

0.352 g verloren, bei 100° C. getrocknet, 0.0732 g Alkohol.

	Gefunden	Berechnet für (C ₇ H ₉ N) ₂ + NiCl ₂ + 2 C ₂ H ₆ O
Alkohol	21.00 pCt.	21.10 pCt.

0.352 g gaben 0.04908 Ni, im Wasserstoffstrome geglüht.

	Gefunden	Berechnet nach obiger Formel
Ni	13.94	13.53.

0.6334 g alkoholhaltiges Salz gaben 0.4165 g AgCl und 0.0035 g Ag.

	Gefunden	Berechnet für (C ₇ H ₉ N) ₂ + NiCl ₂ + 2 C ₂ H ₆ O
Cl	16.45	16.28.

0.4173 g bei 100° C. getrocknetes und gereinigtes Salz gaben 0.072216 g Ni.

	Gefunden	Berechnet für 2 C ₇ H ₉ N + NiCl ₂
Ni	17.31	17.15.

0.3258 g bei 100° C. getrocknetes Salz gaben 0.2697 g AgCl und 0.0028 g Ag.

	Gefunden	Berechnet für 2 C ₇ H ₉ N + NiCl ₂
Cl	20.76	20.64.

Kobaltchlorür-Xylidin. Hellblaue, in kleinen Nadelchen krystallisierende Verbindung, die alkoholfrei erhalten wird.

0.2805 g, bei 100° C. getrocknet, gaben 0.1184 g Co SO₄.

0.2508 g aus Alkohol umkrystallisirtes Salz gaben 0.1904 g AgCl und 0.0032 g Ag.

	Gefunden	Berechnet für 2 C ₈ H ₁₁ N + CoCl ₂
Co	16.03	15.86
Cl	19.17	19.09.

25. Friedrich C. G. Müller: Untersuchungen über den Bessemerprocess.

II. Mittheilung.¹⁾

(Eingegangen am 17. Januar.)

III. Der deutsche Bessemerprocess.

In meiner ersten Abhandlung wurden Analysen und Diagramme zweier Bessemerchargen vom Stahlwerk Osnabrück mitgetheilt, die auf eine neue, bis dahin nicht beobachtete Art des Bessemerprocesses führten, dessen Eigenthümlichkeit in dem Stillstand der Siliciumverbrennung während der Eruptionsperiode bestand und einer heissen

¹⁾ Die heutige Mittheilung knüpft unmittelbar an meine im Frühling vorigen Jahres in diesen Berichten XI, 536, veröffentlichte Abhandlung an. Es wird keine Beziehung genommen auf meine ausführliche Abhandlung über den deutschen

Endperiode von kurzer Dauer, mit energischem Abbrand von Silicium und Mangan, bei erlöschender Kohlenstoffverbrennung. Als Vermuthung wurde damals ausgesprochen, dass dieser neue Process eine weitere Verbreitung haben müsste. Durch die Bereitwilligkeit der Directoren einer Anzahl norddeutscher Bessemerwerke habe ich nicht nur die Richtigkeit jener Vermuthung experimentell feststellen können, sondern auch Gelegenheit gehabt, durch persönlichen Verkehr mit den tüchtigsten Bessemeringenieuren fachmännische Erfahrungen und Urtheile von hohem Werth mir zu Nutzen zu machen.

Durch die Analyse verfolgt wurden folgende Chargen in meiner Gegenwart geblasen.

Stahlwerk Hörch in Dortmund, am 27. April 1878. Der Einsatz von 7500 kg bestand zu $\frac{2}{3}$ aus Cumberlandbessemerisen, zu $\frac{1}{3}$ aus manganreichem, deutschem Bessemerisen. Sofort Natriumlinien. Die Roheisenprobe wurde, wie immer, nicht aus der Rinne sondern aus dem Converter, nachdem einige Secunden geblasen, entnommen. Die zweite Probenahme fand statt nach $4\frac{1}{2}$ Min., als die Flamme anfang constant zu werden, worauf 150 kg Schienenenden kalt zugesetzt wurden. Die folgende Probe wurde genommen zu Anfang der dritten Periode. Am Ende des Processes sah man nur dicken Qualm, keine eigentliche Flamme über dem Converterhalse. Darauf wurden $6\frac{1}{2}$ pCt. geschmolzenes Spiegeleisen zugelassen, wobei eine sehr kräftige Kohlenoxydflamme mit brillantem Manganspectrum auftrat, schliesslich 250 kg Schienen nachgesetzt und langsam auf und nieder gekippt. Das fertige Metall zeigt beim Ausgiessen am Strahl oben und unten eine Flamme und erstarrt ruhig zu homogenen Blöcken. Die Probe vor Spiegelzusatz trieb indessen sehr stark. Die Schlacke wurde erst am Ende dünnflüssig, die Schlackenprobe war blau angelaufen.

