

III.

*Ueber den Stahl;
und Versuche, um auszumachen, ob Braunstein-Me-
tall sich mit Eisen verbinden lasse;*

von

DAVID MUSHET, Esq., zu Coleford.

Frei ausgezogen aus mehreren in den Jahren 1816 und 1817 ge-
schriebenen Aufsätzen, von Gilbert.

Durch einige Analysen, welche der berühmte Chemiker Bergmann zu Upsala, von schwedischem Eisen und Stahl angestellt hatte, war vor mehreren Jahren bei den englischen Eisen-Hüttenleuten die Hoffnung erregt worden, es würde ihnen gelingen, durch Zusammenschmelzen von Braunstein mit ihrem gewöhnlichen Eisenstein, oder durch Schmelzen von Braunstein haltenden Eisenerzen, eine Gattung von Gusseisen zu erzeugen, welche ihnen ein zu gutem Stahl vorzüglich brauchbares Stabeisen geben werde *). Es sind indess von keinem unter ihnen regelmäßige Versuche im Großen angestellt worden, um diese unter ihnen allgemein

*) Nach diesen Analysen Bergmann's sollten enthalten seyn
in 100 Theilen schwedischen

verbreitete Erwartung zu rechtfertigen. Der verstorbene [Eisen-Hüttenmeister?] Reynold's pflegte. (nicht den Eisenerze in dem Hohofen, sondern erst) seinem Roheisen beim Raffiniren desselben Braunlein zuzusetzen, unfeireitig in der Absicht, um eine den Analysen Bergmann's entsprechende Legirung des Eisens mit Mangan zu bewirken. Der aus seinem Stabeisen verfertigte Stahl übertraf in der That allen Stahl, den man vor ihm in Groß-Britannien aus Eisen gemacht hatte, das mit Coak's geschmolzen worden war; Herr Musket zweifelt aber, daß man je direkte Versuche angestellt habe, um sich zu vergewillern, daß auf diesem von Reynold's eingeschlagenen Wege wirklich etwas Mangan-Metall, und wie viel davon, mit dem Eisen verbunden worden sey. Man hat seitdem bei *Ulverson* Stahl-Eisen mit Holzkohlen geschmolzen, und einen vorzüglich guten Stahl daraus fabricirt, und es ist die Güte dieses Eisens zur Stahlbereitung bestimmt einem Braunsteingehalte der zum Schmelzen angewendeten Eisenerze zugeschrieben worden.

In den erwähnten Analysen Bergmann's findet sich indeß eine offenbare Anomalie, welche gegen die Genauigkeit derselben spricht. Es ist nämlich

	Reisblei	Mangan	Kieselerde	Eisen
Roheisens	2,20	15,25	2,25	80,30 Th.
Stahls	0,50	15,25	0,60	85,65 -
Stabeisens	0,12	15,25	0,175	84,738 -

nicht denkbar, daß beim Einwirken der Luft auf das Roheisen während des Raffinirens desselben zu Stabeisen, von dem Braunstein-Metall nicht bedeutend mehr als von dem Eisen verbrennen sollte *), und das Stabeisen verhältnißmäßig noch gerade so viel Mangan (nämlich $15\frac{1}{2}$ Procent) als das Roheisen enthalten haben könnte. Daher bezweifelten die französischen Chemiker die Gegenwart von Mangan in Eisen und Stahl, und in der That fand auch Herr Vauquelin, als er einige der besten französischen Stahlarten einer genauen Analyse unterwarf, in ihnen gar kein Mangan **). Die Uebereinkimmung in den Resultaten der Analyse dieses Chemikers beweist ihre Genauigkeit. Da aber Herr Vauquelin Stahl aus einem andern Eisen als Bergmann (nämlich aus französischem, nicht aus schwedischem Eisen) zerlegt hat, so läßt sich aus

*) Weil nämlich das Mangan eine noch viel größere Verwandtschaft zum Sauerstoff als das Eisen hat, so daß es sich auch in der gewöhnlichen Temperatur, bei freier Berührung mit der Luft, in kurzer Zeit in schwarzen Braunstein (Manganoxyd mit größter Menge Sauerstoff) verwandelt. *Gill.*

