

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die Metallurgie

Gewinnung und Verarbeitung der Metalle und ihrer Legierungen, 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

Dritter Abschnitt. Das Zängen und Dichten

DRITTER ABSCHNITT.

DAS ZÄNGEN UND DICHTEN.

Das schmiedbare Eisen, welches durch irgend eine der in den vorhergehenden beiden Capiteln beschriebenen Oxydations- oder Kohlungsarbeiten erhalten ist, besitzt niemals eine Beschaffenheit, in welcher es vom Fabrikanten direct zur Darstellung von Gebrauchsgegenständen verwendet werden könnte. In den Fällen, in welchen das Eisen im teigigen Zustande erhalten wurde, also beim Herdfrischen und beim Puddeln, ist es, wenn es aus dem Frischofen kommt, ein inniges Gemenge von Eisenkrystallen und Schlacke und zwar ist beim Puddeln der Schlackenreichtum am grössten. In diesen Fällen kann die Schlacke, ehe sie erstarrt, durch hinreichenden Druck zu einem sehr grossen Theil zwischen den Krystallen herausgepresst werden, welche dann ihrerseits aneinander-schweissend eine mehr oder weniger homogene und compacte Eisenmasse bilden. Diese Arbeit nennt man das Zängen.

In den Fällen, in denen dagegen das schmiedbare Eisen im flüssigen Aggregatzustande erhalten wird, also beim Bessemern und allen Flussstahlprocessen, ist es, wenn auch nicht vollkommen, so doch ziemlich schlackenfrei, besitzt aber in Folge eines selbst noch bei oder nach dem Giessen fortdauernden Oxydationsprocesses, durch welchen Gase entwickelt werden, eine Menge von Hohlräumen oder Blasen. Auch solche müssen zerstört werden und dies geschieht ebenfalls durch Druck. Die dazu nöthige Arbeit heisst das Dichten.

Die Werkzeuge, mit denen sowohl das Zängen als das Dichten geschieht, sind stets mechanisch bewegt und eine Handarbeit durch Hämmern geht nur in unbedeutendem Maasse bei den Herdfrischprocessen voraus. In jedem Falle wird die Arbeit durch Druck verrichtet, aber entweder wird dieser Druck plötzlich als Schlag, oder allmähig als Pressung ausgeübt. Für den ersten Zweck dienen Hämmer, für den zweiten Quetschwerke, welche, wenn sie aus zwei in entgegengesetzter Richtung rotirenden Cylindern bestehen, insonderheit Walzwerke genannt werden.

Nun werden zwar die Quetschen lediglich zum Zängen und Dichten angewendet, die Hämmer dagegen zum grossen Theile, und die Walzen nur bei einer Nacharbeit, d. h. es macht ein Eisenstück den Zängeprocess zuvörderst unter dem Hammer oder unter der Quetsche durch

und geht dann unter die Walzen, welche neben dem Zwecke den Zängeprocess zu vollenden, gleichzeitig den haben, dem Eisen eine bestimmte Form zu ertheilen. Es unterscheiden sich aber die Hämmer zum Zängen und Dichten nicht von denen, welche zur Schweissung fertigen Eisens und zur Formgebung allein dienen, ebenso wie sich die Walzwerke nur in gewissen geringfügigen Beziehungen in zwei entsprechende Gruppen trennen lassen.

Aus diesem Grunde hat es der Verfasser vorgezogen, von dem Plane, welchen er in seinen Vorlesungen, daher auch in seinem Grundrisse der Eisenhüttenkunde ¹⁾ verfolgt hat, abzugehen, in dem vorliegenden Abschnitte nur die Arbeiten des Zängens und Dichtens ohne Beschreibung der dabei angewendeten Apparate zu besprechen und letztere insgesamt erst im zweiten Theile des vierten Abschnittes zu behandeln.

1. Bearbeitung des teigigen Eisens.

Beschaffenheit des Eisens.

