universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die Metallurgie

Gewinnung und Verarbeitung der Metalle und ihrer Legirungen, in praktischer und theoretischer, besonders chemischer Beziehung

Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde - Gewinnung des Roheisens und Darstellung des schmiedbaren Eisens in praktischer und theoretischer Beziehung

Percy, John

Braunschweig, 1874

Anhang

urn:nbn:at:at-ubi:2-5707

ANHANG.

SCHUTZ

DES

SCHMIEDBAREN EISENS GEGEN ROST

UND

HÄRTUNG DES STAHLS.

Schutz des schmiedbaren Eisens gegen Rost.

Das schmiedbare Eisen ist in Folge seines geringeren Kohlenstoffgehalts weit mehr als das Roheisen dem Rosten unter Einwirkung feuchter Luft oder lufthaltigen Wassers [1]) ausgesetzt. Alle Theile, welche solcher Einwirkung unterliegen, müssen daher durch einen Ueberzug vor dem Einfluss des Sauerstoffs geschützt werden. Die hierzu angewendeten Ueberzüge sind entweder Anstriche, oder der Oxydation nicht oder weniger ausgesetzte Metallschichten, oder endlich Oxydüberzüge, welche so behandelt sind, dass eine tiefer dringende Oxydation vermieden wird.

Anstrich.

Der Anstrich, welcher das Eisen vor Rost schützen soll, muss erstens an sich undurchdringlich gegen Luft und Nässe sein, zweitens nicht springen oder reissen.

Zuvörderst wird deshalb ein Grund aufgetragen (Grundiren), welcher die innige Verbindung mit der Eisenoberfläche bewirkt. Der hierzu sorgfältig gereinigte, bei kleineren Abmessungen vorher abgebeizte Gegenstand wird mit einer gekochten Mischung von Mennige, Bleiweiss oder Grafit (selten Grünspan, Ziegelmehl oder thonigem Rotheisenstein) mit Leinölfirniss, überzogen. Darauf kommt dann der eigentliche, meist durch Zusätze von Metallfarben in einen bestimmten Ton gebrachte Anstrich, der, ähnlich zusammengesetzt wie die Grundirmasse, zu besserem Trocknen mit Terpentin versetzt zu sein pflegt.

Eiserne Gegenstände, deren natürliche Farbe erhalten bleiben soll, erhalten einen Ueberzug von durchsichtigem Firniss, einer Harzlösung, welche nach dem Trocknen eine glänzende, harte Schicht zurücklässt. Soll dagegen die Farbe des Ueberzugs besonders zur Geltung kommen, so wird eine Lackschicht aufgetragen [2]).

[1]) Vergl. Abtheil. I, S. 33.

[2]) Vergl. Karmarsch, Technologie S. 492 u. f.

Ueberzug mit einer Metallschicht.

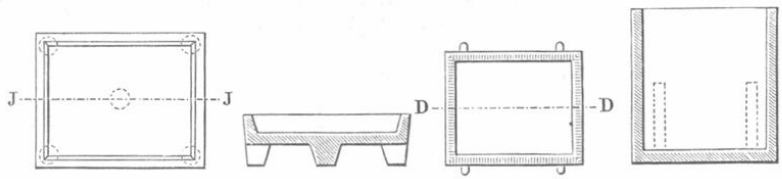
Verzinnung von Blech.

Zu den sich in Bezug auf die Oxydation durch die Luft an die edlen Metalle am meisten anschliessenden unedlen Metallen gehört vor allen das Zinn. Da nun das Zinn sich — vergl. Abtheilung I, S. 212 u. f. — gleichzeitig bei längerer Berührung in hoher Temperatur mit dem Eisen legirt, so wird in der That durch die Verzinnung ein vorzügliches, dauerhaftes Mittel gegen das Rosten gegeben.

Das Blech wird zuerst in der Weise behandelt, wie es S. 856 u. f. beschrieben ist. Zur Ergänzung jener Darstellung ist (in Fig. 343 und 344) ein Glühgefäss oder Glühtopf (*Annealing pot* [1]) dargestellt.

Derselbe besteht hier aus einem Untersatz, Fig. 343, auf welchen die zu glühenden Bleche direct gelegt werden. Ueber den Blechhaufen wird dann der Topf, Fig. 344, umgekehrt gestülpt und am unteren Rande gedichtet.

Fig. 343. Fig. 344.



Untersatz. Glühtopf.

Die Bleche, welche das Walzwerk verlassen haben und geöffnet worden sind (S. 856), werden durch Einstreuen von etwas Sägemehl vor erneutem Zusammenbacken in Folge von Adhäsion geschützt, gebeizt, mit Sand und Wasser gewaschen, in reinem Wasser aufbewahrt [2]) und dann zur Verzinnungsanstalt gebracht, vor welcher sie in einer mit Wasser gefüllten Kiste stehen, bis der erste Arbeiter Zeit hat, sie herauszunehmen.

Die Verzinnungsanstalt besteht, wie die Figuren 345 und 346 zeigen, aus einer Reihe von gusseisernen Gefässen, deren fünf von unten durch einfaches Rostfeuer geheizt werden können.

Das Blech nimmt den Weg von rechts nach links. Die Arbeiter bestehen aus einem Vorarbeiter (*tinman*), einem zweiten Arbeiter (*washman*) und zwei Knaben (*grease-boy* und *list-boy*).

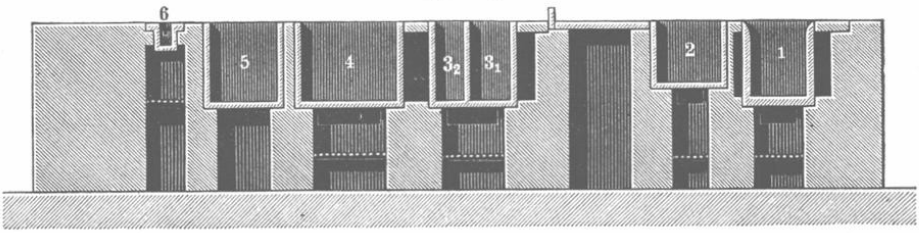
In dem ersten Topf (*tinman's pot*) befindet sich geschmolzener Talg. Dort hinein werden die aus dem Wasser genommenen Bleche einzeln

[1]) E. Rogers, Manufacture of tin-plates, Proceedings of the South-Wales Institute of Engineers, J. 1858.

[2]) Sie können hierin viele Monate liegen, ohne zu rosten.

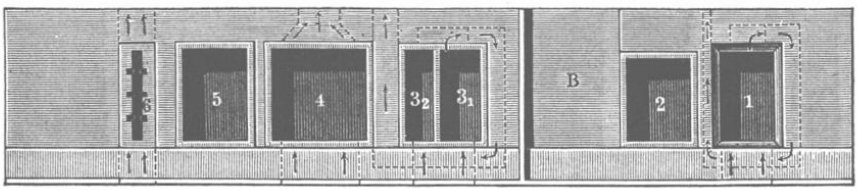
gesteckt und so lange darin gelassen, bis alle Feuchtigkeit von der Oberfläche verschwunden ist. Das Fett wird beim Gebrauch allmälig dickflüssig in Folge der mechanischen Mischung mit Wasser, welches bei

Fig. 345.



Aufriss.

Fig. 346.



Grundriss.

Verzinnungsanstalt.

der geringen Temperatur, die nur angewendet werden darf, wenig oder gar nicht an der Oberfläche verdampft. Von hier kommen die Bleche zu mehreren gleichzeitig in den zweiten Topf (2, Fig. 345 u. 346), der geschmolzenes Zinn enthält, welches von einer Fettschicht bedeckt ist. Das Zinn wird jedesmal vor dem Gebrauch durch Eintauchen von Holzstäben und Umrühren damit von Oxyd und anderen Unreinigkeiten befreit, welche an die Oberfläche kommen und abgeschöpft werden, ehe neues Fett darauf kommt. Dieser zweite Topf heisst Zinntopf (*tin-pot*). Hier findet die eigentliche Legirung, d. h. die Verbindung des Zinns mit der Oberfläche des Eisens statt.

Von dort gelangen die Bleche, wieder zu mehreren gleichzeitig, in die grössere Abtheilung (3_1 Fig. 345 u. 346) des dritten Topfes, welcher Waschtopf (*wash-pot*) genannt wird. Hierin befindet sich verhältnissmässig reines Zinn, welches, sobald es zu unrein erscheint, in den Topf 2 übergeschöpft und dort weiter verbraucht wird. Die Temperatur ist hier verhältnissmässig niedrig. Die Legirung wird daher nicht wieder gelöst, sondern es wird nur eine Oberfläche von reinerem Zinn gebildet.

In dieser Abtheilung können die Bleche ohne Schaden lange Zeit verweilen. Der Zinnwäscher nimmt sie einzeln heraus, legt sie auf die

eiserne Platte *B* (Fig. 346) und wischt sie mit einer hänfenen Bürste (einer Art Pinsel, ähnlich den Maurerpinseln zum Wasseranspritzen) auf beiden Seiten ab, hierbei immer nur nach einer Richtung und in gleichmässigen Strichen fahrend. Man bemerkt an solchen Platten deutlich die Striche der Bürste in Form kleiner Zinnperlen. Diese letzteren werden in der zweiten, kleineren Abtheilung des Topfes 3 durch Eintauchen der einzelnen Bleche in ganz reines Zinn, welches, sowie sich Verunreinigungen zeigen, durch Abtheilung 3 in den Topf 2 wandern muss, fortgeschafft. Hier erhält das Blech also die reine Zinnoberfläche und wird nun, wiederum in einzelnen Blechen, in den vierten Topf, den Fetttopf (*grease pot*), in dem sich eine geschmolzene Mischung von reinem Talg und Palmöl, auch wohl Palmöl allein befindet, geführt. Dieses Fett ist genau zu einer solchen Temperatur erhitzt, dass das überflüssige Zinn abschmilzt und zwar, wie es scheint, nur das unreinere, also nicht an der Oberfläche befindliche. Dies ist übrigens keine geringe Menge, denn es bleibt etwa nur $^1/_3$ des Gewichts an Zinn auf dem Blech zurück. Das Abmessen der richtigen Temperatur ist hier Hauptsache und es gelingt dies besser mit Fett, als mit anderen Substanzen, z. B. heisser Luft, welche man zu gleichem Zwecke mehrfach versucht hat. Ebenso ist die Zeit von grossem Einfluss. Jedoch scheint überall hier nur Erfahrung, nirgends genaue Beobachtung mit Hülfe von Thermometer und Uhr vorzuliegen.