	Charge.	Nach Minuten			Nach Spiegel.
		$4\frac{1}{2}$	13	16	
C	3.52	2.78	0.428	0.053	0.228
β C	—	—	0.215	—	—
Si	1.85	1.21	0.932	0.285	0.270
Mn	1.93	1.69	1.005	0.373	0.620.

Union zu Dortmund, am 27. April 1878. Der Einsatz von 8000kg bestand zu $\frac{2}{3}$ aus englischem Eisen, zu $\frac{1}{3}$ aus deutschem, zu $\frac{1}{3}$ aus Stahlabfällen. Die Charge ist etwas kälter eingeschmolzen, die Natrium-

Bessemerprocess im Octoberheft der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, weil letztere Zeitschrift der grossen Mehrzahl der Mitglieder der deutschen chem. Gesellschaft nicht zur Hand sein dürfte. Ich bemerke aber ausdrücklich, dass die heutige Arbeit nicht etwa ein Extract aus der gedachten Abhandlung ist, sondern eine erhebliche Anzahl neuer Beobachtungen enthält.

linie, anfangs blitzend, wurde erst nach 2 Min. constant. Ausserdem wurde sie 10—13 Min. durch $3\frac{1}{2}$ pCt. Schienenenden, welche ohne Unterbrechung des Blasens oben in den Converter gebracht wurden, abgekühlt. Leider war es der ausserordentlich zähen Schlacke wegen mit den vorhandenen Hilfsmitteln nicht möglich beim Beginn der Endperiode, 2 Min. vor Schluss, eine Probe zu nehmen. Ebenso mussten an Stelle einer Schöpfprobe am Schluss einige aus der Schlacke geklopfte Stahlkügelchen zur Analyse dienen. Letztere wurden aber, weil sie nicht völlig schlackenfrei waren, nur dazu benutzt, um zu constatiren, dass der Mangengehalt am Ende, nach 15 Min., höchstens 0.1 pCt betragen konnte. Nach dem Blasens wurden gegen 9 pCt. geschmolzenes Spiegeleisen zugesetzt, welches eine ziemlich kräftige Reaction hervorrief und die Schlacke flüssiger machte. Der fertige Stahl flammte beim Giessen, trieb aber beim Erstarren.

	Charge.	Nach Minuten		Nach Spiegel.
		5	10	
C	—	—	—	0.332
β C	—	—	0.280	—
Si	2.03	1.136	0.830	0.166
Mn	0.686	0.412	0.296	0.817.

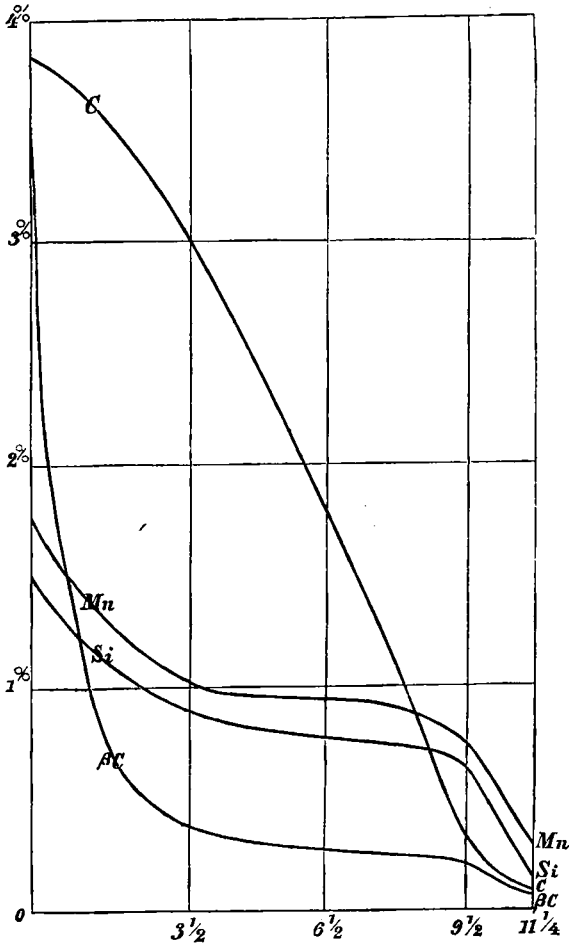
Stahlwerk Osnabrück, Februar 1878. Diese Charge wurde versuchsweise aus reinem, englischem Bessemereisen mit weniger als 0.5 pCt. Mangan geblasen. Sofort Natriumlinie. Den Eintritt der dritten Periode vermochte ich nicht genau zu erkennen. Die Schlacke war durch und durch schwarz. Spiegeleisenzusatz gab schwache Reaction.