Das aus dem Herdfrisch- und dem Puddel-Process hervorgehende Eisen ist ein Gemenge von Eisenkrystallen und Schlacke. Die Eisenkrystalle sind meist vollkommen ausgebildet, oft ziemlich scharf umgrenzt, stets dem regulären Systeme mangelhörig. Die Grösse der Krystalle richtet sich nach der chemischen Zusammensetzung des Eisens, hauptsächlich nach dem Kohlenstoffgehalte ²⁾, mit dem sie bis zu einer Höhe von circa 2 Proc. steigt.

Ebenso wirkt Phosphor auf die Bildung grösserer Krystalle, dagegen Mangan, Silicium, Arsen, Zinn, Wolfram, Titan, Chrom auf kleinere Krystalle. Bei gleicher chemischer Zusammensetzung hat die Temperatur Einfluss auf die Krystallgrösse, indem, wie überall, mit schneller Abkühlung die Ausbildung der Krystalle gehemmt wird. Messungen von Krystallen sind noch nicht veranstaltet, und so sind Zahlen auch nicht anzugeben.

Die Schlacke ist stets als eine Garschlacke, d. h. ein oxydoxydulreiches Eisensingulosilicat, vorhanden, welches vom beinahe reinen Singulosilicat alle Abstufungen bis zum Hammerschlag oder dem einfachen Oxydoxydule zeigen kann.

So ist z. B. die bereits Seite 109 angeführte beim Zängen eines Herdfrischdeuls gefallene Schlacke zusammengesetzt aus:

Kieselsäure	3.10
Thonerde	0.73
Eisen ³⁾	71.62
Manganoxydul	0.41
Kalk	0.23

¹⁾ Berlin 1871. — ²⁾ Vergl. S. 2. — ³⁾ Ohne Angabe der Oxydationsstufe.

woraus Rammelsberg 8·30 Proc. Eisensingulosilicat mit dem Rest von Eisenoxydoxydul berechnet hat ¹⁾).

Verhalten bei der Bearbeitung.

Die Schlacke hat einen weit geringeren Schmelzpunkt als die Eisenkrystalle und bleibt daher während der Bearbeitung flüssig, lässt sich aus den Zwischenräumen der Eisenkrystalle herausdrücken und hinterlässt wegen ihrer Lösungsfähigkeit für Eisenoxydoxydul metallisch reine Oberflächen, welche, wenn sie weissglühend sind, bei der Berührung und unter Einfluss des Druckes zu compacten Eisenmassen zusammenschweissen.

Während die Schlacke vor der Bearbeitung nur noch geringen Einfluss auf das Eisen ausübte, wächst dieser Einfluss wieder bei der innigen Berührung, in welche beide während der Bearbeitung kommen. Die Folge ist eine lebhaft fortschreitende Entkohlung, welche sich leicht an den aus der Eisenmasse heraustretenden blauen Kohlenoxydgasflammen erkennen lässt.

Je mehr eine solche Entkohlung vermieden werden soll, um so mehr muss Beschleunigung der Arbeit angestrebt werden. Daher muss Stahl möglichst schnell gezängt werden.

Zängearbeit.

Das Zängen geschieht bei den aus dem Herdfrischen erhaltenen Deulen fast stets unter dem Hammer. Der Deul wird, nachdem er aus dem Feuer gehoben ist, mit schweren Handhämmern beklopft, um anhaftende Schlackenkrusten zu entfernen und andererseits lose Eisentheile anzuschweissen. Darauf gelangt er unter den Zängehammer, unter welchem er, zuvörderst die Oberseite nach unten gekehrt, nach und nach von allen Seiten mit immer kräftigeren Schlägen bearbeitet wird, bis so viel Schlacke als möglich herausgetrieben ist; dann hämmert man ihn zu einem flachen Kuchen aus und zertheilt (schrotet) diesen mittelst eines Setzeisens in mehrere Stücke, deren jedes dem Gewichte eines oder zweier daraus darzustellender Stäbe oder Bleche entspricht. Diese Stücke (Schirbel ²⁾) werden dann bei der Dreimalerschmelzerei mit dem nächsten Einschmelzen des Roheisens im Frischfeuer selbst, sonst in einem besonderen Feuer von neuem erhitzt und dann weiter bearbeitet.