**) Es enthielten nach ihm 100 Theile

französischen Stahls	Kohlenstoff	Kieselerde	Phosphor	Eisen
No. 864.	0,789	0,515	0,515	98,551
desselben (ein großes Stück)	0,683	0,273	0,827	98,217
No. 977.	0,789	0,315	0,791	98,217
No. 1024.	0,651	0,252	0,530	98,597

seinen Analysen der Beweis nicht führen, daß nicht das von Bergmann zerlegte schwedische Eisen Mangan enthalte. Herr Vauquelin bemerkt in seiner Abhandlung, der französische Stahl halte keinen Vergleich aus mit dem besten englischen Stahl; da nun dieser immer aus dem besten schwedischen Eisen bereitet wird, so könnte man hierin vielmehr einen Grund für die Ansicht zu finden glauben, daß die Güte des Stahls auf Anwesenheit von Mangan beruhe. Herr Musket versichert indess, weder beim Entoxydiren und Schmelzen der Eisenerze, aus welchen die schwedischen Stahl-Eisen bereitet werden, je Anzeigen eines größern Braunstein-Gehalts derselben als der englischen gefunden zu haben, noch je sich bei seinen Versuchen mit Stahl haben überzeugen zu können, daß Gegenwart von Mangan irgend einem Stahle vorzügliche Güte gegeben habe.

Zu der Zeit, als in England von dem Legiren des Eisens mit Mangan zur Stahlbereitung vorzüglich die Rede war, hatte Herr Musket eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand angestellt; von ihnen giebt er in seinem ersten Aufsatze, den er erst im Oktober 1816 bekannt gemacht hat, die Resultate im Detail. Zuerst hatte er versucht in thönernen Tiegeln Eisen-Bohrspähne (also Gußeisen) mit schwarzem Braunstein selbst, dann mit geröstetem schwarzem Braunstein (der beim Rothglühen 22 Proc. Sauerstoff verloren hatte), endlich mit letzterm unter Zusatz von Kohlenstaub, nach verschiedenen Verhältnissen zusammen zu schmelzen. Er

erhielt aber bei allen diesen Versuchen kein entscheidendes oder sonst merkwürdiges Resultat; daher ich das Detail dieser elf Versuche übergehe *).

Keinen bessern Erfolg hatte eine zweite Reihe von Versuchen, bei welchen Herr Musket Eisenerze und Braunisteinerze mit einander behandelte, um während des Reducirens (Entoxydirens) derselben, sie mit einander zu Mangan-Eisen zu verbinden. Ich übergehe daher das Detail auch dieser Versuche, welche er in seinem zweiten Aufsatze beschreibt, und wende mich sogleich zu seinem dritten Aufsatze, in welchem er von seinen geglück-

*) Hier nur ein Paar. Es gaben 400 Gran Eisen-Bohrspäne allein in einem verschlossenen Thontiegel geschmolzen, mottirtes (*mottled*) Gufseisen 382 Gran; mit 100 Gran Braunistein geschmolzen, weißes Gufseisen mit kleinförmigem stahlartigem Bruch 375 Gran; und mit 200 Gran Braunistein geschmolzen 367 Gran Eisen von dichtem Bruch, gleich gehärtetem Stahl, und von stahlartigem Korn. Von 400 Gran Eisen-Bohrspänen erhielt Herr Musket, als er sie mit 15 Gran Kohlenstaub schmelzte, ein schönes, vollkommen geflossenes Kohlenstoff-Eisen mit glatter Oberfläche und schwärzlich-grauem Bruche, das 391 Gran wog; dagegen, als er sie mit 40 Gran Kohlenstaub erhitze, ein Kohlenstoff-Eisen, welches in der größten Hitze eines Eisenschmelzofens unschmelzbar war. Als er dieser letzten Beschickung noch 40 Gran Kohlenstoff zugesetzt hatte, gab die Schmelzung dichtes weißes Gufseisen 401 Gran, welches nach seiner Berechnung 2,5 Procent Mangan enthalten mußte. Daß Braunistein das Gufseisen weiß macht, ungeachtet der Gegenwart von Kohlenstaub, hatte schon vor geraumer Zeit Herr Decastils gefunden. (*Journ. d. Min.* t. 21. p. 282.)