	Charge.	Nach Minuten		
		5	13	18
C	3.74	3.074	0.852	0.107
Si	2.71	{1.956 2.000}	1.524	1.037.

Bochum am 30. April 1878. Der Einsatz bestand zu $\frac{2}{3}$ aus in eigenen Hohöfen unter Zusatz spanischer und algerischer Erze erzeugtem Bessemereisen, zu $\frac{1}{3}$ aus Cumberlandeisen. Sofort Natriumlinie; zweite grüne Liniengruppe schon nach $\frac{1}{2}$ Min. blitzend. Es unterblieb jeder kalte Zusatz, die Windspannung war sehr constant $1\frac{1}{2}$ Atm. Der Process wird mit dem Verschwinden der grünen Spectrallinien als beendet angesehen. Es wurden 8 pCt. geschmolzenes Spiegeleisen zugelassen, wobei eine sehr kräftige Reaction stattfand. Nachher wird ohne Weiteres gegossen. Das ausfliessende Metall flammt lebhaft und erstarrt in den Coquillen zu absolut dichten Blöcken. Die Schlacke

wurde gegen Ende dünnflüssig. Zu bemerken ist, dass die Zusammensetzung des fertigen Stahls keinen sicheren Anhalt in Bezug auf die Spiegelreaction giebt. Die Proben wurden nämlich vorn aus dem Converter gegossen und das centnerweise vorbeifliessende Metall in der

Fig. 1.



Pfanne aufgefangen, wodurch der Stahl so verunreinigt wurde, dass er beinahe Federhärte annahm. Indessen ist die Vermehrung des Siliciums so gross, dass sie nicht allein von den gedachten Verunreinigungen herrühren kann; es muss vielmehr eine Reduction von Kieselsäure während der Reaction stattgefunden haben.

	Charge.	Nach Minuten				Nach Spiegel.
		3½	6½	9½	11½	
C	{3.96} {3.78}	{2.97} {2.99}	1.751	0.299	0.075	0.418
βC	3.50	0.368	0.257	0.185	0.035	—
Si	1.49	0.886	0.749	0.634	0.128	0.340
Mn	1.77	{1.020} {1.008}	0.940	0.736	0.260	1.066.

Der schnelle Verlauf vorstehender Charge erklärt sich aus einer durch die Kürze der Düsen bedingten Vermehrung der Windmenge. Im Uebrigen verlief sie wie alle anderen Chargen desselben Werks mit ausserordentlicher Regelmässigkeit. Daher darf dieselbe mit Recht als typisch hingestellt werden. Fig. 1 stellt ihren Verlauf graphisch dar. Uebrigens ist das Diagramm der Charge Hörch nur unwesentlich anders.

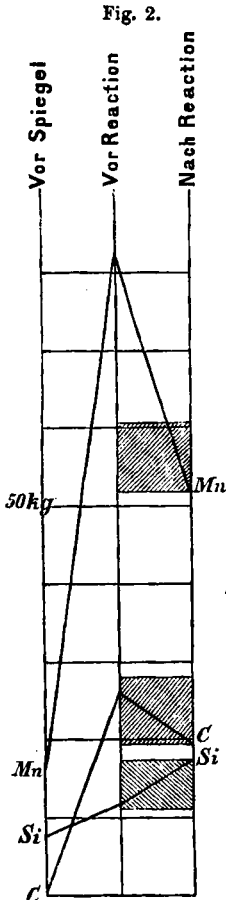
Zur genauen Feststellung der bei der Spiegelreaction stattfindenden chemischen Prozesse wurde in Bochum bei einer Charge, die genau wie die ad Fig. 1 geblasen war, mit Hilfe geeigneter Löffel eine Probe am Ende des Processes genommen, eine Probe des Spiegeleisens aus der Rinne, sowie eine Probe des fertigen Stahls.

	Vor Spiegel.	Nach Spiegel.	Spiegel.
C	0.046	0.256	4.31
Si	{0.122} {0.123}	{0.227} {0.240}	0.571
Mn	0.248	{0.700} {0.722}	10.86.