Aus dem Aeusseren des Deuls lässt sich schon recht gut auf die Qualität schliessen. Eine gute Form deutet auf einen normalen Verlauf des Frischprocesses. Auf der Oberseite muss er glatt sein, darf höchstens da, wo

¹⁾ Das Oxydoxydul von der Zusammensetzung Fe_9O_{10} oder $7(\text{FeO}), \text{Fe}_2\text{O}_3$. Chem. Metallurgie S. 170 u. 178. — ²⁾ Von Scherben abgeleitet; auch Massel, welches Wort wohl ein kleines Stück der ganzen Masse bedeutet. Beim Stahl-schrei (Cotta) heissen die Stücke auch wohl Deule (Theile).

der Wind aufschlug, eine kleine Vertiefung zeigen, muss eine klare lichte Farbe haben und keine Anhängsel von Schlacke oder Auswüchse von Eisen besitzen. Auf der Unterseite ist der Deul rauh und mehr von Schlacke durchdrungen (haarig ¹⁾). Beim Beklopfen des Deuls darf nur etwas Schwal abfallen, während beim eigentlichen Zängen eine ziemliche Menge Schlacke ausgepresst wird. Die Schläge des Hammers, welche zu Anfang fast unhörbar sind, müssen bald klingend werden. Ist letzteres nicht der Fall, so ist der Deul zu weich und schwammig (übergar). Ein Stahlschrei giebt von Anfang an einen helleren (härteren) Klang und wenn dies ein Schmiedeisendeul thut, so liegt das an nicht hinreichender Gare.

Die Luppen aus dem Puddelofen werden zwar meistentheils auch unter Hämmern gezängt, aber auch oft unter Quetschen. Was zuvörderst die Wirksamkeit beider Apparate betrifft, so ist entschieden dem Hammer der Vorzug zu geben. Er gestattet eine gleichförmige Bearbeitung des Eisens von allen Seiten, während die Quetschen dies gar nicht oder nur in beschränktem Maasse zulassen. Die Folge davon ist, dass sich bei der letzten Arbeit sogenannte Schlackenrillen bilden, d. h. langgestreckte, rechtwinklig zur Druckrichtung ausgedehnte Schlackenansammlungen, welche später unganze, d. h. unvollkommen geschweisste Stellen geben. Ferner gestattet der Hammer die Einwirkung eines sehr verschiedenen Druckes auf Eisenstücke jeder Grösse. Es kann daher mit allmäliger Verstärkung des Schlages das Eisen bis zu einem hohen Grade bearbeitet, daher sehr frei von Schlacke hergestellt werden, während bei der Quetsche die Zunahme des Druckes der Regel nach constant und daher verschieden für ungleich starke Eisenstücke ist.

Unter dem Hammer lässt sich in Folge dessen auch die Beschaffenheit eines Eisens besser beurtheilen als unter der Quetsche. Ein nicht gar gepuddeltes, ein schwefelreiches Eisen u. s. w. zerfällt unter dem Hammer, während es unter der Quetsche oft ganz bleibt. Freilich hat der Hammerschmied es ziemlich in der Hand, durch sehr sanfte Schläge das Eisen ganz zu erhalten, und dies noch dazu unter Vernachlässigung des vollkommenen Ausquetschens der Schlacke und der genügenden Schweissung der Eisenkrystalle. Aus diesem Grunde muss man die Interessen der Puddler und der Hammerschmiede nicht durch gemeinschaftliches Gedinge vereinigen.

Endlich wirken die Erschütterungen des Hammers günstiger auf die Beschaffenheit des Eisens als der allmälige Druck der Quetsche und zwar aus zwei Gründen. Erstens werden eingeschlossene, mit Schlacke gefüllte Hohlräume besser zerstört und zweitens wird die Ausbildung der Eisenkrystalle zur Sehne, welche nicht jetzt, sondern erst später erfolgen soll, durch die Erschütterungen gehemmt.