Gilbert.

ten Versuchen Mangan-Eisen darzustellen, im März 1817 einen umständlichen Bericht bekannt gemacht hat.

Aus seinen beiden vorigen Mittheilungen, bemerkt Herr Mulhet, gehe das Resultat hervor, daß es viel Schwierigkeit habe, Mangan-Metall in irgend einer bedeutenden Menge mit Eisen zu verbinden, es sey durch Schmelzen von Gufseisen mit Braunstein-erzen, oder durch Schmelzen von Erzen beider Metalle mit einander. Es habe sich bei seinen vorigen hierüber angestellten Versuchen nichts für die Eisenhüttenkunde Praktisch-Brauchbares ergeben, am wenigsten, wenn es darauf abgesehen sey, das Eisen zu irgend einem besondern Manufactur-Gebrauch mit 20 bis 30 Procent Mangan zu legiren. Ausser der Hauptmasse des metallischen Products, welches vom Magnete angezogen wurde, hatte er indeß bei diesen frühern Processen kleine metallische Kügelchen erhalten, auf die der Magnet nicht wirkte. Bei fernerm Nachdenken schloß er hieraus, es möge die Schwierigkeit, beide Metalle mit einander zu vereinigen, wohl nur daraus entspringen, daß er ein mangelhaftes Verfahren erwählt habe, indem die Umstände, unter welchen die Eisenerze entoxydirt und reducirt werden, schwerlich hinreichen dürften, dieselben Wirkungen in Braunstein-Erzen hervor zu bringen.

Sowohl in den Gebläsofen, als in dem Probirofen (*assay-furnace*), sagt Herr Mulhet, muß nothwendig Entoxydirung der Reduction zu Metall

vorhergehen *). In dem erstern wird dieses vollständig bewirkt durch einen Cementations-Process, der in den obern Gegenden des Ofens vor sich geht; in dem letztern dagegen wird, weil die Schmelzung in ihm schneller vorgeht, die Wirkung in der Regel durch Gegenwart einer kohlenstoffhaltigen Materie in der Beschickung (*mixture*) hervor gebracht. Besteht der Tiegel aus Thon und einer kohlenstoffhaltigen Materie, so kann man schneller schmelzen und die Entoxydirung und Wiederherstellung erfolgen dann vollständiger, daher man beim Reduciren von Eisenerzen in Reifsblei-Tiegeln Massen metallischen Eisens erhalten kann, die so stark mit Reifsblei gesättigt sind, daß sie Gewicht und Dichtigkeit des Metalls verloren haben. Unter solchen Umständen findet die vollkommenste Desoxydirung Statt; es bleibt kein Bischen Eisen nicht-wiederhergestellt, und nicht die kleinste Spur von Eisenoxyd in der Schlacke (*glass*).“

In der Ueberzeugung, daß auch bei der Reduction des Mangans solche Tiegel sehr vortheilhaft seyn müßten, versuchte es Herr Musket, in ihnen Mangan in größern Mengen, als es ihm bis dahin gelungen war, mit Eisen zu legiren. Zu diesen Versuchen nahm er dieselben Erze, als früher,

*) Indem Herr Musket hier Entoxydirung und Reducirung unterscheidet, kann er unter letzterer nichts anders als das Zusammenschmelzen der einzelnen entoxydirten Metalltheilen zu einer einzigen metallischen Masse verstehen. *Gillb.*

und Kalkstein und Fensterglas zum Flus; und zwar zog er letzteres der Thonerde (die, was die Reduction betrifft, eben so gut wirke) aus dem Grunde vor, weil man dann bei vollkommenem Gelingen ein durchlichtigeres Glas erhalte. Zu jedem der folgenden Versuche nahm er

Eisenerz	500	Gram
Kalkstein	400	-
Fensterglas	500	-
Kohle	160	-

Versuch 1. Als diese Beschickung allein geschmolzen wurde, war die Reduction vollkommen, doch zeigte die dunkelgrüne Farbe des Glases, daß ein Theil des Erzes noch unreducirt zurück blieb. Der Metallkönig war glatt, glich an Bruch und Beschaffenheit dem feinsten, d. i. am stärksten mit Kohlenstoff geschwängerten, Gufseisen *), war weich, leicht zu feilen und gänzlich dem Magnete folgsam, und wog 30 [237 ?] Gram; gleich 47½ Procent. — Bei Wiederholung desselben Versuchs, so daß die Schmelzung minder schnell vor sich ging, erhielt er 50 Procent des Eisens. — Als er gleiche Gewichte Kalk und Glas nahm, erfolgte ein mit Kohlenstoff geschwängelter Metallkönig (*carburetted metallic button*) der 50½ Procent des Eisenerzes betrug.