Das Gewicht der erhaltenen Blöcke betrug 7793 kg oder rund 7800 kg. Es wurden 600 kg Spiegeleisen eingeschmolzen. Daraus berechnen sich die absoluten Mengen der drei Substanzen in Kilogramm:

	I Vor Spiegel.	II Nach Spiegel.	III Spiegel.	I+III	I+III—II	Zugehöriger Sauerstoff.
C	0.33	19.87	25.86	26.19	+ 6.32	+8.41
Si	8.83	18.17	3.63	12.46	— 5.71	—6.43
Mn	17.95	55.46	65.16	83.11	+27.65	+8.04.
Gesamtgew.	7240	7800	600			

In Fig. 2 sind zur bequemen Uebersicht die absoluten Werthe als Ordinaten eingetragen. Die schattirten Felder versinnlichen durch ihre Höhe die Menge des zugehörigen Sauerstoffs. Das auffallendste Ergebniss ist die Vermehrung des Siliciums nach Zusatz von Spiegel-



eisen, ein Factum, welches auch bei der Untersuchung der Charge (Fig. 1) festgestellt wurde. Dasselbe wird uns unten weiter beschäftigen. Ich bemerke, dass diese Siliciumzunahme von mir nur in diesen beiden Fällen constatirt werden konnte und dass auch unter der grossen Zahl von Analysen, welche im Laboratorium des Bochumer Werks früher ausgeführt wurden, keine für jene Thatsache spricht.

Aus den mitgetheilten Analysen und Fig. 1 erkennt man sofort die in meiner früheren Abhandlung besprochenen Eigenthümlichkeiten des neuen Bessemerprocesses. Uebrigens vermag der Geübte aus den äussern Merkmalen zu erkennen, ob eine Charge nach dem obigen Schema verläuft. Bei hunderten von Chargen, welche ich auf verschiedenen, norddeutschen Werken verfolgt habe, war keine einzige, welche erheblich anders ging. Soweit ist der neue Process nicht allein wohl charakterisirt, sondern weit verbreitet. Ich bezeichne ihn als den deutschen Bessemerprocess, weil er zuerst auf den deutschen Werken ausgebildet wurde; gegenwärtig ist er auch in Belgien, Frankreich und auch stellenweise in England in die Praxis gelangt.

Ein ganz anderes Diagramm zeigt der ursprüngliche, englische Bessemerprocess. Die Kohlenstoffcurve läuft anfangs ganz horizontal, beginnt erst nach 4—5 Minuten mit dem Erscheinen der Natriumlinie zu fallen, zeigt aber von da ab dieselbe Form wie unsere Fig. 1. Das Silicium hingegen hat eine vom Beginn des Blasens an sehr steil abfallende Curve, welche erst nach der Entzündung des Kohlenstoffs flacher wird und fortan verläuft wie die Siliciumcurve von Fig. 1, ohne das steil abfallende Ende der dritten Periode, weil sie bei normalem Siliciumgehalt selbstredend am Ende der Eruptionsperiode die Abscissenlinie erreicht.

Die Bedingung, an welche der deutsche wie der englische Process geknüpft sind, ist, ein siliciumreiches Roheisen vorausgesetzt, ledig-

lich die Anfangstemperatur. Beim ursprünglichen, englischen Verfahren wird das Eisen mit einer eben ausreichenden Menge Coks im Cupolofen geschmolzen, sodass erst nach 4 Minuten die Natriumlinie auftritt. Mithin muss die Entzündungstemperatur des Kohlenstoffs im Bade erheblich über 1200° liegen. Das Silicium hingegen brennt bereits bei Roheisenschmelzhitze und erhöht die Temperatur des Bades bis zur Entzündung des Kohlenstoffs. Die deutschen Werke erreichen letztere Temperatur bereits im Cupolofen durch organischen Brennstoff. Von da ab brennen Kohlenstoff und Silicium neben einander und theilen sich in das eingeblasene Sauerstoffquantum. Da aber bei erhöhter Temperatur die Affinität des Kohlenstoffs so sehr schnell wächst, nimmt er einen immer grösseren Antheil, sodass nach 5 weiteren Minuten die Siliciumverbrennung fast ganz unterdrückt wird; der Process steht in der Eruptionsperiode. Die Temperatur der Eruptionsperiode liegt nun aber über dem Schmelzpunkt des Schmiedeeisens, was ich mehrfach dadurch constatirte, dass ein in das Bad getauchter dicker Eisendraht auch innerhalb der Schlackendecke sofort abschmolz. Setzen wir demgemäss die Temperatur der Eruptionsperiode auf 1600° , so würde die Entzündungstemperatur des Kohlenstoffs, also die Anfangstemperatur des deutschen Processes, bei 1400° liegen. Denn in der ersten Periode des deutschen Processes verbrennen etwa 0.8 pCt. Silicium, welche nach der in meiner früheren Abhandlung ausgeführten Berechnung eine Temperaturerhöhung von 200° hervorgerufen.