¹⁾ Vergl. Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitung II, S. 95, welcher die hierhergehörigen Arbeiten sehr vollständig beschreibt.

Das Verfahren beim Zängen der Puddelluppen ist folgendes: Die Puddelluppen werden auf kleine zweirädrige Wagen, welche mit einer flachen Schale versehen sind, zum Zängeapparat gefahren, dann, wenn das Zängen unter dem Hammer erfolgt, mit einer Zange gepackt und unter dem Hammer so lange gedreht und gewendet, bis die Schlacke möglichst heraus ist, hiernach entweder zu einem flachen Kuchen (einer Bramme) oder einem parallelepipedischen Stücke (einem Kolben) ausgehämmt, welches letztere auch noch einige Schläge in der Richtung seiner Längensaxe empfängt (gestaucht) wird.

Zuweilen wird beim Beginn des Zängens ein an einem Ende schweisswarm gemachter Stab (der Schweif) angeschweisst und mittelst dieses das Eisenstück gelenkt.

Geschieht das Zängen unter der Quetsche, so verrichtet diese die Arbeit entweder ohne das Zuthun des Arbeiters oder der letztere behandelt die Luppe ganz wie unter dem Hammer, indem er sie dreht und wendet und den erzeugten Kolben zuletzt staucht. Eine Zertheilung der Puddelluppen findet nur bei den aus dem rotirenden Ofen kommenden statt; der Regel nach giebt man im Puddelofen jeder Luppe sofort ein dem zu fertigenden Eisenstücke entsprechendes Gewicht.

Die Brammen werden meist mit anderem Eisen packetirt, geschweisst und zu Blech oder anderen Eisensorten verarbeitet.

Die Kolben werden dagegen fast immer in derselben Hitze, nachdem sie gezängt sind, zu flachen Stäben, welche man Rohstäbe (Rohschienen) nennt, ausgewalzt, wobei die Zängearbeit vollendet wird. Hierbei werden gleichzeitig die Krystalle, so weit sie vermöge ihres Kohlenstoffgehaltes dazu geeignet sind, in Sehnen umgewandelt (s. S. 2).

Diese Rohschienen werden mindestens an einem Ende angebrochen und nach dem Bruche sortirt. Wo man mehrere Sorten Eisen erzeugt, trennt man gewöhnlich: Puddelstahl, Feinkorn, gemischtes Korn (d. h. Feinkorn und Sehne, aber ersteres überwiegend), gemischte Sehne (d. h. Feinkorn und Sehne, aber letztere überwiegend) und Sehne. Wo phosphorhaltiges Eisen verarbeitet wird, sortirt man nach Grobkorn, Mittelkorn und Feinkorn. Endlich werden als ein dem Puddler zurückzugebender Ausschuss die ungaren oder halbgaren Stücke bezeichnet, welche sich durch ihren matten Bruch kenntlich machen.

Obschon die Rohschienen nur ein Halbfabrikat sind, giebt ihre Festigkeit beim Zerbrechen doch schon ein treffliches Anhalten zur Beurtheilung der Eisenqualität.

Verwerthung der Schlacke.

Die beim Zängen ausgepresste Schlacke, welche beim Herdfrischen Schwal oder Stockweich, beim Puddeln Stockschlacke, Zängeschlacke, Hammerschlacke genannt zu werden pflegt, ist ein vortrefflicher Zusatz für die folgenden Frischprocesse. Nur in dem Falle, in dem aus phos-

phor- und schwefelhaltigem Eisen durch Aussaigern absichtlich noch ein Gehalt an jenen schädlichen Stoffen entfernt werden soll, muss man vorsichtig sein und jedenfalls Analysen anstellen, da man sonst durch stets wiederholten Zusatz eine beständige Verschlechterung des Eisens herbeiführen würde.