Versuch 2. Dieser Beschickung wurden 100 Gram *Mangan-Oxyd* (Braunstein) zugesetzt, und nun gab vollkommene Schmelzung einen schönen glatten König Kohlenstoff-haltenden Eisens, der

*) *the finest or most carburized cast-iron.*

258 Gran wog, (gleich $51\frac{5}{8}$ Procent,) viel reicher an Kohlenstoff als der vorige, weich und leicht zu feilen war, und keine Abnahme in der Wirkung des Magnets auf ihn zeigte. Das Glas war vollkommen, von bleiblauer Durchsichtigkeit und ein wenig mit dem dem Mangan eigenen Purpurtint gefärbt.

Herr Musbet röstete nun das Mangan-Oxyd, wobei es 20 Procent an Sauerstoff und Feuchtigkeit verlor, und nahm von diesem gerösteten Mangan zu der Beschickung des Versuchs, zuerst 100, dann 200 u. s. f. bis 700 Gran. Der Erfolg dieser Versuche war folgender:

Versuch 3. Mit 100 Gr. geröstetem Braunstein. Kein von dem vorigen merklich verschiedenes Resultat; der König wog 260 Gran, oder 52 Procent, und ihn zog wie jenen der Magnet.

Versuch 4. Mit 200 Gr. geröstetem Braunstein. Die Schmelzung war sehr vollkommen; die Oberfläche bildete ein vollkommen durchsichtiges blaßes Glas, das mit einer Lage glänzenden Reifsbleis bekleidet war. Auch der Metallkönig zeigte sich mit einer glänzenden Lage silberfarbigen Reifsbleis überzogen; im Bruche unterschied er sich wesentlich von den drei vorigen, indem er von kleinern Korn, lichterer Farbe und bedeutend größerer Härte, und offenbar weniger attractorisch war. Auch die einzelnen Kügelchen waren mit Kohlenstoff geschwängert, und noch magnetisch. Alles Metall wog zusammen 276 Gran, also $55\frac{3}{8}$ Procent des Eisenerzes,

wovon aber wahrscheinlich nur 50 dem Eisen, also $5\frac{1}{2}$ dem Mangan angehörten. So viel Procent Mangan betragen 26 Gran, und das wäre nur 13 Procent von den 200 Gr. des Braunsteins der Beschickung.

Versuch 5. Mit 300 Gr. geröstetem Braunstein. Vollkommene Schmelzung. Die Oberfläche des Glases nicht mit glänzendem Reissblei bedeckt, wie zuvor, sondern mit rauhen milchfarbnem Porcellain fein besprenkt, und in einigen Fällen krytallisirt. Darunter ein durchsichtiges rauchgraues Glas, sehr verschieden von dem gewöhnlichen Glase bei Eisenproben. Der Metallkönig und die Kügelchen waren wie zuvor mit Reissblei überzogen, hatten dieselbe Beschaffenheit, waren nur noch weniger attractorisch, und wogen 290 Gran, oder 58 Procent. Giebt für das Mangan 40 Gran, oder $13\frac{1}{3}$ Proc. von den genommenen 300 Gr. Braunstein.

Versuch 6. Mit 400 Gr. geröstetem Manganerze. Die Schmelzung gab eine sonderbar zusammenge setzte Schlacke, die an der Oberfläche weislich und steinig war, darunter eine Lage weislichen Porcellains zeigte, und darunter ein schönes durchsichtiges Glas, vermengt mit kreisförmigen Konkretionen krytallisirten Porcellains. Der Metallkönig und die Kügelchen waren wie zuvor, nur der Bruch des erkern regelmässig gefleckt, und wogen 318 Gran; dieses macht $63\frac{5}{7}$ Proc. des Eisenerzes, und ist um 68 Gr. Metall mehr als dieses Erz nach der Probe an Metall enthielt, welches von den 400 Gr.