Auf dem Boden des Fetttopfes sammelt sich ausser dem geschmolzenen Zinn ein dunkelgraues Pulver, welches nach Percy's [1]) Untersuchungen zum grössten Theil aus feinzertheiltem metallischem Zinn besteht. Percy fand darin bis zu 60 Proc. metallisches Zinn.

Der Vorgang in diesem Topfe ist keineswegs hinreichend untersucht. Wie angedeutet, scheint die mittlere Zinnschicht auszusaigern, so dass das Legirungszinn mit dem Oberflächenzinn in unmittelbare Berührung tritt. Eine wissenschaftlichere Behandlung des ganzen, gegenwärtig rein empirisch gehandhabten Verzinnungverfahrens würde nur zum Vortheil der Weissblechhütten gereichen, welche gegenwärtig fast nur von der Geschicklichkeit einzelner Arbeiter abhängig sind. Daraus erklärt sich ganz allein der Vorrang, welchen England gegenüber dem europäischen Festlande bis heutigen Tages behauptet; denn bei der geringen Menge Zinn, welche für alle guten Weissblechsorten von Asien bezogen wird, spielt die Transportfrage keine Rolle und die Schwarzblecherzeugung ist wegen des Holzkohlenverbrauchs sicher in England am theuersten.

Aus dem Fetttopfe kommen nun die Bleche in den Kalttopf (*coldpot*) Nr. 5, welcher nicht geheizt, aber doch durch die Umgebung warm genug gehalten wird, um eine plötzliche Abkühlung zu vermeiden. Er ist mit verticalen Zinken ausgerüstet, gegen welche sich die einzeln hineingebrachten Bleche lehnen und durch welche sie von einander getrennt werden. Hier fliesst im Anfang noch etwas Zinn von der Oberfläche, tropft

[1]) Iron, p. 728.

aber nicht ab, sondern sammelt sich am unteren Rande, bis durch hinreichende Abkühlung Alles erstarrt ist.

Die Platten haben hiernach einen Zinnsaum (*wire*) an der Kante. Um diesen zu entfernen, werden die Platten wieder einzeln in den ganz flachen und schmalen, mit geschmolzenem Zinn gefüllten Topf 6, den Saumtopf (*list-pot*), so lange eingetaucht, bis der Saum flüssig geworden ist. Nun werden sie diagonal herausgezogen und das überschüssige flüssige Zinn sammelt sich schliesslich an der zuletzt austretenden Ecke in Tropfenform. Dieser Tropfen wird durch einen geschickten Schlag mit einem Holzstabe oder besser durch Knipsen mit dem Zeigefinger von dem zweiten Knaben (*list-boy*) entfernt.

Die Bleche sind hiermit fertig verzinnt. Sie werden sorgfältig auf einem Tische mit Kleie, der etwas Mehl beigemengt ist, gereinigt, mit Flannell abgerieben und dann auf ihre Fehlerfreiheit geprüft, sortirt und verpackt.

Man braucht 3·63 bis 3·85 Kg Zinn auf 50·8 Kg Eisenblech, d. h. 7·3 bis 7·6 Proc.

Zu grösseren Blechen lässt sich dies einfache Verfahren nicht anwenden, da man dazu weit geräumigere Gefässe braucht. Solche Bleche werden in den besseren Sorten zwar auch durch Eintauchen von Hand hergestellt, in den geringeren Sorten aber vermittelst eines in dem Zinnbade umlaufenden Walzwerkes. Diese Vorrichtung erschien zuerst auf der Pariser Ausstellung 1867 und wurde von Kunt Styffe beschrieben [1]). Sie ist hiernach umstehend abgebildet (Fig. 347 u. 348 a. folg. S.).

Eine gusseiserne Pfanne mit wellenförmigem Boden *a a* wird durch die Feuerung *g* geheizt. Ein kastenartiger Schieber *b*, welcher gleichzeitig zur Aufnahme der abgehobenen Unreinigkeit des Zinnbades dient, trennt das Bad in zwei Theile und verhindert den Schmutz, welcher sich beim Einsetzen frischen Zinns in dem Raum *A* sammelt, nach dem rechtsgelegenen Theile *B* zu gelangen. In diesem letzteren liegt das Walzenpaar *c d*, welches in zwei mit Stellschrauben versehenen Ständern ruht und seinen Antrieb von den Getrieben *f* und *e* aus erhält. Das abgebeizte Blech gelangt auf Führungsstäben *k* in das Zinnbad und zwischen die Walzen und wird auf der anderen Seite über die gitterförmig angeordneten Stäbe *l* hinausgeführt.

Der Regel nach lässt man zwar die Berührungsstelle der Walzen in dem flüssigen Zinnbade liegen, aber man hat auch die Walzen oberhalb des Zinnbades angeordnet, so dass das Blech erst nach dem Verlassen des Bades zwischen die Walzen kommt, welche dann das überschüssige Zinn zurückschieben und ein dünner verzinntes Product liefern.

Das Zinn ist in der vorderen Abtheilung *A* mit Chlorzink, in der Abtheilung *B* mit Harz oder Fett bedeckt.

---

[1]) Vergl. Kunt-Styffe, Ausstellungsbericht, S. 69.

Fig. 347.

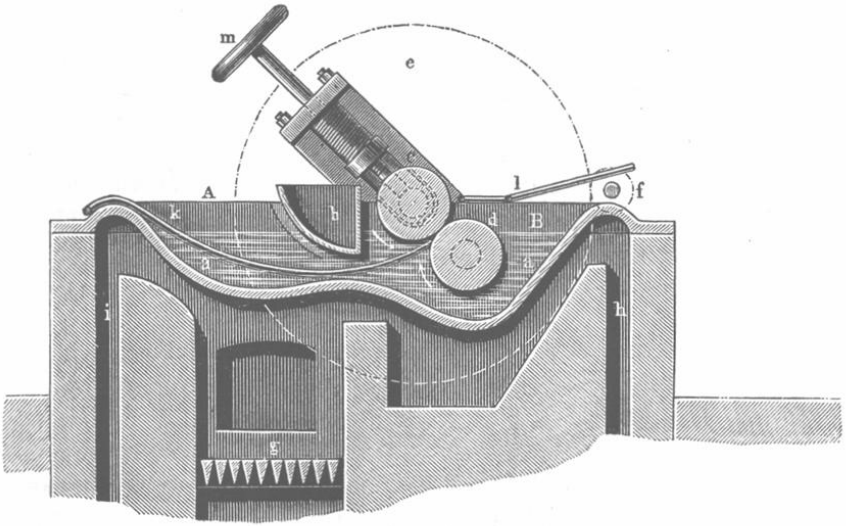
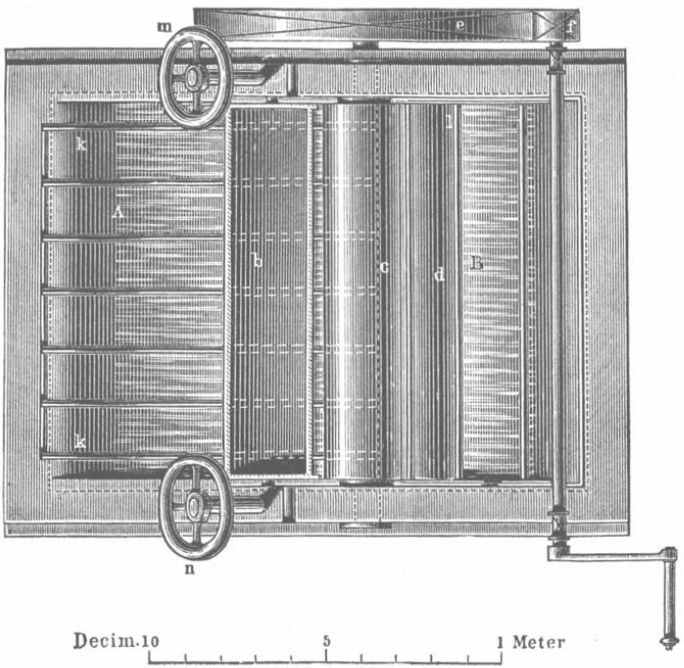


Fig. 348.



Verzinnung anderer Eisengegenstände.

Den Draht lässt man behufs der Verzinnung, nachdem er gebeizt und oft auch noch stark angewärmt ist, gleichzeitig in 8 bis 16 Strähnen langsam durch ein in zwei Abtheilungen getrenntes Gefäss laufen, dessen Scheidewand oft durch eine Walze gebildet ist. Beide Abtheilungen sind mit Zinn gefüllt, die Oberfläche aber an der einen Seite, wie bei den grösseren Blechen, mit Chlorzink, die andere mit Fett oder auch mit Sand bedeckt. Zuweilen läuft der Draht kurz nach dem Verlassen des Zinnbades durch ein verhältnissmässig weites Zieheisen, welches nur den Zweck hat, das überschüssige Zinn abzustreichen und in das Bad zurückzuführen.

Das sogenannte kalte Verfahren, nach dem der Draht zuvörderst in verdünnte Salzsäure mit Zink gelegt, sodann in einer Lösung von 2 Theilen Weinsäure, 3 Theilen Zinnsalz und 3 Theilen Soda zwei Stunden lang behandelt und endlich durch ein Zieheisen geführt wird, findet für die grössere Fabrikation keine Anwendung [1]).

Andere Gegenstände, namentlich Blechgegenstände fertiger Form, werden ganz nach Analogie der Bleche behandelt, d. h. nach dem Beizen in verdünnter Säure und sorgfältigem Abscheuern zuerst in unreines, dann in reines Zinn getaucht, abgebürstet, in das reinste Zinn gebracht und mit Kleie abgerieben. Die Zinnbäder werden bald mit Fett, bald mit Chlorzink bedeckt.

Zinn- und Blei-Legirungen.

Da das reine Zinn ein kostbares Metall ist, hat man auch Legirungen mit dem billigeren Blei, auch letzteres allein zur Bedeckung des Eisens benutzt. Die Platten der ersten Art nennt man Tern-Bleche (*tern-plates*). Die Legirung hat der Regel nach 85 Proc. Blei und 15 Proc. Zinn oder 75 Proc. Blei und 25 Proc. Zinn. Im Allgemeinen ist das Verfahren dem vorigen gleich und wird nur, der geringeren Qualität entsprechend, mit weniger Sorgfalt ausgeführt. Wegen der geringen Legirungsfähigkeit zwischen Eisen und Blei [2]) haftet der Ueberzug der Regel nach sehr wenig fest.