2. Bearbeitung des aus dem flüssigen Aggregatzustande erstarrten Eisens.

Das aus dem flüssigen Zustande erstarrte Eisen, wie namentlich die Producte des Bessemerns und der Flusstahlbereitung, sind zwar nicht ganz, aber doch so schlackenfrei, dass durch Hämmern oder Pressen nichts mehr an diesem Zustande verbessert werden kann. Dagegen haben diese Eisensorten nach ihrem Erstarren stets eine grössere oder geringere Menge von Gasen absorbiert, welche Blasenräume bilden. Diese Blasenräume zeigen fast immer eine melonenartig gestreifte Oberfläche. Die Streifen, welche bei der Lage, in der der Guss erfolgte, senkrecht stehen, sind aus dicht aneinandergereihten tropfenförmigen Eisenkörnern gebildet.

Die Blasenoberfläche zeigt entweder ein vollständig metallisches, weisses Ansehen, oder ist mit einer schwachen Oxydhaut überzogen, welche die Lichtstrahlen irisirend bricht. Sehr selten kommen mattrothe, von stärkeren Oxydhäuten, oder grauschwarze, von Kohlenstoffausschwitzung herrührende Färbungen vor.

Die Ursache der Gasentwicklung kann eine zweifache sein. Entweder geht während des Gusses noch in Folge absorbirter Luft oder anderer sauerstoffhaltiger Gasarten der Entkohlungsprocess weiter voran und es bildet sich Kohlenoxyd, welches die Wandungen der Blasenräume, in denen es eingeschlossen ist, vor Oxydation schützt, oder aber es wird beim Gusse von dem Stahlstrahl atmosphärische Luft mitgerissen, welche nun oxydirend auf das Eisen einwirkt und jene Oxydhäutchen bildet. Der Kohlenstoffabsatz kann kaum auf andere Weise erklärt werden, als durch Zersetzung von Kohlenoxyd bei niedriger Temperatur ¹⁾.

Diejenigen Blasenwände, welche unoxydirt bleiben, schweissen beim Dichten, welches der Regel nach unter dem Hammer und zwar unter einem sehr schweren Hammer, seltener unter Walzen von grossem Durchmesser erfolgt, wenn die Temperatur genügt, leicht zusammen und lassen keine unganzen Stellen im Eisen zurück, wogegen dies bei oxydirten Oberflächen stets der Fall ist. Man muss daher vor allen Dingen beim Gusse des Stahles das Eindringen oxydirender Gasarten zu vermeiden suchen.

¹⁾ Vergl. Seite 509.

Analysen der absorbirten Gase.

Troost und Hautefeuille¹⁾ haben die Gase untersucht, welche sich in kohlenstoffhaltigem, geschmolzenem Eisen beim Erkalten entwickeln. Sie kamen zu dem Schlusse, dass diese Gase keineswegs nur absorbirte Gase, sondern grösstentheils solche seien, welche sich durch chemische Reactionen bilden. Sie stellten durch Versuche fest, dass das kohlenstoffhaltige Eisen (Roheisen wie Stahl) ein Kochen, also eine Entwicklung von Gasblasen stets dann zeigte, wenn es in Apparaten aus feuerfestem Thone in geschmolzenem Zustande erhalten werde, und dass auf diese Erscheinung Temperaturänderungen keinen merklichen Einfluss haben können. Sie bewiesen ferner, dass diese Gasentwicklung nicht von einer Einwirkung der in der Luft enthaltenen Kohlensäure oder dem Wasserdampfe herrühre, da sie sich auch in Abwesenheit dieser Gasarten zeigt.

So entwickelte ein 72 Stunden lang in einem gut verschlossenen Apparate unter schwachem Drucke geschmolzen gehaltenes Roheisen noch Gas und dasselbe Roheisen verhielt sich in einer Atmosphäre von Kohlenoxyd oder Wasserstoffgas wie im trockenen luftleeren Raume.

Das Gas, welches entweicht, ist Kohlenoxyd und die Experimentatoren schreiben seine andauernde Entwicklung der Einwirkung des Metalles auf die Thonmasse des Gefässes²⁾ zu, da eine Untersuchung zeigte, dass das Eisen Kohlenstoff verloren und Silicium aufgenommen hatte³⁾.

