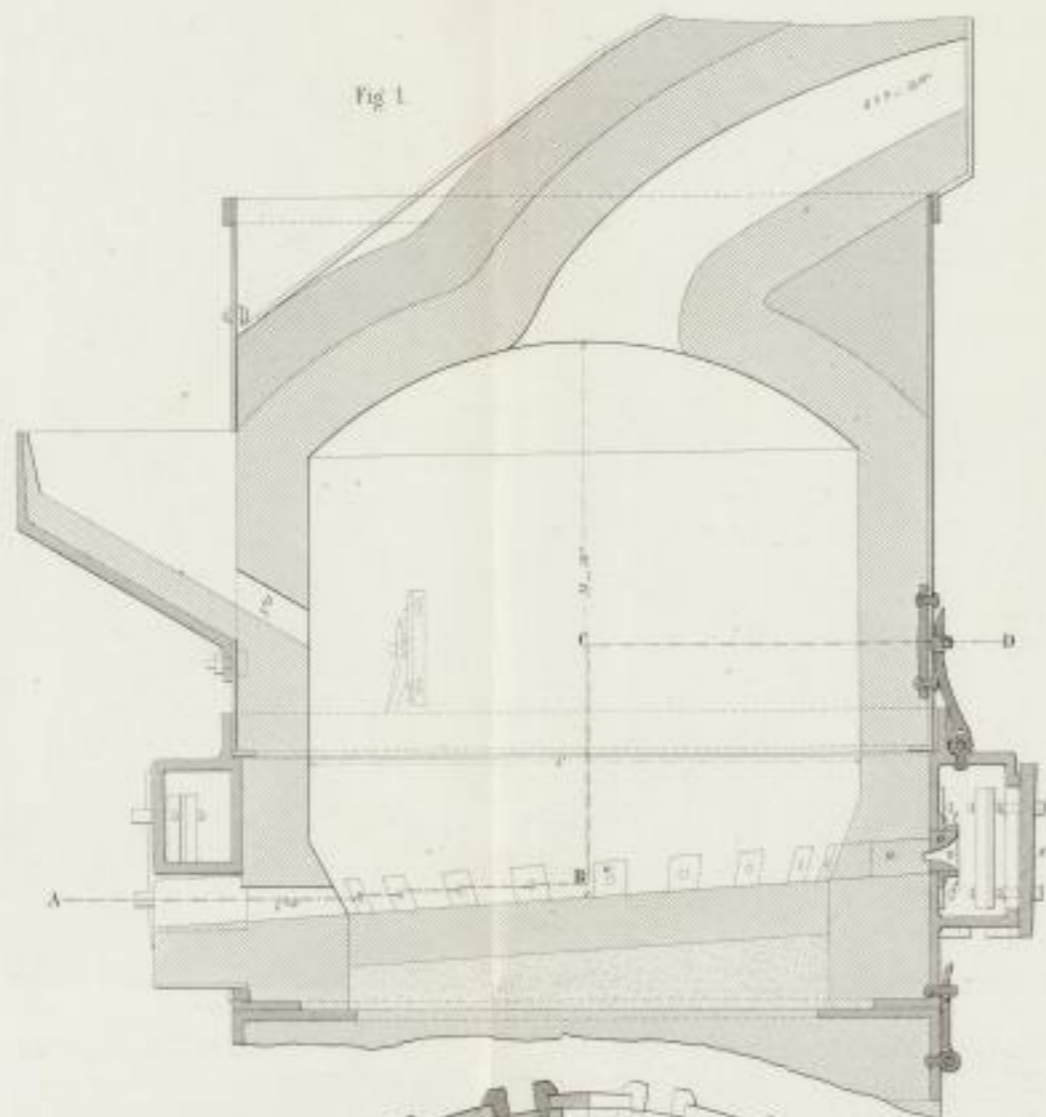
\*) Hier sind anzuführen, was für ein Ofen benutzt wurde, Ofenreparaturen, Anzahl der Windformen, Höhe des Ofens u. s. w.

\*\*) Den Ofengang benennt man „hitzig, halbwarm oder kalt“ mit „keinem, wenigem oder vielem Auswurf“.

In demselben Jahre, in welchem die  
 erste Ausgabe dieses Buchs erschien,  
 ist die zweite Ausgabe erschienen,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem ersten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die dritte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem zweiten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die vierte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem dritten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die fünfte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem vierten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die sechste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem fünften Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die siebente Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem sechsten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die achte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem siebenten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die neunte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem achten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die zehnte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem neunten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die elfte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem zehnten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die zwölfte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem elften Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die dreizehnte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem zwölften Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die vierzehnte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem dreizehnten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die fünfzehnte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem vierzehnten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die sechzehnte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem fünfzehnten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die siebzehnte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem sechzehnten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die achtzehnte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem siebzehnten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die neunzehnte Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem achtzehnten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die zwanzigste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem neunzehnten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die einundzwanzigste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem zwanzigsten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die zweiundzwanzigste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem einundzwanzigsten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die dreiundzwanzigste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem zweiundzwanzigsten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die vierundzwanzigste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem dreiundzwanzigsten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die fünfundzwanzigste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem vierundzwanzigsten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die sechsundzwanzigste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem fünfundzwanzigsten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die siebenundzwanzigste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem sechsundzwanzigsten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die achtundzwanzigste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem siebenundzwanzigsten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die neunundzwanzigste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem achtundzwanzigsten Drucke  
 an demselben gemacht haben.  
 Die hundertste Ausgabe ist diejenige,  
 welche die Verbesserungen enthält,  
 die sich seit dem neunundzwanzigsten Drucke  
 an demselben gemacht haben.

Leipzig.

Druck von A. Th. Engelhardt.



26. Jahrg. d. Zeitschr. f. Bergbau, 1876.

Das Bessemerfrachten in Schweden, von L. E. Roman.