Verzinkung oder Galvanisirung.

Die Verzinkung des Eisens erfüllt zwar auch den Zweck, das Eisen gegen Rosten in feuchter Luft zu schützen, und zwar um so besser,

[1]) Vergl. Kerl, Grundriss der Hüttenkunde III, S. 447.
[2]) Vergl. Abth. I, S. 222.

als — wie früher erörtert worden ist — der galvanische Strom bei Entblössung einiger Stellen von dem Ueberzuge das Rosten verhindert, da das Eisen die negative Rolle, statt wie beim Zinn die positive Rolle einer galvanischen Batterie übernimmt, aber die geringe Legirungsfähigkeit zwischen Zink und Eisen, also die geringe Haltbarkeit des Ueberzugs gegen das Abspringen [1]), sowie die Corrosion des Zinks selbst durch schwache Säuren hindert einen ausgedehnten Gebrauch.

Bleche oder Drähte, welche der Verzinkung unterliegen sollen, werden mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure abgebeizt, mit Sand gescheuert, abgebürstet und dann entweder zuerst in eine zinkische Salmiaklösung getaucht und getrocknet, oder sofort in ein Zinkbad gebracht, welches mit Salmiak oder Chlorzink, oder theils hiermit, theils mit Fett oder mit Sand, bedeckt ist. Blech zieht man, wie dies bei der Verzinnung beschrieben, mittelst Walzen durch das Bad, Draht lässt man zum Abstreifen des überschüssigen Zinks durch ein Zieheisen gehen. Es empfiehlt sich für alle Eisengegenstände, namentlich für Draht, das Material im warmen Zustande anzuwenden.

Nägel und andere kleine Gegenstände von vollendeter Form wirft man in ein Bad geschmolzenen Zinks, hebt sie mit Schaumlöffeln heraus und schmilzt das überschüssige Zink in einem Flammofen ab, der mit schüsselförmiger eiserner Sohle versehen ist.

Ueberziehen des Eisens mit anderen Metallen.

Das Verkupfern geschieht der Regel nach nur bei Draht und dann nicht durch galvanische Fällung aus neutraler Lösung, sondern durch Austauschen beider Metalle beim Durchziehen des Eisens durch eine schwach saure Kupferlösung.

Allgemeine Anwendung findet das Vernickeln, namentlich in Nordamerika, wo es sowohl auf schmiedbares Eisen wie auf Gusseisen angewendet wird. Die ältere Methode, wonach man erst eine Verkupferung und darauf eine Vernickelung vornahm, hat neuerdings zum Theil der directen Vernickelung Platz gemacht, bei welcher durch den galvanischen Strom das Nickel aus ammoniakalisch-weinsteinsaurer Lösung direct auf das gereinigte Eisen gefällt wird.

Ueberziehen des Eisens mit anderen Stoffen.

Festhaftende Ueberzüge von Email oder einfach mechanische Ueberkleidungen von Gummi, Holz, Cement u. s. w. schliessen sich dem vorliegenden Gebiete zwar an, aber gehören bereits ganz zur Verarbeitung des fertigen Eisens.

[1]) Vergl. Abth. I, S. 202.

Schutz des Eisens durch Oxydoxydul.

Während das metallische Eisen leicht rostet und das Oxyd nicht vor Oxydhydratbildung schützt, ist das Oxydoxydul, welches in der Hitze unter Beachtung gewisser Vorsichtsmaassregeln gebildet wurde, ein vorzügliches Schutzmittel gegen Rost.

Diese Thatsache ist längst bekannt. Die russischen Glanzbleche, deren Darstellung S. 855 geschildert wurde und welche zu eisernen Oefen, Heizröhren u. s. w. eine ausgedehnte Anwendung finden, werden dadurch, dass man sie nach dem Anfeuchten mit Kohle glüht, welche eine höhere Oxydation der Oberfläche verhindert, mit einer dichten Schicht von Oxydoxydul überzogen. Diese Schicht wird durch Hämmern noch mehr verdichtet und bietet dann dem Einflusse feuchter Luft, welcher sonst das Eisen zum Rosten bringt, selbst bei hoher Temperatur ausreichenden Widerstand. In ähnlicher Weise schützt man Gusseisen. Man erhitzt es bei mässigem Luftzutritt mit organischen Substanzen, namentlich Mohn- oder Leinöl, deren Kohlenstoff ebenfalls eine höhere Oxydation des Eisens als zu Oxydoxydul verhindert, so dass auch hier eine sehr dichte, der äusseren Beschaffenheit der Gusswaare ganz entsprechende Deckschicht entsteht, welche vollständig fest anhaftet und dem Roste ungemein lange widersteht.

Barff zu London hat nun neuerdings vorgeschlagen, als Oxydationsmittel überhitzten Wasserdampf anzuwenden. Das Eisen wird in heissem Zustande in geschlossenen Räumen demselben ausgesetzt und überzieht sich angeblich mit einer Schicht Oxydoxydul, deren Dicke von der angewandten Temperatur und der Zeit der Einwirkung des Dampfes abhängig ist. Die Schicht ist sehr hart, hängt ganz fest an und giebt die ursprüngliche Beschaffenheit der Oberfläche getreu wieder, sei es, dass sie glatt polirt, sei es, dass sie rauh und uneben war. Bei Anwendung von 260° C. und einer Dauer von 5 Stunden ist nach Barff's Versuchen eine Schicht erreicht, welche dem Schmirgelpapier widersteht und innerhalb geschlossener Räume, selbst bei mässiger Feuchtigkeit, das Rosten verhindert. Bei 650° C. und einer Dauer von 6 bis 7 Stunden widersteht die Oxydationsschicht der Feile und die Gegenstände, welche damit überzogen sind, rosten selbst im Freien nicht. Nur da, wo sich etwa eine Blase gebildet hatte und durch Reissen der Haut eine offene metallische Stelle entstanden war, zeigt sich Rost in der gewöhnlichen Form.

Ist dies Verfahren auch nicht für grössere Maschinentheile und Theile von Bauwerken anwendbar, so verdient es doch für kleinere Gegenstände, wie Werkzeuge u. s. w., alle Beachtung. Das Mittel ist um so empfehlenswerther, als die Farbe der Oxydoxydulschicht, ein etwas gelbliches Schwarz, angenehm für das Auge ist.

Ferner schliesst sich hier die Operation des Brünirens an, welche in der Erzeugung eines dünnen eigentlichen Rostüberzuges auf blankem Eisen besteht. Man erzeugt diese Schicht durch Chlorantimon (Spiessglanzbutter [1]), welches mit Baumöl versetzt auf das erwärmte Eisen aufgetragen wird und einige Tage der offenen Luft ausgesetzt bleibt. Das oxydirte Eisen wird abgewaschen, polirt und mit Wachs abgerieben, und so ebenfalls ein fernerer Zutritt der Luft, also ein fortschreitendes Rosten durch Bildung einer ganz dichten Schicht verhindert.

---

[1]) Auch verdünnte Salpetersäure, salpetersaures Silberoxyd, Kupfer- oder Eisenvitriol, Eisenchlorid oder Quecksilbersublimat.

Härten des Stahls.

Der Stahl, d. h. das Eisen von 0·6 Proc. bis 2·3 Proc. Kohlenstoffgehalt, lässt sich durch plötzliche Abkühlung zu einer Härte bringen, welche weit grösser ist, als diejenige, die demselben Eisen, seinem Kohlenstoffgehalte nach, in gewöhnlichem Zustande zukommt (Naturhärte), d. h. der durch plötzliche Abkühlung gehärtete Stahl wird weit härter als jedes ungehärtete Eisen mit gleichem Kohlenstoffgehalte, und unter besonderen Umständen sogar härter, als selbst das höchstgekohlte Eisen. Zwar setzt diese Eigenschaft der Härtbarkeit, welche bei 2 Proc. Kohlenstoff ihr Maximum erreicht, in unbedeutendem Maasse auf das Roheisen über und ein Eisen von mehr als 2·3 Proc., aber nur amorphem Kohlenstoffgehalte kann durch plötzliche Abkühlung noch immer etwas härter gemacht werden, auch findet durch Beifügung mancher anderer Stoffe ausser Kohlenstoff eine Verschiebung der Grenzen der Härtbarkeit statt, so dass ein Eisen von weniger als 0·6 Proc. Kohlenstoffgehalt doch oft noch in gewissem Grade härtbar bleibt [1]), aber zur praktischen Anwendung eignen sich jene geringen Grade der Härtbarkeit nicht mehr.

Mit der Härtung erlangt der Stahl ein hohes Maass von Elasticität und Sprödigkeit. Das Maximum der Härte, welches ein Stahl durch Härtung erlangen kann, heisst Glashärte. Von dieser Glashärte kann der Stahl auf seine natürliche Härte durch langsame Abkühlung wieder zurückgeführt werden. Die hierzu nöthige Operation nennt man das Nachlassen oder Anlassen des Stahls. Durch Unterbrechung dieser Operation bei verschiedenen Temperaturgraden kann jeder Grad der Härte zwischen Glashärte und Naturhärte erzielt werden.

---

[1]) Ganz verschieden ist die Härtung des Stahls von der Erzeugung des Hartgusses, was sich schon daraus ergiebt, dass das specifische Gewicht des Hartgusses zu-, das des gehärteten Stahls abnimmt. Dort hat man den Uebergang des Graphits in amorphen Kohlenstoff, also eine Vermehrung des amorphen Kohlenstoffgehalts, als Hauptursache der grösser gewordenen Härte, hier kommt dieser Grund gar nicht oder nur ganz untergeordnet zur Geltung.

Durch das Härten verändert der Stahl seine chemische Constitution insofern, als etwa vorhandener grafitischer Kohlenstoff in den amorphen Zustand übergeht, seine physikalische in der Art, dass das Korn feiner, das specifische Gewicht geringer wird.

Zwar ändert sich der Grad der Glashärte, welcher einer bestimmten Naturhärte entspricht, nach dem Temperaturgrade, bis zu welchem der Stahl erhitzt war, und nach dem Temperaturgrade, auf welchen er abgekühlt wird, sowie namentlich auch nach der Zeit, in welcher die Wärmeentziehung stattfindet, aber auch hierin giebt es bestimmte Grenzen. Ist der Stahl nicht bis zur Glut erhitzt, so findet überhaupt eine Härtung nicht statt, ja man will sogar ein Weichwerden bemerkt haben; ist er überhitzt, d. h. bis zur Weissglut oder Schweisshitze gebracht, so findet ebenfalls keine Härtung statt, der Stahl nimmt aber gleichzeitig ein gröberes Korn an und wird brüchig (verbrennt).