Man fand folgende Zahlen:

	Silicium	Kohlenstoff
1. Ein Roheisen mit	0·21	5·32
zeigte nach 48stündigem Erhitzen in Porcellan	0·87	5·20
„ „ 24 „ „ „ Gaize ⁴⁾ .	1·07	3·90
„ „ 24 „ „ „ „ in		
einzelnen in die Masse gefressenen Kügelchen	3·4	—
	Silicium	Kohlenstoff
2. Ein Gussstahl mit	0·10	1·54
zeigte nach 24stündigem Schmelzen im hessischen Tiegel	0·26	0·74
„ nach 24stündigem Schmelzen in Gaize .	0·80	0·70

Diese Versuche bestätigen in der That, dass Kieselsäure durch den Kohlenstoff des Eisens — wahrscheinlich indirect durch Vermittelung des letzteren — reducirt und Kohlenoxyd gebildet wird.

¹⁾ Compt. rend. T. LXXVII, p. 482 u. 562. — ²⁾ Bei den Experimenten die Masse eines Porcellanschiffchens. — ³⁾ Letzteres angeblich bis zu 8 Proc. —

⁴⁾ Gaize ist ein Gestein mit 29 bis 47 Proc. in Kalilauge löslicher und 25 bis 40 Proc. unlöslicher Kieselsäure, im Reste aus Eisenoxyd, Thonerde, Kalk, Magnesia und Wasser bestehend.

Wenn man nun umgekehrt Silicium, welches z. B. durch den Grafit in den Tiegelwandungen reducirt wird, in das Eisen führt, so dürfte hiernach überhaupt keine Reaction stattfinden. Diese Reaction tritt aber bei bestimmten Temperaturen dennoch ein und dies kann nur dem Einflusse des in dem Eisen noch enthaltenen oder sich darin bildenden Kohlenoxydes auf das Silicium unter Bildung von Kieselsäure (Eisenoxydulsilicatschlacke) zugeschrieben werden. So ist die weiter unten bei der Gussstahlerzeugung näher erörterte Eigenthümlichkeit zu erklären, dass der Stahl, nachdem er hinreichende Zeit in einem Gefässe erhitzt worden ist, in dessen Wandungen sich Silicium reducirt, nicht mehr kocht, weil das Silicium das Kohlenoxyd ohne Gasentwicklung zersetzt.

Welche Temperaturen zur Hervorrufung der einen oder der anderen entgegengesetzten Reaction erforderlich sind, ist noch keineswegs festgestellt.

Die oben genannten Experimentatoren stellten ferner fest, dass das geschmolzene Eisen Wasserstoffgas absorbire, und dieses beim Erkalten oder bei Verringerung des Druckes entweichen lasse, also eine dem Sprazen des Silbers ähnliche Erscheinung hervorrufe. Phosphor und Silicium sollen die Absorption von Wasserstoff wesentlich beeinträchtigen, Kohlenoxyd unter sonst gleichen Umständen nur in sehr geringer Menge absorbirt werden.

Es wurden aus einem Holzkohlenroheiscylinder von 500 g Gewicht beim 190stündigen Erhitzen auf 800° C. im luftleeren Raume 16·7 cbcm Gas extrahirt, welche ergaben:

Kohlensäure	0·6 cbcm oder	3·59 Proc.
Kohlenoxyd	2·8 " "	16·76 "
Wasserstoff	12·3 " "	74·07 "
Stickstoff	1·0 " "	5·58 "
		16·7 cbcm oder 100·00 Proc.

Derselbe Cylinder wurde in einer Wasserstoff- und in einer Kohlenoxydatmosphäre bei 800° und unter einem Druck von 0·770 m Quecksilbersäule im ersten Falle 48, im zweiten 170 Stunden lang erhitzt und hiernach im trockenen Vacuum extrahirt. Es ergab sich bei der Behandlung mit:

	Wasserstoff		Kohlenoxyd	
an Kohlenoxyd .	1·1 cbcm oder	2·36 Proc.	14·7 cbcm oder	86·98 Proc.
" Wasserstoff .	44·0 " "	94·42 "	1·5 " "	8·87 "
" Stickstoff . .	1·5 " "	3·22 "	0·7 " "	4·15 "
		46·6 cbcm oder 100·00 Proc.		
			16·9 cbcm oder 100·00 Proc.	