Die Anfangstemperatur des englischen Processes liegt bei Roheisenschmelzhitze, also bei 1200° . Es müssen also, bevor die Entzündung des Kohlenstoffs eintreten kann, 0.8 pCt. Silicium verbrennen. Beim deutschen Prozesse sind also am Ende der Eruptionsperiode nur 10 pCt. Silicium verbrannt, beim englischen Process hingegen 1.8 pCt. Silicium; letztere Zahl muss, wenn auch noch das im englischen Eisen fehlende Mangan berücksichtigt wird, auf 2.0 pCt. erhöht werden. Die Eruptionsperiode erreicht ihr Ende, wenn der Kohlenstoff bis auf einen geringen, schwer verbrennlichen Rest verzehrt ist. Selbstredend wirft sich beim deutschen Verfahren die Verbrennung nunmehr auf das noch hinreichend vorhandene Silicium und Mangan und steigert die Temperatur noch um mehr als 150° . Beim englischen Verfahren kann nur bei einem über 2 pCt. hinausgehenden Siliciumgehalt des Roheisens eine heisse Endperiode zur Ausbildung gelangen.

In der vorstehenden, einfachen Theorie dient als Grundlage die allbekannte Thatsache, dass die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zu Sauerstoff mit der Temperatur bis zu einer bislang noch nicht erreichten Grenze wächst. In meiner früheren Abhandlung erklärte ich die Unterdrückung der Siliciumverbrennung in der Eruptionsperiode als die Folge der Verminderung der Affinität von Silicium und Sauer-

stoff, wobei ich ausser anderem die durch kalte Zusätze bewirkte Steigerung der Siliciumverbrennung in Betracht zog. Wie man einsehen wird, führen beide Erklärungen zum Ziel. Indessen bin ich von meiner früheren Auffassung nicht bloss abgegangen, weil sie verwickelter ist, sondern weil sie zu einer Consequenz führte, die durch das Experiment nicht bestätigt wurde.

Um nach meiner früheren Theorie die erneuerte Siliciumverbrennung in der 3. Periode zu erklären, nahm ich eine bedeutende Vermehrung des Oxydgehaltes im Bade an, „weil ja eben das vorher unverbrennliche Silicium nur durch Vergrösserung der Masse des Sauerstoffs zur Oxydation gebracht werden kann“. Wäre diese Annahme richtig, so müsste auch eine bloss Abkühlung des Bades durch Schienenenden am Ende des Processes eine namhafte Verminderung des Siliciums zur Folge haben; denn es müsste wegen der so wiedergewonnenen grösseren Affinität sich das Silicium mit dem überschüssigen Sauerstoff des im Bade gelösten oxydirten Eisens vereinigen. Folgende Versuche widerlegen diese Annahme.

1) Bei einer Charge enthielt eine am Ende des Processes gewonnene Probe, welche in eine kalte Coquille gegossen, momentan erstarrte, 0.509 pCt. Silicium. Darauf wurden 2.6 pCt. Schienenenden von 0.45 pCt. Siliciumgehalt zugesetzt und ohne Weiteres gegossen. Im fertigen Produkt fand ich 0.517 pCt. Silicium.

2) Kurz darauf wurde das Experiment wiederholt, aber 5.2 pCt. Schienen derselben Art zugesetzt. Man fand vor Zusatz 0.744 pCt. Silicium; nach Zusatz 0.709 pCt.

Vorstehende Analysen wurden unter Anwendung von 9 g Substanz mit der grössten Vorsicht ausgeführt, sodass die Richtigkeit bis auf $\frac{1}{2}$ pCt. garantirt werden kann. Der erste Versuch zeigt gar keine Abnahme, der zweite eine solche von nur 0.02 pCt. Dabei muss wohl beachtet werden, dass die Proben nicht zu Anfang der dritten Periode, sondern am wirklichen Ende des Processes gewonnen wurden, wo eine Sättigung des Bades mit Oxyd stattfindet.