Die Härtung findet der Regel nach durch Eintauchen des glühenden Stahls in eine Flüssigkeit (das Härtewasser) statt. Diese Flüssigkeit besteht in Uebereinstimmung mit ihrem Namen der Regel nach in Wasser, aber es kommen auch andere Kühlmittel vor.

Das Wasser härtet verschieden nach seiner physikalischen und chemischen Beschaffenheit. Je kälter das Wasser, um so besser härtet es, kochendes Wasser härtet gar nicht mehr. Reines destillirtes und dem nahe stehendes Flusswasser härten wenig, Brunnenwasser (welches kohlensaure Erden gelöst enthält) härtet stärker, ein Zusatz von Salmiak oder Schwefelsäure (2 bis 4 Gewichtsprocent) macht das Wasser noch stärker härtend, ein Zusatz von Seife dagegen nimmt ihm die Härtungsfähigkeit ganz und gar. Wasser mit Gummi oder Dextrin versetzt härtet nicht, ebenso wenig solches mit Spiritus.

Fette und Oele härten weniger als Wasser, Quecksilber stärker.

Auch Gasarten können als Härtemittel benutzt werden, wenn sie in starkem Strome über den erhitzten Stahlgegenstand geführt, oder jener heftig in diesem bewegt wird. So härtet man Säbelklingen durch schnelle Drehung eines Rades, an dem sie befestigt sind, in der atmosphärischen Luft.

Da es schwierig ist, den Stahl nur durch Abkühlung auf einen bestimmten Härtegrad zu bringen, so benutzt man in der Praxis stets das vereinigte Verfahren des Härtens und Anlassens, indem man dem Stahl zuvörderst seine Glashärte mittheilt und diese dann vermindert.

Bei der Wiedererhitzung des glasharten Stahls überzieht sich seine Oberfläche, wenn sie vorher völlig blank war, mit dünnen Oxydhäutchen, welche das Licht in der bekannten Art dünner Schichten reflectiren, so dass verschiedene Farben (Anlauffarben) erscheinen, welche offenbar von der Dicke des Oxydhäutchens abhängig sind, aber, da die letztere in directem Zusammenhange mit der Temperatur steht, ebenfalls einer bestimmten Temperatur entsprechen. Mit der Erhöhung der Temperatur sinkt nun die Härte und so geben die Farben das Maass der Härte an,

ohne dass es für den geübten Arbeiter nöthig wäre, das Thermometer zur Hülfe zu nehmen.

Die folgende Scala giebt die in England aus langjähriger Erfahrung hervorgegangene Farbenreihe bei den steigenden Temperaturen an, so wie gleichzeitig die Verwendungsart des Stahls von der entsprechenden Härte.

Grad Celsius	Farbe	Verwendung für
221	sehr hellgelb	Lanzetten,
232	hell strohgelb	feine Rasirmesser und viele chirurgische Instrumente,
243	hochgelb	gewöhnliche Rasirmesser, Federmesser,
254	braun	Scheren, Kaltmeissel,
265	braun mit purpurnen Flecken	Aexte, Hobeleisen, Brotmesser,
277	purpur	Tischmesser, grosse Schermesser,
288	hellblau	Säbelklingen, Uhrfedern,
293	hochblau	Feine Sägen, Rapiere,
316	dunkelblau	Handsägen.

In Deutschland giebt man die Farbenscala folgendermaassen an: Hafergelb, strohgelb, goldgelb, dunkelgelb, morgenroth, purpurroth, veil (violett), dunkelblau, hellblau, meergrün.

Ist eine solche Farbenreihe von Gelb durch Roth nach Blau durchlaufen, so wird der Stahl wieder metallfarben und überzieht sich dann von Neuem in gleicher Reihenfolge mit denselben Farben, die aber nur sehr kurze Zeit erscheinen. Sind auch diese verschwunden, so tritt Glut ein.

Nach dem Vorhergesagten ist es klar, dass die Anlauffarben keine absolute, sondern nur eine relative Härte angeben können, welche in einem bestimmten Verhältnisse zu der dem betreffenden Stahl zukommenden Glashärte steht. Da man aber in einer und derselben Werkstätte der Regel nach mit gleichen Stahlsorten zu arbeiten hat, lässt sich doch für jeden Fall ein sehr bestimmter und zuverlässiger Anhalt gewinnen.

Jeder angelaufene Stahl läuft, wenn man ihn aus dem Heizapparate nimmt, noch nach, d. h. geht in die nächstfolgende Farbenstufe über, wenn er nicht sofort abgekühlt wird. Darauf muss also der Arbeiter Rücksicht nehmen. Am klarsten tritt die hochblaue Farbe hervor und sie wird daher auch besonders benutzt, um ein schönes äusseres Ansehen zu geben.

Die erwähnte Eigenthümlichkeit des Stahls, sich beim Härten auszudehnen, also am specifischen Gewicht zu verlieren, ist schon lange bekannt und festgestellt worden. Réaumur berichtete bereits davon als von einer Thatsache und gab die Zunahme auf $\frac{1}{48}$ des Volumens an [1]). Rinman der Aeltere [2]) fand das specifische Gewicht

des ungehärteten Cementstahls zu	7·751 und 7·991
des gehärteten „ „	7·553 und 7·708
des gehärteten steirischen Herdstahls dagegen zu	7·782
des ungehärteten zu	7·822

also im letzten Falle ein umgekehrtes Verhältniss. Er berechnet die Volumenveränderung im Durchschnitte auf $^1/_{37}$.

Elsner [3]) fand folgende Resultate:

	Specifisches Gewicht bei 11° C.	
	Ungehärtet	Gehärtet
Gussstahl	7·9288	7·6578
Zum zweiten Male geschmolzener Gussstahl	8·0923	7·7647

Nach Caron [4]) nahm eine Stange nach dem Härten die folgenden Dimensionen an:

	Im kalten Zustande vor dem Härten	Im rothwarmen Zustande vor dem Härten	Im kalten Zustande nach dem Härten
Dimensionen in Centimetern . .	20·00	20·32	19·95
	1·00	1·03	1·01
	1·00	1·03	1·01
Volumen in Cubikcentimetern .	20·00	21·557	20·351

Ferner:

		Im kalten Zustande		
	vor dem Härten	nach dem 10maligen Härten	nach dem 20maligen Härten	nach dem 30maligen Härten
Dimensionen in Centimetern	20·00	19·50	18·64	17·97
	0·94	0·96	0·97	1·00
	0·93	0·96	0·97	1·00
Specifisches Gewicht . . .	7·817	—	—	7·793

Es fand sich jedesmal, so oft auch diese Experimente wiederholt wurden, eine Abnahme an Länge, ein Zuwachs an Breite und Höhe [5]).

---

[1]) L'art de convertir le fer forgé en acier 1722, p. 313.

[2]) Rinman, Geschichte des Eisens, 1785, I, S. 134 und 137.

[3]) Journal für praktische Chemie 1840, 20, p. 110.

[4]) Comptes Rend. 1863, 56, p. 211.

[5]) Hierdurch mögen wohl auch die Abweichungen in Rinman's obigen Untersuchungen Erklärung finden.

Nur wenn die Stäbe durch Walzen, also Ausstreckung in einer Richtung erhalten waren, zeigte sich das Umgekehrte, d. h. eine Zunahme in der Länge, eine Abnahme oder ein Gleichbleiben in den anderen Dimensionen, z. B.:

	vor der Härtung	nach der Härtung
Walzstahl	20·00	20·45
	1·51	1·51
	3·70	3·70

Caron hat auch die Dimensionsveränderungen bei verschiedenen Härtemethoden festzustellen versucht und Folgendes gefunden:

	Reines Wasser	Reines Wasser	Wasser mit 100 Proc. Dextrin	Alkohol von 36° B. (0·8480 specif.Gew.)
Temperatur der Härteflüssigkeit vor der Härtung	10°	50°	10°	10°
Dieselbe nach der Härtung	22°	61°	23°	30·5°
Zeitdauer der Härtung in Secunden	4·7	11·3	13·2	21·7
Art der Härtung	gut	schwach	sehr schwach	nicht bemerkbar
Abnahme der Länge des Stabes nach zehnmaligem Härten	$^1/_{28}$	$^1/_{147}$	$^1/_{172}$	unmessbar

Karmarsch[1]) giebt als Durchschnittszahlen die Verminderung des specif. Gewichts von 1000 : 997 bis 960 oder Vergrösserung des Volumens um 0·3 bis 4·16 Proc., Mittel aus den meisten Beobachtungen 0·7 bis 1·7 Proc., im Durchschnitt zu 1·5 Proc. an.

Der erhitzte Stahl überzieht sich vor dem Härten mit einer Kruste von Hammerschlag. Diese springt beim Härten vollkommen ab, wohl hauptsächlich in Folge der wesentlich verschiedenen Dimensionsveränderung beider Stoffe, der die Glätte der Oberfläche des Metalls zu Hülfe kommt. Wird der Stahl über Kirschrothglut erhitzt, so bleiben Theile des Glühspans oft fest anhaften.

Sowohl durch Härten als durch Anlassen wird der Bruch des Stahls wesentlich verändert. Erhitzt man einen ausgeschmiedeten Stahlstab von hohem Kohlenstoffgehalt, welcher auf seinem Bruch ein so feines Korn zeigte, dass die Krystalle nicht mehr mit blossem Auge unterscheidbar waren, welcher daher das Ansehen eines amorphen Körpers bot, so tritt eine deutliche körnige Textur auf und die Körner werden um so grösser, je höher die Erhitzungstemperatur war. Das Härten verkleinert das Korn wieder um so mehr, je grösser die Temperaturdifferenzen sind. Der Bruch wird sammetartig, aber niemals so dem scheinbar amorphen

[1]) Technologie S. 10.

Zustande sich annähernd, wie wenn der Stab dann ausgehämmert wird. Die Farbe wird durch das Härten heller [1]).

Die absolute Festigkeit des Stahls wächst durch das Härten innerhalb gewisser Grenzen, welche gleichzeitig die für die Praxis innezuhaltenden sind.

Ausserhalb dieser Grenzen vermindert sich die Festigkeit stets, so z. B. wenn die plötzliche Abkühlung zwischen heller Rothglut und Schweisshitze erfolgt; dann nimmt der Stahl ein ganz grobes Korn an und wird „verbrannt (*burnt*)“ genannt [2]).