Braunsteins 17 Proc. ausmacht. Folglich bestand diese Metall-Legirung in 100 Theilen aus 78,6 Theilen Eisen und 21,4 Theilen Mangan. Der Magnet wirkte auf den Metallkönig und auf einige der größten Kügelchen *nicht*, und selbst ein 20 Pfund tragender Magnet vermochte nicht ein 180 Gran schweres Korn zu heben.

Versuch 7. Mit 500 Gr. geröstetem Braunstein. Der Metallkönig hatte das nämliche Ansehen als der vorige, und wog 254, mit den Metallkügelchen 324 Gran; gleich 64,8 Procent. Dieses giebt 74 Gran mehr als der Probegehalt, also 14,8 Proc. von den 500 Gr. Braunstein. Diese Legirung bestand daher in 100 Theilen aus 78,6 Thln. Eisen und 21,4 Thln. Mangan. Die Schlacke war an ihrer Oberfläche braun und metallisch, mit Reissblei vermengt; darunter ein grünes Porcellain mit einigen wenigen Stellen vollkommenen Glases; darunter die Hauptmasse weiß-agatfarbnes, undurchsichtiges Glas. Auch die kleinsten Kügelchen wurden nicht im mindesten von dem Magnet gezogen.

Versuch 8. Mit 600 Gr. geröstetem Braunstein. Metallkönig und Kügelchen waren weit stärker als in irgend einem der vorigen Versuche mit Kohlenstoff verbunden, und wogen 350 Gran; macht 70 Proc. des Eisenerzes, welches 100 Gran mehr Metall ist, als dieses Erz nach der Probe enthielt, und von der Menge des genommenen Braunsteins 16,7 Proc. beträgt. Kein Theil des Schmelzproducts folgte dem Magnet, wohl aber fanden sich 8 Gran mag-

netisches Reißblei unverändert. Diese Legirung bestand in 100 Theilen aus 71, 4 Th. Eisen und 28,6 Th. Mangan.

Der Tiegel, der diese Schmelzproducte enthielt, wurde ungefähr 10 Minuten, nachdem ich ihn aus dem Ofen genommen hatte, in eine feste konische Form von bräunlicher Kupferfarbe ausgeschüttet, in deren Spitze der Metallknopf auch jetzt seinen gewöhnlichen Ort einnahm. Beim Abkühlen fing die Masse an zu krachen, aufzuschwellen und zu zerfallen; ihre Farbe wurde lichter, und es zeigten sich unregelmäßige krySTALLisirte Bruchstücke, die aber nicht lange in dieser Gestalt blieben; denn bald entstand in allen Theilen, selbst in den kleinsten, eine heftige Bewegung, welche schnell in die vollkommenste Zerfetzung überging, und die ganze Masse in wenig Minuten aus dem steinigen Zustande in den eines unfehlbaren Pulvers versetzte *).

Versuch 9. Mit 700 Gran geröstetem Brauneisen. Als der Tiegel aus dem Ofen genommen und der Deckel abgehoben wurde, zeigte sich die ganze Masse in dem Zustand der vollkommensten Flüssigkeit. Herr Musset deckte den Tiegel wieder zu und entfernte sich nur 5 Minuten, um einen Freund

*) Wahrscheinlich eine Folge der großen Verwandtschaft des Mangans zum Sauerstoffe, welches mit der atmosphärischen Luft nicht in freier Berührung seyn kann, ohne sich schnell in Oxyd zu verwandeln.