Gemäss dem ganz bestimmt ausgeprägten, von der Anfangstemperatur und der Kohlenstoffaffinität bedingten Verlauf der Verbrennung im Converter, werden bei einer Anfangstemperatur von 1400° etwa 1.4 pCt. Silicium und wenig mehr Mangan während des Blasens entfernt. Das deutsche Bessemereisen enthält aber in der Regel 1.8—2.0 pCt. Silicium und 2—3 pCt. Mangan. Die Curven kommen also bei unveränderter Gestalt höher über die Abscissenaxe zu liegen und es verbleibt ein erheblicher Rest von Silicium und Mangan im fertigen Produkt. Darin liegt die schwache Seite des deutschen Processes, nicht etwa insofern, als diese Substanzen das Bessemermetall verschlechterten, sondern weil ihre Menge bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, insofern sie dem ungemein variablen Silicium- und Manganengehalt

des Roheisens arithmetisch proportional sind. Aus denselben Gründen ist das Arbeiten direct vom Hohofen, falls das Eisen mit der hohen Temperatur, welche es beim Abstechen besitzt, in den Converter gelangt, weit grösseren Unzuträglichkeiten unterworfen, als das Arbeiten vom Cupolofen, wobei durch sorgfältige Gattirung ein gleichmässiger Einsatz erzielt werden kann. — Der Kohlenstoffgehalt des Bessemerisens ist ohne Einfluss auf den Verlauf der Charge. Allerdings zieht ein höherer Kohlenstoffgehalt den Process in die Länge; wegen der Steilheit der Kohlenstoffcurve würde aber eine Vermehrung desselben um 1 pCt. das am Ende der Eruptionsperiode verbleibende Silicium nicht um 0.1 pCt. vermindern.

Was wird aber aus dem deutschen Process, falls das Roheisen unter 1.4 pCt. Silicium enthält? Es liegt auf der Hand, dass dann die Siliciumverbrennung in der dritten Periode nicht zur völligen Ausbildung gelangt, und dass sie ganz fortfällt, wenn das Roheisen nur 0.9 pCt. Silicium enthält. Damit sind wir zu einer dritten Art des Bessemerprocesses gelangt, welche nicht allein in der Praxis existirt, sondern dank den unübertrefflichen Erzen des Landes, in dem sie heimisch ist, die besten Bessemerprodukte hervorbringt: Es ist der schwedische Bessemerprocess.

Die vorstehende Theorie des Bessemerprocesses umfasst nicht nur die Grenzvariationen, welche wir als den englischen, deutschen und schwedischen Process bezeichnet haben, sondern auch alle möglichen Zwischenstufen. Bei dieser Theorie ist abgesehen worden von Mangan und zwar mit Recht, falls im Roheisen höchstens 2.5 pCt. Mangan enthalten sind. In diesem Falle werden, wie die mitgetheilten Analysen beweisen, durch den deutschen Process 1.5—1.8 pCt. Mangan eliminirt, welches ein zwar noch saures, aber doch in der Hitze der dritten Periode schmelzbares Silicat bildet. Diese flüssige Manganschlacke hat indessen keinen andern praktischen Werth, als dass sie die in meiner früheren Abhandlung erklärte Schlackenprobe ermöglicht, welche übrigens nur wenige Werke anstellen. Der calorische Effect des Mangan ist viermal geringer als der des Siliciums, und gebraucht es viermal weniger Sauerstoff; dabei ist wohl zu beachten, dass bei fehlendem Mangan an dessen Stelle Eisen in die Schlacke geht, wodurch der calorische Effect und der erforderliche Sauerstoff so gut wie gar nicht geändert wird. Daraus folgt, dass der Mangan Gehalt des deutschen Bessemerisens nicht den deutschen Process bedingt. In der That zeigt bei heissem Einschmelzen manganarmes Eisen dieselbe Siliciumcurve wie Fig. 1, andererseits geben die österreichisch-ungarischen Werke, wie vor Jahren auch die deutschen, ein Beispiel, wie manganreiches Eisen sich auch nach der Weise des englischen Processes verbläst¹⁾.

¹⁾ Die vorliegenden lückenhaften Analysen gestatten nicht, den österreichischen Process zu classificiren. Vor allem vermisst man Gesamtkohlenstoffbestimmungen