Auf die Haltbarkeit des Stahls überhaupt und die zum Maximum der Festigkeit führenden Bedingungen der Härtung im Einzelnen, haben die übrigen die Qualität des Metalls beeinflussenden Stoffe: Mangan, Silicium, Phosphor, Schwefel, Kupfer u. s. w., einen wesentlichen Einfluss und zwar mehr, als die Beschaffenheit des Härtewassers, dem man in früheren Zeiten einen so grossen Einfluss zuschrieb, dass z. B. nach Plinius [3]) Stahlwerke an Orten errichtet wurden, wo weder Eisenerze noch andere Materialien zur Eisenerzeugung vorhanden waren, lediglich wegen der vorzüglichen Beschaffenheit des dort vorhandenen Wassers zum Härten. Uebrigens kannte auch schon Plinius die Wirksamkeit anderer Härtemittel als Wasser und erwähnt namentlich das Oel.

Die Art des Härtens ist von grossem Einfluss auf die Beschaffenheit des Products. Da feine Theile schneller abkühlen als stärkere, so ist namentlich bei Gegenständen von ungleichen Dimensionen die Härtung sehr schwierig. Man muss bei solchen stets die schwächeren Dimensionen zuletzt in das Härtewasser tauchen. Grosse Gegenstände sind ebenfalls viel schwieriger zu härten und anzulassen als kleine und es gehört z. B. zu den ganz besonderen Meisterstücken, sehr lange Schermesser zu behandeln, ohne dass sie sich werfen oder Risse bekommen.

Die Risse (Borsten, Hartborsten) entstehen beim Härten durch schnellere Abkühlung der äusseren Rinde gegen den inneren Kern. Man kann durch möglichst gleichförmige Erhaltung des Ueberzuges von Oxydoxydul auf der Oberfläche des zu härtenden Stücks einigermaassen solchen Rissen vorbeugen, oder bei Gegenständen ungleicher Dimensionen der zu

---

[1]) Schafhäutl hat das verschiedene Ansehen des Stahls sehr genau in Prechtl's technologischer Encyklopädie (Bd. XV, S. 334) beschrieben.

[2]) Dies fälschlicherweise, da unter verbranntem Stahl richtiger ein seines Kohlenstoffgehaltes beraubter bezeichnet wird. Wenn z. B. ein Stahl unter Zutritt der Luft längere Zeit erhitzt wird, verliert er seinen Kohlenstoffgehalt und wird überhaupt unbrauchbar, nimmt ein grobes Korn an und verhält sich ganz wie ein schlechtes, d. h. sauerstoffhaltiges Schmiedeisen. Dann erst verdient er mit Recht den Namen „verbrannter Stahl“.

[3]) Lib. XXXIV, cap. XIV, sect. 41. Summa autem differentia in aqua cui subinde candens immergitur.

schnellen Abkühlung der schwächeren Theile durch Befestigen von Eisenstücken, welche mit erhitzt werden, entgegenwirken.

Wie gross der Einfluss einer ungleichmässigen Abkühlung ist, zeigt der Umstand, dass flache Gegenstände reissen, wenn sie nicht hochkantig eingetaucht werden, dass auch ein Reissen eintritt, wenn derartige Gegenstände nicht in die Mitte des Bades gebracht, sondern nahe einer Wandung eingetaucht werden.

Soll bei dem Härten die Glühspanbildung ganz vermieden werden, was, z. B. bei Feilen, gravirten Gegenständen u. s. w., nöthig ist [1]), so hüllt man den Gegenstand in einen Brei von Roggenmehl und Kochsalzlösung, den man in Wärme trocknen lässt, oder wälzt das zu glühende Stück in einem Haufen trockenen Kochsalzes, welches sich als Kruste anhängt, oder überzieht auch wohl die Stücke mit weicher Seife.

Bei der Erhitzung des Stahls behufs der Härtung wendet man theils mit Gebläse versehene Holzkohlenfeuer an oder geschlossene Gefässe (Muffeln) aus Thon oder Eisen, zu deren Erhitzung dann jedes beliebige Brennmaterial verwerthet werden kann. Aehnliche Bäder, wie sie weiter unten für das Anlassen beschrieben werden und welche aus geschmolzenem Metall (Blei, Zinn, Legirungen beider) oder geschmolzenen Salzen bestehen, sind mehr versuchsweise benutzt worden, als dass sie allgemeine Anwendung gefunden hätten.

Das Nachlassen geschieht der Regel nach in eisernen Muffeln, aber auch auf Sandböden, auf heissen Metallplatten, oft aber auch und namentlich bei kleinen Gegenständen in directer reducirender Flamme (Kohlenoxyd, Leuchtgas, Oel- oder Talgkerzenflamme).

Um sich von dem Urtheil des Arbeiterauges hinsichtlich der Anlauffarben möglichst unabhängig zu machen, hat man hierfür besondere flüssige Bäder, namentlich von Blei- und Zinnlegirungen, vorgeschlagen deren Schmelzpunkt bekannt ist. Die folgende englische Tabelle [2]) von Parker giebt hiervon ein Bild:

---

[1]) Vergl. Karmarsch, Technologie S. 13.
[2]) Percy, Iron p. 854.

Nr.	Anzulassende Gegenstände	Zusammensetzung des Bades		Temperatur
		Blei	Zinn	⁰ Celsius
1	Lanzetten	7	4	233·3
2	Andere chirurgische Instrumente . .	7½	4	238·9
3	Rasirmesser	8	4	245·55
4	Federmesser	8½	4	250·0
5	Grosse Federmesser	10	4	261·1
6	Scheren, Kaltmeissel	14	4	272·2
7	Aexte, Hobeleisen, Taschenmesser . .	19	4	282·8
8	Tischmesser, grosse Schermesser . .	30	4	294·4
9	Schwerter, Uhrfedern	48	4	305·55
10	Grosse Federn, kleine Sägen	50	2	310·0
11	Handsägen	kochendes Leinöl		333·3
12	Weichste Gegenstände	schmelzendes Blei		340·0

Das Abkühlen des angelassenen Stahls geschieht gewöhnlich an freier Luft. Manche wenden indessen pulverförmige Umhüllungen hierfür an. So wird z. B. Draht für musikalische Instrumente gehärtet, im Bleibade getempert und in Braunsteinpulver abgekühlt [1]).

Bei grossen, dünnen Gegenständen ist ein Werfen während des Temperns und beim nachherigen Abkühlen sehr häufig. Man spannt daher solche Gegenstände, wie Circularsägen und andere Sägeblätter, während dieser Operation zwischen Eisenscheiben ein.

Harter Stahl löst sich vollkommen in Chlorwasserstoffsäure, weicher lässt einen Rückstand von Kohlenstoff zurück. Dies ist bereits 1822 von Faraday festgestellt worden [2]). Gehärteter Stahl wird daher auch leichter von Säuren angegriffen als weicher, was ebenfalls schon praktisch behufs Aetzung der Oberfläche seit ältester Zeit bekannt ist und 1877 von Daniell wissenschaftlich nachgewiesen wurde [3]).

Nach Rinman scheidet sich der Kohlenstoff beim Lösen des Eisens in Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure in drei verschiedenen Gestalten ab. Als Grafit aus grauem Roheisen, als Kohleneisen aus ungehär-

[1]) Vergl. die Patente von James Horsfall zu Birmingham 1854, 15. May, Nr. 1104, und William Smith zu Aston 1856, 15. April, Nr. 897.

[2]) On the Alloys of Steel, Phil. Trans. 1822, p. 265.

[3]) Journal of Science and Arts 1817, 2, p. 281.

tetem Roheisen und Stahl und als Kohlenwasserstoff aus gehärtetem Roheisen und Stahl. Alle drei treten zusammen auf im ungehärteten Roheisen, die beiden letzteren in ungehärtetem Stahl und Roheisen. Rinman nennt den aus ungehärtetem Stahl bei langsamer Lösung sich abscheidenden Kohlenstoff Cementkohle, den aus gehärtetem Stahl entweichenden Härtungskohle[1]). Wir haben die Cementkohle und die Härtungskohle, wenn solche wirklich als verschiedene Modificationen zu bezeichnen wären, stets unter dem gemeinschaftlichen Namen: amorpher Kohlenstoff zusammengefasst.

[1]) Erdmann, Journal für praktische Chemie, Band 100, S. 33.

ANORDNUNG DER HÜTTENWERKE

ZUR

DARSTELLUNG VON SCHMIEDBAREM EISEN.

Anordnung der Hüttenwerke

zur

Darstellung von schmiedbarem Eisen.

Die allgemeine Anordnung der in den vorausgehenden Abschnitten beschriebenen Oefen und Maschinen zur Herstellung schmiedbaren Eisens wird durch einige besonders gute Beispiele erläutert werden.

Puddel- und Schweisswerk zu Ebbw Vale.

Das erste Beispiel, Fig. 349, zeigt das neue Puddel- und Schweisswerk zur Herstellung von Eisenbahnschienen zu Ebbw Vale in Süd-Wales.

Die in den Plan eingeschriebenen Zahlen haben folgende Bedeutung:

Nro. 1. Eine 1·09 m Condensations-Balancier-Maschine mit 2·44 m Hub, 20 Hübe in der Minute, welche 3 Walzenstrassen für Rohschienen mit 40 Umgängen pro Minute und 3 Quetschen treibt und 50 Puddelöfen bedient.

Nro. 2. Eine 0·67 m Condensations-Balanciermaschine mit 1·52 m Hub, 25 Hübe pro Minute, für directen Betrieb eines Walzwerks und eines Helmhammers. Der Dampf wird durch die Abhitze von 16 Puddelöfen erzeugt, hat 2·81 Kg pro qcm Pressung im Cylinder und $^3/_4$ Expansion.

Nro. 3 [1]). Eine 0·813 m Balanciermaschine von 1·829 m Hub, 30 Hübe pro Minute, für zwei Walzenstrassen mit 102 Umgängen pro Minute.