zu rufen, der die eben beschriebene Zersetzung mit anzusehen wünschte. Als sie wieder kamen, fanden sie den Tiegel in Stücke zerfprungen, und die Masse in einen Haufen feinen Pulvers verwandelt, das nach dem Abkühlen einige metallische Farben (*several metallic shades*) zeigte. Es fand sich in ihr ein sehr mit Kohlenstoff geschwängertes Metallknopf, mit rauher Oberfläche; er wog sammt einigen Kügelchen 320 Gran, so daß in diesem Versuch ein bedeutender Ausfall an Metall gegen den vorigen Statt fand. In dem vorigen Versuche hatte sich daher, schließt Herr Musket, das Eisen mit der größten Menge von Mangan verbunden, mit welcher es sich unter diesen Umständen und Mischungsverhältnissen vereinigen läßt. Der Metallkönig dieses und der des vorigen Versuchs hatten einen silberweißen Bruch, und waren so ausnehmend spröde, daß sie sich in einem eisernen Mörtel leicht in ein Pulver verwandeln ließen. Dieses beweist, daß sie eine von weißem Gußeisen ganz verschiedene Beschaffenheit hatten. Kein Theilchen des metallischen Produkts wurde vom Magnet gezogen.

„So war ich denn nun, sagt Herr Musket, zu meiner Befriedigung belehrt, *daß sich Brauneisen-Erze mit unserm gemeinen thonigen Eisenstein in dem Gebläseofen mit Erfolg, das heißt, so zusammen schmelzen lassen*, daß sie das Produkt an Metall bedeutend vermehren; und es machte mir nicht wenig Freude, die Thatfache entdeckt zu haben,

daß Eisen, welches mit einer gewissen Menge Mangan legirt ist, aufhört vom Magnete angezogen zu werden. Diese einzige Thatfache reicht hin, es höchst wahrscheinlich zu machen, daß zur Erzeugung von gutem Stahl die Gegenwart von Mangan keineswegs wesentlich nöthig ist, und daß die von Bergmann analysirten Eisen wirklich keine bedeutende Menge Mangan enthielten. Denn aus dem aus solchem Eisen verfertigten Stahl werden die stärksten und dauerhaftesten Magnete gemacht.“ *)

Nachschrift des Herrn Muschet.

Beim Lesen der intercellanten Nachrichten des Herrn Mornay über die große *Brasilianische Masse gediegenen Eisens* **), fiel mir die ausneh-

*) Eine auffallende Anomalie zeigte sich durchgehends. Nachdem Manganerz zugeetzt worden, erschienen die Könige an ihrer Oberfläche alle mit dem glänzendsten Reißblei, wie es in den Eisengießereien vorkommt, überzogen; und wie es schien, desto stärker, je mehr des Braunksteins genommen worden war, und je weniger der Kohlenstoffgehalt auf den Bruchflächen erschien; ein Umstand, der beim Schmelzen bloßer Eisenerze ganz unbekannt ist. M.

**) In dem vorigen Jahrgange dieser *Annalen* H. 8., od. B. 56. S. 555. Die Abbildung des Umrisses dieser Masse, welche dort auf Taf. IV. stehen sollte, fehlt durch ein Mißverständniß, und ich trage sie daher hier auf Taf. II. nach. Fig. 5. stellt den Umriss derselben von oben herab, Fig. 6. von der Seite gesehen vor. Gilbert.

mende Aehnlichkeit auf, welche sie mit den Eisenmassen hat, die sich zuweilen im Boden der Gebläsofen in dieser Grafschaft bilden. Mehrere dieser Massen sind beinahe metallisch (*nearly metallic*) und wiegen zehntausend bis dreißigtausend Pfund. Ich habe vor Kurzem Bruchstücke einer solchen Masse gesehen, welche denen des Brasilianischen Gediagen-Eisens (nach der Beschreibung desselben zu urtheilen) vollkommen ähnlich sind, und sich unter dem Hammer dehnen lassen. Dafs man die Brasilische Masse an einer Stelle gefunden hat, welche mit einer Eisenerz-ähnlichen Substanz bedeckt ist, scheint mir ausnehmend merkwürdig zu seyn. Mögen die, denen es schwer wird zu glauben, dafs so gewaltige Massen aus der Atmosphäre haben herab kommen können, sich mit Untersuchung der Wahrscheinlichkeit ergötzen, dafs diese metallischen Zusammenhäufungen Produkte uralter metallurgischer Operationen sind, und dafs die reichlich um sie her verbreitete Eisenminer in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft, die mit Eisen überladenen Schlacken sind, durch vielleicht antediluvianische Manipulationen und Schmelzprocesse erzeugt.“