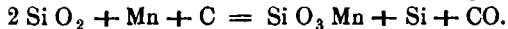
Wenn man die metallurgische Rolle des Mangans für hervorragender hielt, als sie ist, so hat man meines Erachtens aus den günstigen Wirkungen des Mangans im fertigen Bessemermetall auch auf vortheilhafte, metallurgische Wirkungen während des Processes schliessen wollen. Der erstere Vortheil kann unabhängig vom Process und Rohmaterial durch einen Endzusatz von Spiegeleisen oder Ferromangan erreicht werden. Der deutsche Process erspart einen Theil dieser theuren Zusätze dadurch, dass er die metallurgische Thätigkeit des Mangans beschränkt und somit eine erhebliche Menge dieses Mittels im Endprodukt zurückhält. Uebrigens ist dem Manganrest zu Liebe der deutsche Bessemerprocess durchaus nicht ausgebildet worden. Von den tiefliegenden, auf Naturgesetzen beruhenden, inneren Ursachen ist die vornehmste meiner Ansicht nach der Phosphorgehalt des deutschen Roheisens. Phosphor, selber nicht härtend, verträgt sich nicht mit Kohlenstoffhärte, wohl aber mit Siliciumhärte. Somit bedingt der Siliciumrest des deutschen Processes ein neues Bessemermetall, dessen eigenthümliche, vorzügliche Eigenschaften von den auf anderen Wegen erhaltenen Bessemerprodukten nicht erreicht werden.

Der geringe calorische Effect des Mangans wird noch bedeutend herabgesetzt durch seine Flüchtigkeit. Ich habe die schon früher ausgesprochene Vermuthung durch directe Versuche bestätigt gefunden, dass eine reine Verbrennung des Mangans nur in der ersten Periode stattfindet. Das Mangan hingegen, welches während der Eruptionsperiode, zum Theil auch das, welches während der Endperiode aus dem Bade verschwindet, entweicht mit dem Gasstrom als Metalldampf, wodurch eine unerhebliche Abkühlung von nicht 5° hervorgerufen wird. Ich werde in einer besondern Arbeit über die metallurgische Rolle des Mangans hinreichendes Beweismaterial veröffentlichen. An dieser Stelle bemerke ich nur, dass ich durch zahlreiche Analysen festgestellt habe, dass der Bessemerrauch während der Eruptionsperiode vorwiegend aus Mn_3O_4 mit wenig Fe_2O_3 und SiO_2 besteht, dass er erst ganz am Ende neben 50 pCt. Mn_3O_4 36 pCt. SiO_2 enthält. Ferner hat sich gezeigt, dass am Ende des Processes das Gewicht der als Rauch aufsteigenden, festen Substanzen 6—8 kg p. Min. beträgt. Berücksichtigt man daneben die Thatsache, dass der Fuss der Bessemerflamme nicht leuchtend und durchsichtig ist, dass man gerade in der Eruptionsperiode 1 m tief im Converter Halse das Mauerwerk deutlich erkennen kann, so kommt man zu dem Schluss, dass die Metalle als solche mit dem Gasstrom abdestilliren, in der Flamme verbrennend feste, leuchtende Partikeln bilden, welche als brauner Rauch aus dem Kamin entweichen. Die Flüchtigkeit des Mangans findet sich auch

aus den ersten Minuten des Processes mit genauer Angabe der Zeit und der Beobachtung am Spectroskop.

bei der Darstellung von Ferromangan im Hohofen bestätigt, indem bei heissem Ofengang oft $\frac{1}{10}$ des Mangans in Gasform verloren geht.

Bei übermässigem Mangangehalt von 3—5 pCt. im Bessemereisen treten noch andere, und zwar nachtheilige Einflüsse hervor. Mir liegen 2 gut durchanalysirte, heiss eingeschmolzene Chargen mit 3.8 und 4.8 pCt. Mangan vor, über die ich heute ebenfalls nicht eingehender berichten will. Beide zeigen genau den Charakter des deutschen Processes, nur dass in der Mitte des Processes der Siliciumabbrand nicht allein aufhört, sondern sogar eine erhebliche Vermehrung des Siliciumgehalts stattfindet, während die Mangancurve ziemlich steil abfällt. Der Grund für diese Erscheinung liegt darin, dass der Quarz des Converterbodens reducirt wird nach der Gleichung



Der Eintritt dieser Reaction ist bedingt durch eine relativ grosse Menge von Mangan und Kohlenstoff, sowie durch eine sehr hohe Temperatur. Sie findet also nur statt in der Eruptionsperiode, nicht in der Schlussperiode, weil dann der Kohlenstoff fehlt. Die oben bei den beiden Chargen von Bochum constatirte Siliciumzunahme nach Zusatz von Spiegeleisen, scheint wesentlich hervorgerufen durch die ausserordentlich hohe Temperatur. Abgesehen davon, dass das Roheisen sehr heiss abgestochen worden, was sich auch in dem alsbaldigen Auftreten des Manganspectrums zeigte, findet während der Charge und am Ende keinerlei kalter Zusatz statt, was bei allen andern von mir untersuchten Chargen geschah. Möglich ist auch, dass sich zufällig mangan- und kohlenstoffreichere Schichten im Bade gebildet haben, welche auf das Mauerwerk energisch einwirkten.