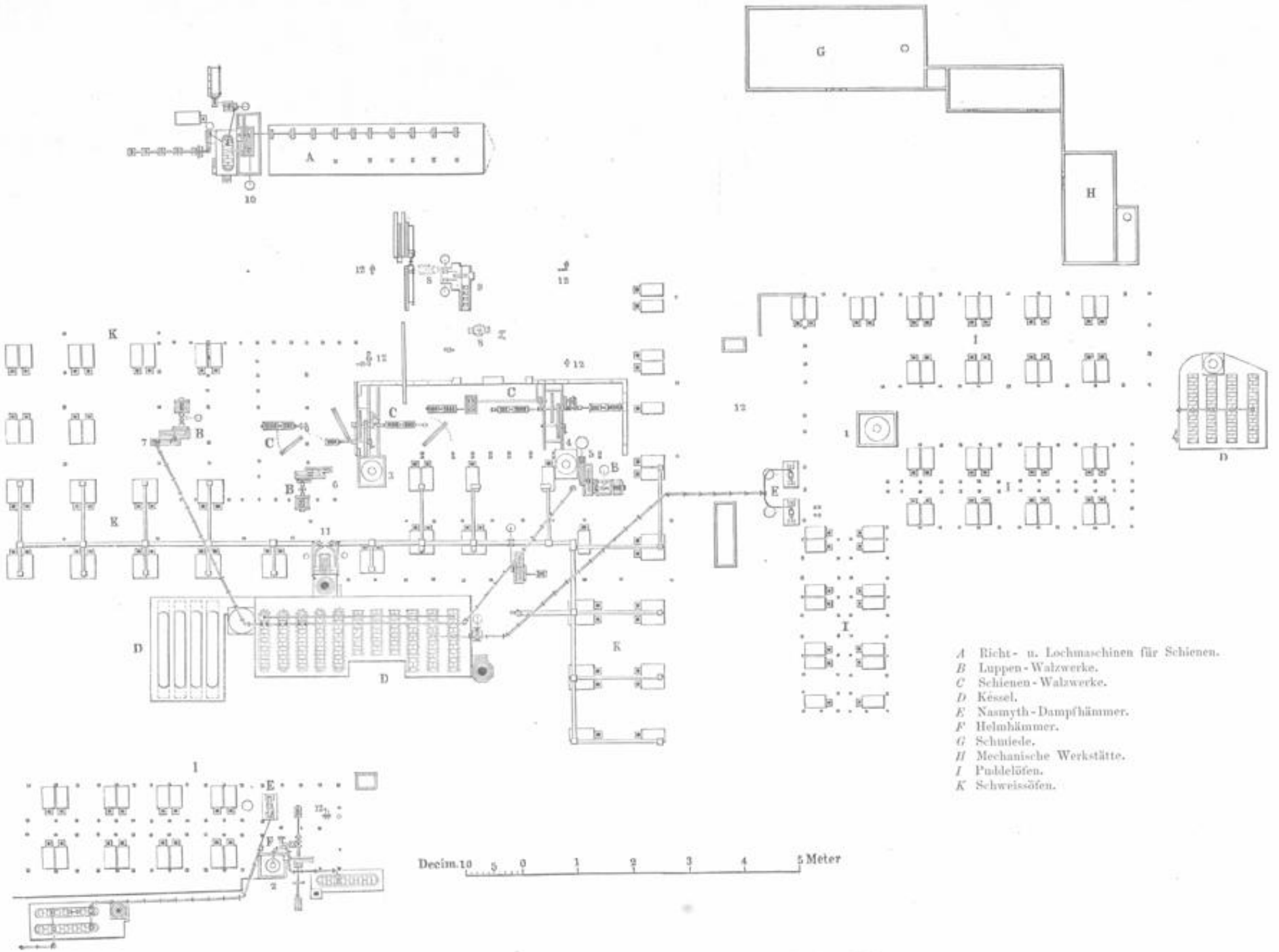
Nro. 4. Eine 0·838 m Balanciermaschine von 2·438 m Hub, 23 Hübe pro Minute für 3 Walzenstrassen mit 78 Umgängen per Minute.

Nro. 5. Eine 0·457 m horizontale Maschine mit 0·711 m Hub, 50 Hübe pro Minute, zum Betriebe eines Rohschienenwalzwerks mit 16 Umgängen.

---

[1]) Nr. 3 bis 11 sind Hochdruckmaschinen.

Fig. 349.



A Richt- u. Lochmaschinen für Schienen.
B Luppen-Walzwerke.
C Schienen-Walzwerke.
D Kessel.
E Nasmyth-Dampfhämmer.
F Helmhämmer.
G Schmiede.
H Mechanische Werkstätte.
I Puddelöfen.
K Schweissöfen.

Grundriss des Puddel- und Walzwerks zu Ebbw. Vale.

Nro. 6. Eine 0·406 m horizontale Maschine mit 0·914 m Hub, 50 Hübe pro Minute zum Betriebe eines Rohschienenwalzwerks mit 16 Umgängen.

Nro. 7. Eine 0·483 m Maschine mit 0·914 m Hub, 50 Hübe per Minute für ein Rohschienenwalzwerk mit 16 Umdrehungen. Hierbei ist gleichzeitig eine selbstthätige Hebevorrichtung mit 0·305 m Cylinder.

Nro. 8. Acht Maschinen für die Schienensägen.

Nro. 9. Eine Zwillingsmaschine von 0·610 m Durchmesser, 1·219 m Hub, 30 Wechsel per Minute zum Betriebe eines Walzwerks mit 20 Umdrehungen per Minute zur Auswalzung der Schienenenden.

Nro. 10. Eine Maschine mit 0·914 m Hub, 0·406 m Durchmesser für die Pressen, Richt- und Stossmaschinen.

Nro. 11. Eine Zwillingsmaschine von 0·254 m Durchmesser, 0·457 m Hub mit 80 Umdrehungen per Minute, welche 6 Stück 1·22 m Ventilatoren zur Erzeugung des Unterwindes für die Schweissöfen treibt.

Nro. 12 bezeichnet die Stellen, an welchen Scheren zum Zerschneiden des Eisens stehen.

Puddel-, Walz- und Bessemer-Hütte zu Oberhausen.

Fig 350, giebt den Grundriss des Puddel-, Walz- und Bessemerwerks zu Oberhausen (Gutehoffnungshütte, Actien-Gesellschaft, früher Jacoby, Haniel und Huyssen).

Die Anlage ist zwar hauptsächlich für die Erzeugung von Eisenbahnschienen und schwerem Brückeneisen bestimmt, aber auch auf gewöhnliches Handelseisen und Feineisen eingerichtet. Zu dem durch Schrift hinreichend erläuterten Plane ist nur noch zu bemerken, dass der obere Theil mit den Oefen 20 bis 61 das Puddel-, der untere Theil mit den Oefen 1 bis 19 das Schweiss- und Fluss-Eisenwalzwerk umfasst.

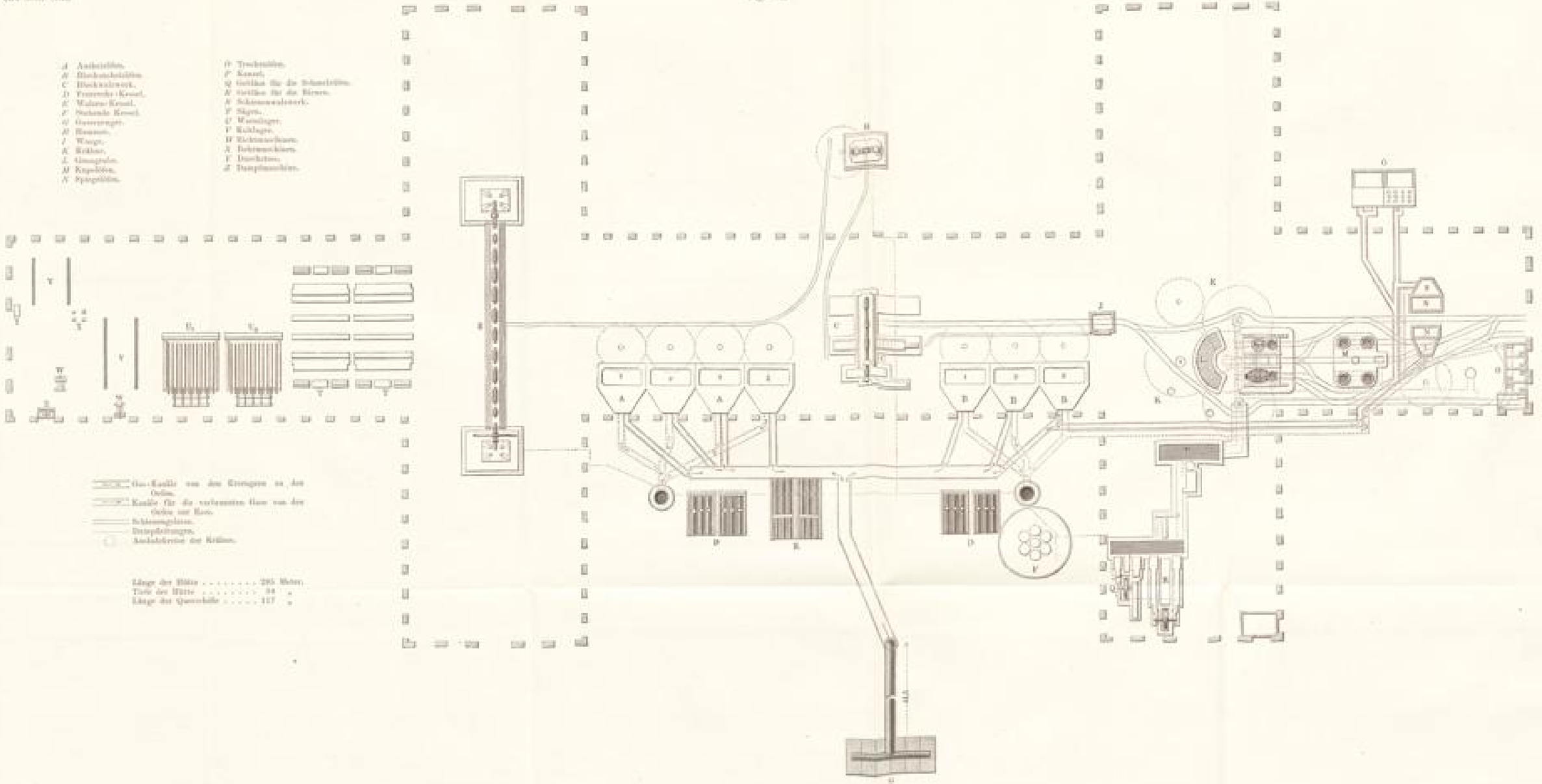
Bessemer- und Schienenwalzwerk zu Bethlehem.