Ein 500 g schwerer Gussstahlcylinder bei 800° ebenso behandelt ergab folgende Resultate:

	Gas im ursprünglichen, geschmiedeten Metallcylinder		Nach der Sättigung mit Wasserstoff		Nach der Sättigung mit Kohlenoxyd	
	cbcm	Proc.	cbcm	Proc.	cbcm	Proc.
Kohlensäure . .	0'05 oder	2'27	—	—	—	—
Kohlenoxyd . .	1'40 „	63'65	0'9 oder	11'53	2'0 oder	62'50
Wasserstoff . .	0'50 „	22'72	6'4 „	82'05	0'8 „	25'00
Stickstoff . . .	0'25 „	11'36	0'5 „	6'42	0'4 „	12'50
	2'20 oder	100'00	7'8 oder	100'00	3'2 oder	100'00

Ein 500 g wiegender Cylinder von weichem Eisen endlich gab nach der Erhitzung bei 800° in 190 Stunden folgende Resultate:

	Gas im ursprünglichen Metallcylinder		Nach der Sättigung mit Wasserstoff		Nach der Sättigung mit Kohlenoxyd	
	cbcm	Proc.	cbcm	Proc.	cbcm	Proc.
Kohlensäure . .	2'2 oder	11'89	—	—	—	—
Kohlenoxyd . .	10'8 „	58'38	0'6 oder	4'31	13'7 oder	97'85
Wasserstoff . .	4'4 „	23'78	10'0 „	71'94	0'2 „	1'43
Stickstoff . . .	1'1 „	5'95	3'3 „	23'75	0'1 „	0'72
	18'5 oder	100'00	13'9 oder	100'00	14'0 oder	100'00

Hieraus scheint sich zu ergeben, dass Stahl und Schmiedeeisen viel weniger Gas absorbiren als Roheisen, dass ferner Schmiedeeisen das Kohlenoxyd mit grösserer Kraft als Roheisen und Stahl und letzterer den Wasserstoff kräftiger als Roheisen und Schmiedeeisen zurückhält.

Wenn aber in Betracht gezogen wird, dass die Gase, welche das schmiedbare Eisen bei seiner Erzeugung unter hohem Drucke absorbiert oder absorbiren kann, sehr leicht entweichen müssen, sobald dasselbe ausserhalb des Tiegels, Ofens u. s. w. unter den geringeren Druck der Atmosphäre kommt, so ist sehr unwahrscheinlich, dass beim Erstarren noch viel davon vorhanden sein kann. Vielmehr muss das die Blasenräume bildende Gas hauptsächlich erst beim Eingiessen in die Form entweder absorbiert oder durch Reaction erzeugt werden. Der erstere der beiden Vorgänge ist unter der Voraussetzung, dass die Gase unverändert bleiben, wieder nicht wahrscheinlich, weil dieselben nicht beim höchsten Flüssigkeitsgrade, also der höchsten Temperatur des Productes, sondern erst bei einer bestimmten erniedrigten Temperatur entweichen. Es bleibt also nur die Erklärung durch Gasbildung in der Form übrig. Eingeschlossene Schlackentheilchen, freies oder im Singulosilicat gelöstes Oxydoxydul können direct Kohlenoxyd bilden, ein Einfluss, welchen vorhandenes Mangan oder Silicium auszugleichen vermag.

Jedoch kann auch eine indirecte Einwirkung durch absorbirte, an sich selbst nicht bei dem höchsten Hitzegrade entweichende Gase (Luft oder Sauerstoff) entstehen, wenn diese erst bei sinkender Temperatur sich mit dem Kohlenstoff des Eisens verbinden und Kohlenoxyd bilden.