Ogleich sich noch manche Bemerkung und Schlussfolgerung an die durch vorstehende Gleichung ausgedrückte Reaction knüpft, ist für uns jetzt soviel klar, dass sie einmal kältend wirkt und zweitens die Zerstörung des Mauerwerks beschleunigt.

Als Endergebniss unserer heutigen, sich auf die metallurgische Rolle des Mangans beziehenden, vorläufigen Mittheilungen dürfte soviel feststehen, dass dieses Metall für den Gang des deutschen Processes, falls seine Menge 2.5 pCt. überschreitet, entschieden unvortheilhaft wirkt, wesshalb auch alle gut geleiteten deutschen Bessemerwerke bestrebt sind, den Mangangehalt unter 2 pCt. herabzudrücken. Ein mässiger Gehalt fällt für den Verlauf des Processes wenig in's Gewicht.

Neben der Theorie des deutschen Bessemerprocesses, deren Grundzüge wir aufzufinden suchten, fordert auch die wissenschaftliche Bestimmung des Endpunkts eine schwierige Untersuchung. Der englische und schwedische Process sind an ihrem natürlichen Ende, wenn Kohlenstoff, Mangan und Silicium verschwunden sind, worauf sich das Bad sofort mit oxydirtem Eisen sättigt. Beim deutschen Process bricht der spektroskopische Index die Silicium- und Manganverbren-

nung der dritten Periode mitten ab. Trotzdem ist der so bezeichnete Zeitpunkt der natürliche Endpunkt des Processes. Denn in dem Moment, wo die Spectrallinien verschwinden, tritt eine Sättigung des Bades mit Oxyd ein. Das zeigt einmal die Schlackenprobe, zweitens die Spiegelreaction. Weiteres Blasen verstärkt aber die Spiegelreaction nicht, wogegen dieselbe vor dem Verschwinden der grünen Linien schwach oder gar nicht hervortritt. Andererseits wird der aus dem Converter entweichende Gasstrom beim Verschwinden der Spectrallinien undurchsichtig, es tritt also eine Verbrennung des Metaldampfs bereits im Converter ein, mit andern Worten es geht Sauerstoff unverzehrt durch das Bad. Man fragt: Wie kommt es, dass das Silicium und Mangan, welche kurz vorher bei geringerer Menge von Oxyd und unter der Concurrenz des Kohlenstoffs so energisch verbrennen, jetzt eine weit grössere Oxydmenge unreducirt neben sich dulden? Diese Frage nebst vielen Nebenfragen muss vor der Hand offen bleiben. Ich gedenke denselben demnächst in der Weise experimentell näher zu kommen, dass ich die Convertergase mit geeigneten Hilfsmitteln im unverbrannten, resp. dissociirten Zustande auffange.

Osnabrück, den 8. Januar 1879.

26. Friedrich C. G. Müller: Ueber die in Eisen und Stahl eingeschlossenen Gase.

(Eingegangen am 17. Januar.)

Meine Arbeiten über den Bessemerprocess führten mich dringend zu einer Untersuchung der im Gussstahl eingeschlossenen Gase, umsomehr, als kein Experiment vorlag, welches über die Natur derselben Aufschluss gab, und ich alle seither in dieser Hinsicht aufgestellten Hypothesen mit meinen Beobachtungen nicht in Einklang bringen konnte. Mit Hilfe der folgenden, einfachen Vorrichtung gelang es mir, der Gase habhaft zu werden. Mittelst einer runden Coquille liess ich Ingots von 50 mm Durchmesser und 200 mm Länge giessen, wobei eventuell ein allzu starkes Treiben durch aufgeschütteten Sand und Zudecken mit einer Eisenplatte verhindert wurde. Diese Ingots, welche in Wasser abgekühlt und noch warm mit Wachs bestrichen wurden, befestigte man in der Spindel einer starken Bohrmaschine. Auf dem Tisch der Bohrmaschine ist auf einer starken Gusseisenplatte innerhalb eines Bassins von Eisenblech ein Bohrer von 42 mm mit der Spitze nach aufwärts befestigt. Das Bassin wird mit Wasser gefüllt, so dass die Bohrspitze 1 cm tief unter das Niveau kommt. Wird nun die Maschine in Gang gesetzt, so bohrt der feststehende Bohrer von unten in den rotirenden Ingot eine cylindrische Höhlung von 150 ccm, in welcher sich die Gase aus den angebohrten Blasen