Fig. 351 zeigt die Anordnung des Bessemerwerks zu Bethlehem in Pennsylvanien nebst zugehörigem Schienenwalzwerk. Bei dieser Anlage stehen die Cupolöfen über der gemeinschaftlichen Hüttensohle auf Säulen und liefern das abgestochene Eisen in eine darunter liegende fahrbare Pfanne. Diese läuft zu den Birnen und wird dort durch einen hydraulischen Tisch gehoben. Das Werk ist, wie der Plan zeigt, auf die doppelte Anlage eingerichtet, welche indessen nur hinsichtlich des Block- und Schienenwalzwerks vollständig ausgeführt ist [1]).

[1]) Vergl. des Verfassers Bericht über das Eisenhüttenwesen der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika (Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Bd. XXIV, Jahrg. 1876.

(Zu Seite 901.)

Fig. 321.



Bessemer-Anlage zu Bethlehem in Pennsylvanien.

Maassstab = 1 : 600.

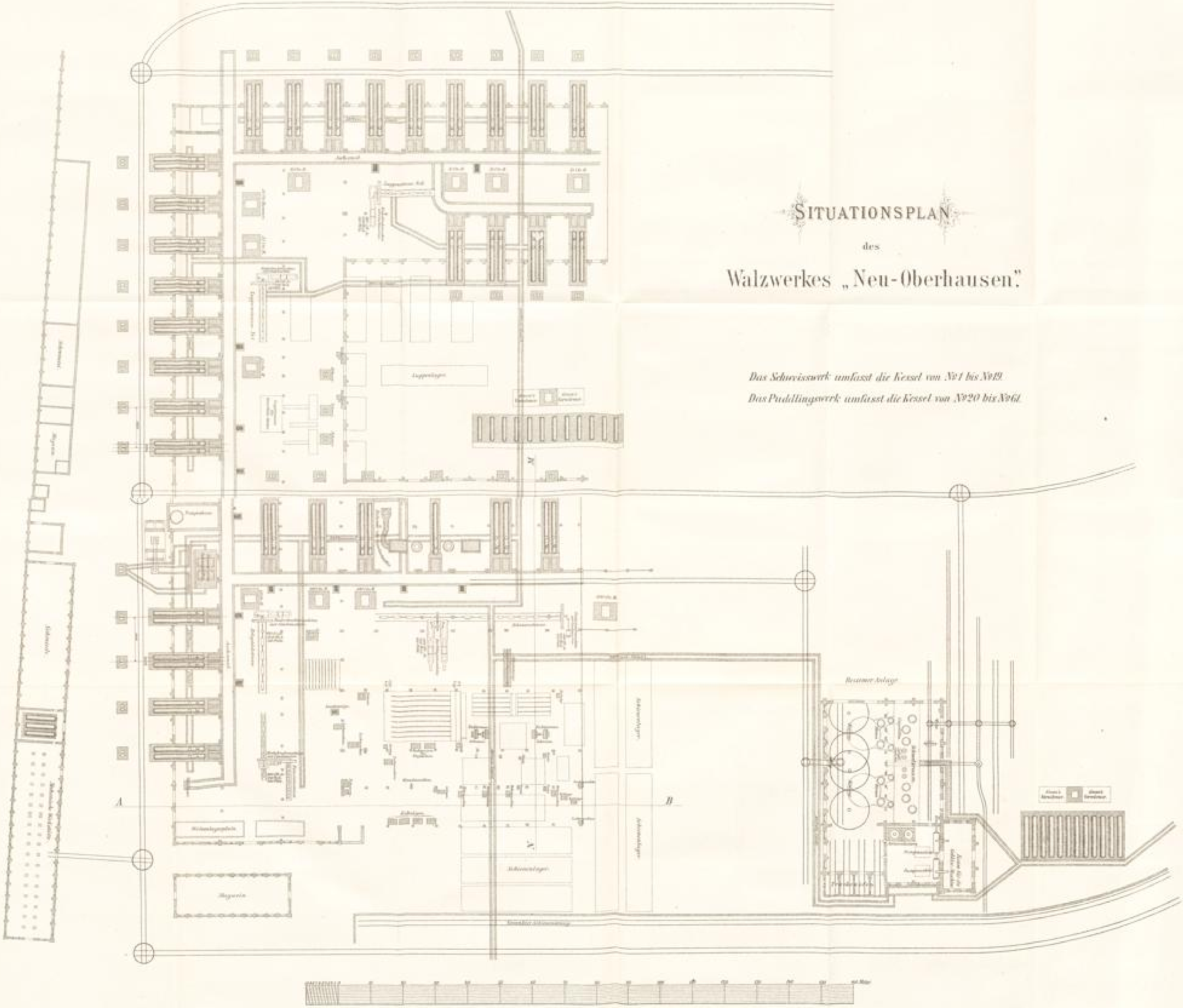
Situationsplan

des

Walzwerkes „Neu-Oberhausen".

Das Schweisswerk umfasst die Kessel von №1 bis №19.

Das Puddlingswerk umfasst die Kessel von №20 bis №61.



Vulcan-Bessemer-Hütte zu St. Louis.

In den Figuren 352 und 353 ist die von Alexander Holley gebaute neueste Bessemeranlage zu Vulcan-Eisenhütte bei St. Louis am Mississippi im Staate Missouri dargestellt[1]).

Es möge bemerkt werden, dass von den in Nordamerika bestehenden elf Bessemerwerken mit je zwei Birnen die grösste Zahl nach einem ganz ähnlichen Plane gebaut ist und nur das vorher abgebildete Werk zu Bethlehem wesentlich von dieser Anordnung abweicht, indem es alle Apparate in einem Gebäude und auf einer Hauptsohle enthält.

Die Fig. 352 zeigt den Grundriss, Fig. 353 den Aufriss des ganzen Werks, d. h. des Gebäudes mit den Umschmelz-, Frisch- und Giessvorrichtungen sammt Zubehör; Gebläse, Pumpen und Dampfkessel liegen dagegen in getrennten Räumen, welche ebenso wenig wie die Heizöfen und Walzwerke zur Weiterverarbeitung der Gussblöcke hier dargestellt sind.

Das Gebäude besteht aus zwei Theilen, dem Schmelzraum und dem Giessraum, von denen der auf der Zeichnung links gelegene kleinere, aber etwas höhere, die Schmelzapparate umfasst, während der zweite, rechts gelegene grössere, die Frischgefässe (Birnen), die Giessgrube und die Krähne einschliesst. Beide Räume sind von oblongem Grundrisse; jedoch enthält der Giessraum mehrere niedrige Anbauten als Trockenräume.

Die in den Grundriss (Fig. 352) eingeschriebenen Zahlen bedeuten die Höhen der Sohlen über der Hüttensohle.

Das Material für den Bessemerprocess ist theils starres Roheisen, welches erst durch Umschmelzen in den flüssigen Aggregatzustand übergeführt werden muss, theils flüssiges Roheisen, welches von den zu demselben Hüttenwerke gehörigen, nahe gelegenen Hochöfen geliefert wird.

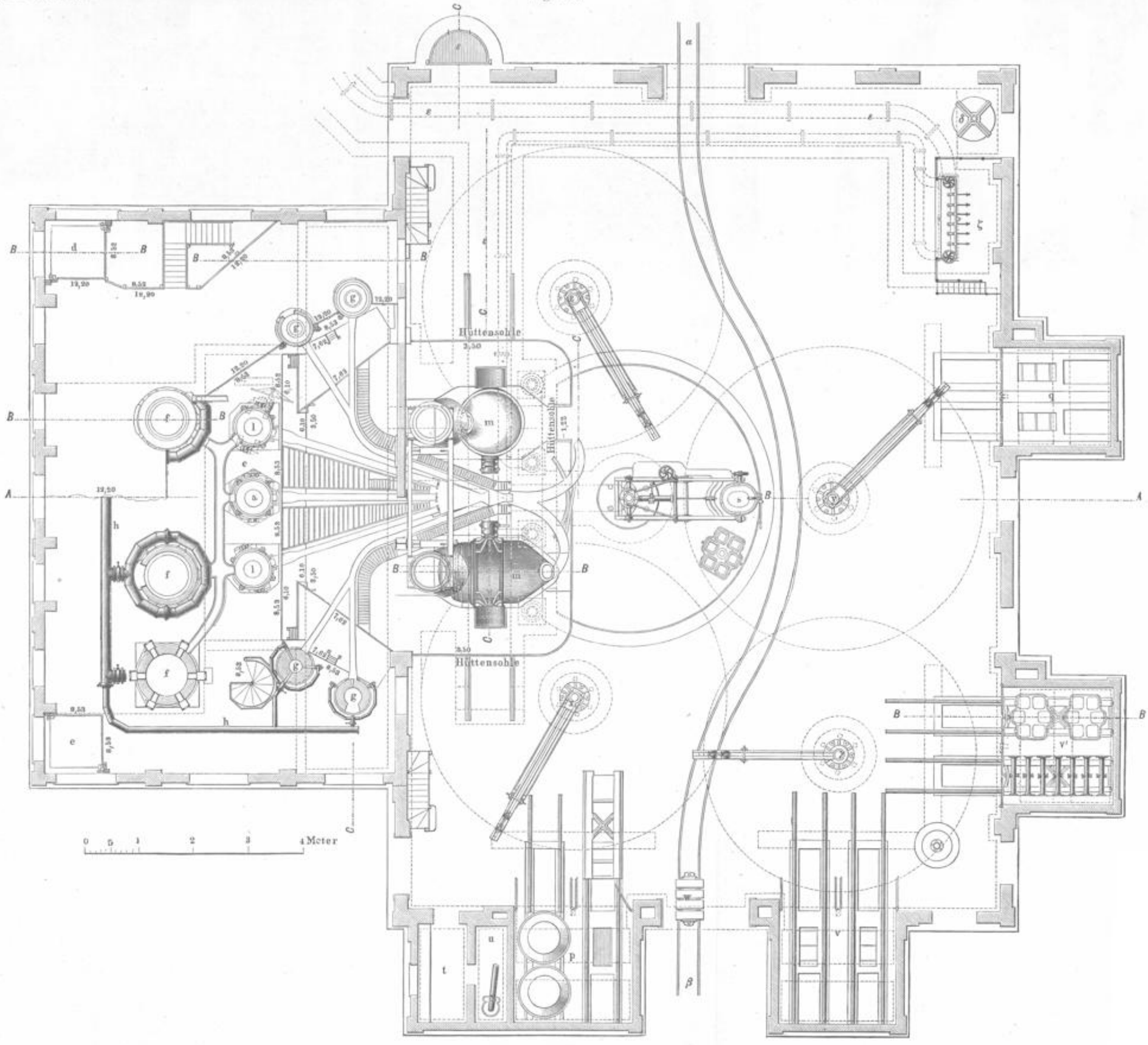
Das letztere wird in eine auf Rädern stehende Pfanne (*a*) abgestochen, welche auf einem hydraulischen Aufzuge (*b*) in eine solche Höhe (6·10 m über der Hauptsohle) gelangt, dass durch Kippung vermittelst eines Handrades (*c*) das flüssige Roheisen direct in die Birnen geleitet werden kann. Die Höhe, zu welcher die Pfanne gehoben wird, ist gleichzeitig so bemessen, dass letztere im Nothfalle auch als Sammelgefäss für das in dem Cupolofen umgeschmolzene Roheisen dienen kann.

Das starre Roheisen, welches umgeschmolzen werden soll, gelangt durch einen hydraulischen Aufzug (*d*), welcher in einer Ecke des Gebäudes angebracht ist (vergl. Fig. 352), auf den 12·20 m hoch gelegenen Beschickungsboden. Der gleiche Aufzug befördert auch das Spiegeleisen und die Schmelzkoks hinauf. Die zum Ausbau der Oefen erforderlichen feuerfesten Steine hebt dagegen auf die nur 8·53 m hohe Abstichsohle der Oefen ein in der anderen Ecke liegender hydraulischer Aufzug (*e*).

---

[1]) Aus derselben Arbeit.

Fig. 352.



Grundriss der Vulcan-Bessemer-Hütte zu St. Louis.

Die Umschmelzöfen (*f*) für das Materialroheisen, deren nur drei vorhanden sind, obwohl der Raum für vier genügt, stehen in einer Reihe rechtwinklig zur Giebelwand des Gebäudes, die vier Umschmelzöfen (*g*) für das Zusatzspiegeleisen sind dagegen paarweis in den Diagonalen angeordnet. Das von den Gebläsemaschinen kommende Windrohr (*h*) geht im Hufeisen an der Rückseite der sämmtlichen Oefen entlang und vertheilt den Wind in die jeden einzelnen in einem Kreise umgebenden Röhren.

Die Schlacke der Cupolöfen, welche durch einen Kalksteinzuschlag hinreichend leichtflüssig gemacht wird, fliesst beständig ab und gelangt auf einer schiefen Ebene (*i*) aus der Rückwand der Hütte ins Freie. Dieselbe schiefe Ebene dient auch dazu, die Rückstände des Ofens, welche nach Oeffnung des Bodens (*k*) darauf gelangen, ohne Belästigung der Arbeiter und Verunreinigung des Schmelzraumes fortzuschaffen.

Das Roheisen kann bei dieser Art des Betriebes natürlich nicht ohne Weiteres in die Frischgefässe oder Birnen abgestochen werden, da man stets nur einen Theil aus dem Schmelzofen entnimmt. Es läuft daher zuvörderst in Sammelgefässe (*l*), welche auf Brückenwaagen stehen und wird erst dann durch Kippung in die Birnen entleert. Wo nicht, wie hier, auch flüssiges Roheisen von den Hochöfen verwendet werden soll, wird die Anordnung einfacher.

Die Sammelpfannen sind so angeordnet, dass jede für jeden Roheisenschmelzofen benutzt werden kann. Für die Spiegelöfen ist keine Sammelpfanne vorgesehen, da man in diesen nur jedesmal soviel niederschmilzt, als für eine Frischhitze erforderlich ist.

Die unter dem benutzten Raume liegenden Gelasse werden zur Thon- und Quarzzerkleinerung durch Kollermühlen, zum Kneten der feuerfesten Massen und wohl auch zum Formen selbst benutzt.

An die nach dem Giessraume fast ganz offene Wand schliesst sich die die Birnen umgebende Sohle unmittelbar an.

Die Birnen (*m m*) sind parallel in derselben Kippaxe angeordnet. Sie werden nicht durch feste Mauern, sondern durch eiserne Pfeiler unterstützt, um freien Durchgang für den die Böden heranbringenden Wagen zu lassen. Die Zapfen sind aus Gusseisen, von sehr grossem Durchmesser und ebenso wie der obere Theil des den Wind zum Boden führenden Rohres direct an das gusseiserne Mantelmittelstück der Birne angegossen. Das Rohr geht in einer Tangentialebene abwärts, wodurch es weniger hinderlich beim Ansetzen des Bodenstücks wird. Die Kippung der Birne erfolgt vermittelst einer durch hydraulischen Kolben bewegten Zahnstange.

Der wichtigste und eigenthümlichste Theil der amerikanischen Birne ist der von Holley erfundene Losboden, d. h. ein Boden, welcher sich schon vor erfolgter Abkühlung der Birne erneuern lässt.

Ein solcher Losboden (*m'* Fig. 353) wird aus gebrannten Steinen auf der Windkastenplatte aufgebaut. Die Fugen zwischen den Steinen wer-

den mit einer zu einem dünnen Brei angerührten Ganistermasse verschmiert oder vergossen. Der fertige Boden kommt in den Trockenofen (*p*), dessen Fassungsraum auf vier Stück berechnet ist, während der Regel nach nur zwei sich gleichzeitig darin befinden. Entweder stehen dieselben einzeln auf Wagen oder zu zweien übereinander. Die Formziegeln für die Böden werden vor ihrer Verwendung in einem besonderen Ofen (*q*) gebrannt. Ist der Boden trocken, so wird er aus dem Ofen gezogen und gelangt unter die Birne, welche ihres alten Bodens vorher entledigt war. Nachdem der untere Theil des Birnenfutters mit einem Thonwulste umlegt ist, wird der neue Boden durch einen hydraulischen Tisch angehoben und ohne grosse Mühe festgekeilt. Jetzt wird der noch bleibende ringförmige Raum sorgfältig mit Ganister ausgestampft und die Birne ist betriebsfähig.

Die Böden hielten früher nur 5 bis 6, später 10 Hitzen aus, jetzt stehen sie 16 bis 20 Hitzen hindurch. Kleine Undichtigkeiten an der ringförmigen Dichtungsfuge können leicht auch während des Betriebes nachgebessert oder durch Anspritzen von Wasser eine Zeit lang vor weiterer Vergrösserung geschützt werden.

Der Boden wird durch eine hydraulische Vorrichtung angehoben. Diese Hebevorrichtung liegt in einem Wagen (*r*), der mit dem Druckwasserrohre durch einen Schlauch verbunden wird. Dieser Wagen kann natürlich nicht gleichzeitig zum Halten der Böden im Brennofen benutzt werden, und es muss daher ein Umladen der Böden durch einen Krahn (*x*, Fig. 352) stattfinden.

Es ist in Folge der Benutzung des Losbodens möglich geworden, an Stelle von 20 Hitzen jetzt ohne Schwierigkeit 35 und 40 Hitzen, selbst 60 und darüber, mittelst eines Birnenpaares in 24 Stunden durchzuführen.

Jede Birne wird hierbei so lange ununterbrochen betrieben, als es die Erhaltung des Bodens gestattet. Dann wird sofort die zweite Birne in Arbeit genommen und inzwischen die erste mit einem neuen Boden versehen. Das Ansetzen des neuen Bodens dauert der Regel nach 45 bis 50 Minuten, jedoch kann es im Nothfalle auch in 30 Minuten vollendet werden, so dass selbst für den Unglücksfall, in welchem der neue Boden der anderen Birne schon bei der ersten Hitze zu stark für einen Fortbetrieb leiden sollte, sofort Ersatz da ist.

Der fertige Inhalt der Birne wird in die Giesspfanne (*s*) entleert, welche an einem Arme des hydraulischen Krahnes hängt. Aus ihr erfolgt der Guss in die in der Giessgrube angeordneten Formen, sei es als einfacher Guss von oben, sei es als Gruppenguss von unten. Die Giessgrubensohle, welche auf anderen Werken oft in einer Ebene mit der Sohle des Bodenwagens liegt, findet sich hier um 1·2 m vertieft.

Die Stopfer für die Giesspfanne, welche durch den Boden ihres Metallinhalts entleert wird, werden in dem Raum (*t*) geformt und gleich daneben (in *u*) gebrannt. Die Böden für die Gruppenformen und die

Eingüsse für dieselben werden ebenfalls in einem besonderen Nebenraume (v) gebrannt.

Sehr wichtig für den ganzen Betrieb ist die entsprechende Anordnung der Krähne, welche sämmtlich in der Form hydraulischer Armkrähne hergestellt werden. Die zu bewegende Masse ist sehr bedeutend, denn abgesehen davon, dass alle Gussblöcke aus der Grube gehoben und auf Wagen (w) verladen werden müssen, welche sie zum Walzwerk schaffen — man benutzt zur Bewegung eine kleine Locomotive, — so ist es auch noch erforderlich, die Gussformen nach jedem Gusse auszuheben und vor dem Gusse einzusetzen.

Die Gruppenformen müssen die doppelte Bewegung wegen der jedesmaligen Neuherstellung des Bodens und des Eingusses erleiden, die Einzelformen werden nach dem Gebrauche noch warm in eine mit Kalkwasser gefüllte Grube getaucht, um das Anschweissen des flüssigen Metalls an die Wandungen zu verhüten.

Die Krähne, deren vier vorhanden sind, haben eine solche Lage gegen einander, dass drei davon (x, y, z) sowohl die Giessgrube als die Förderbahn für die Giessblöcke (α, β) bestreichen. Der eine Krahn (x) hat gleichzeitig die Aufgabe, die Böden von den Trockenwagen auf den hydraulischen Wagen zu heben und umgekehrt, der andere Krahn (y) bedient auch noch den Ziegeltrockenofen. Der vierte Krahn (γ) endlich bringt nur die Gruppengussformen auf den Wagen, mittelst dessen sie zur Giessgrube und von dort in den Trockenofen zurückgelangen.

Die den Wind zu den Birnen und zu den Schmelzöfen sowie die das Druckwasser von dem Accumulator (δ), welcher in der Ecke des Giesshauses steht, nach den Krähnen, den Kippvorrichtungen, der Bodenhebevorrichtung und den Aufzügen im Giesshause führenden Röhren liegen in gemauerten, jeder Reparatur leicht zugänglichen Canälen (ε).

Wind und Druckwasser bedürfen einer beständigen Regulirung. Die sämmtlichen Zulass- und Absperr-Ventile liegen daher zusammen und zwar auf einer erhabenen Kanzel neben dem Accumulator (ζ, Fig. 352), von wo aus der Betriebsleiter leicht die ganze Giesshütte übersehen kann.