**IX. Untersuchung der Gase aus dem Meteoreisen
von Augusta County in Virginien;
von J. W. Mallet, Dr. Phil. et Med.,**

Prof. der analytischen und angewandten Chemie an der Universität von Virginien.

(*Proceed. of the Roy. Soc. Vol. XX, p. 365.*)

Graham's Untersuchung der Gase, welche das Meteor-eisen von Lenarto in Ungarn bei Erhitzung in einem durch die Sprengel'sche Pumpe ¹⁾ hervorgebrachten Vacuum ausgiebt, hat zur Zeit ihrer Veröffentlichung viel Interesse erregt ²⁾, scheint aber bis jetzt keine ähnliche Untersuchung anderer Meteoriten zur Folge gehabt zu haben. Ich benutzte Stücke des vor etwa drei Jahren in Augusta County gefundenen Eisens, dessen Beschreibung und Analyse ich im *American Journal of Science*, Juli 1872 gegeben habe, um den Graham'schen Versuch zu wiederholen und auszumitteln, ob dabei ähnliche Resultate erhalten werden würden. Ein großer Theil der Arbeit des Ausziehens und Zerlegen der in diesem Eisen enthaltenen Gase wurde von zwei Studenten in meinem Laboratorium, Hrn. F. P. Dunnington von Baltimore, und Hrn. J. B. Adger aus Südcarolina ausgeführt, denen ich für ihre Hülfsleistung verpflichtet bin.

Es wurden zwei vorläufige Versuche gemacht; der eine mit Spänen, die mittelst einer Hobelmaschine abgeschnitten waren, und der andere mit einem soliden Stück des Metalls, dessen Oberflächen geebnet und von aller Rinde oder Schuppen befreit wurden. Die Späne wurden der von Graham angewandten Reinigung unterworfen, nämlich erstlich mit heißer Kalilauge und dann mit destillirtem Wasser gewaschen und darauf wohl getrocknet. Das solide Stück Eisen wurde nicht so behandelt, da beim Ab-

1) Ann. Bd. 129, S. 564. P.

2) *Proceed. Roy. Soc. Vol. XV, p. 502* (Ann. Bd. 131, S. 151).

schneiden desselben das Werkzeug sorgfältig kein Oel erhalten hatte. Beide Proben gaben beim Erhitzen in einem Sprengel'schen Vacuum mit Leichtigkeit Gas aus, dessen Menge in Bezug auf das Volum des Eisens größer war als bei dem Versuche Graham's; und die Analyse zeigte, daß die von ihm gefundenen Gase auch hier vorhanden waren, außerdem auch Kohlensäure (*Carbonic anhydride*) in nicht unbedeutender Menge.

Der Hauptversuch wurde mit großer Sorgfalt und mit aller erdenklichen Vorsicht zur Vermeidung von Fehlern folgendermaßen angestellt.

Von der größten der drei Massen (die in dem erwähnten Aufsatz mit No. 1 bezeichnet ist ¹⁾) wurde ein Parallelepipedum auf der sorgfältig von allem Fett befreiten Hobelmaschine abgeschnitten.

Nicht allein, daß das Schneidewerkzeug im Schmiedefeuer rothglühend gemacht, dann in reinem Wasser gehärtet, angelassen und mit Vermeidung jeden Fetts geschliffen worden, wurde auch jeder Theil der Maschine, von welchem eine Gefahr zu befürchten war, sorgfältig gereinigt, und das ganze Eisen, ausgenommen das wirklich abgeschnittene, mit Papier bekleidet. Das Eisenstück maß etwa 75 Mllm. in Länge, 16 Mllm. in Breite und 12 Mllm. in Dicke. Es wurde von dem solidesten Theil der Masse abgeschnitten, war ganz glänzend auf der Oberfläche, und frei von Kruste, obgleich Spuren von sehr

1) Deren gewöhnliche Analyse folgende Resultate gab:

Eisen	88,706
Nickel	10,163
Kupfer	0,396
Zinn	0,002
Mangan	Spur
Phosphor	0,341
Schwefel	0,019
Chlor	0,003
Kohle	0,172
Kieselerde	0,067
	<hr/> 99,872

kleinen Rissen oder Sprüngen deutlich an dem einen Ende sichtbar waren. Das Stück wog 124,589 Grm., und da das spec. Gewicht des Eisens zu 7,853 gefunden ward, hatte es ein Volum von 15,87 CC. Durch die Löcher in den gegenüberstehenden Wänden eines kleinen gut ziehenden Ofens von feuerfestem Thon wurde eine neue und ganz saubere Porzellanröhre mit unverletzter Glasur gesteckt, das Brennmaterial war Holzkohle in Stücken etwas größer als eine Wallnuß. Die Sprengel'sche Pumpe hatte eine Fallröhre von 1,34 Met. Länge. Ihre Verbindungen mit dem ringförmigen, mit Glycerin gefüllten Raum zwischen den Röhren wurden sehr sorgfältig gemacht und äußerlich durch Hüllen von Kautschuck geschützt. Eine Glasplatte, die auf dem Quecksilber in dem oberen Trichter schwamm, diente dazu die Gefahr, daß Luft mit hinabgeführt würde, zu verhüten, da das Metall langsam durch einen anderen und kleineren Trichter mit enger Oeffnung aufgegossen wurde.

Nachdem ein gutes Vacuum in der Kälte erhalten worden, wurde brennende Holzkohle in den Ofen gebracht, worauf das Gas alsbald zum Vorschein kam.

Es wurde beschlossen, die zu Anfange, in der Mitte und am Ende des Processes entweichenden Gase gesondert aufzufangen, und zu sehen, ob die Bestandtheile des Gases in gleichen oder verschiedenen Verhältnissen ausgegeben würden. Der erhaltene Gesamtbetrag war 36,33 CC., reducirt auf 0° C. und 1 Meter Druck. Dieser wurde behufs der Analyse folgendermaßen in drei Portionen getheilt:

Portion A . .	52,02	Proc. des Ganzen, gesammelt in	2 ^h 30'
„ B . .	24,11	„ „ „ „ „ „	2 20
„ C . .	23,87	„ „ „ „ „ „	9 40
	<u>100,00</u>		<u>14 30</u>

Wie man sieht, entwich der größere Theil in den ersten drittelhalb Stunden, während der Prozeß *vierzehn und eine halbe Stunde* dauerte und dann noch nicht beendet war. Die Hitze wurde allmählich gesteigert von dunkler

Rothgluth bis zuletzt zur anfangenden Weißgluth. Am Schluß des Versuchs erschienen noch sehr kleine, doch wahrnehmbare Spuren von Gas, die indeß sogleich verschwanden, sowie man die Temperatur auch nur wenig sinken ließ.

Als das Eisenstück nach dem vollständigen Erkalten aus der Röhre genommen wurde, war es überzogen mit einer dünnen geschmolzenen Haut von Eisen- und Nickelphosphid (Schreibersit), die am unteren Rande am dicksten war und bei der höchsten Temperatur von der Masse ausgesickert war.

Die Röhren, welche während der ersten Periode des Versuchs zur Auffangung des Gases gedient hatten, waren inwendig etwas feucht, und die Feuchtigkeit, die deutlich sauer reagierte, enthielt Chlorwasserstoffsäure, entsprungen ohne Zweifel aus dem Chlor, welches die Masse verbunden mit Eisen und Nickel enthielt.

Sorgfältige Analysen der drei gesondert aufgefangenen Gasportionen lieferten dem Volumen nach folgende Resultate; die vierte Zahlencolumne, erhalten durch Summirung der drei ersten, giebt in Procenten die Zusammensetzung der gesammten aus dem Eisen gewonnenen Gase.

	Portion A	Portion B	Portion C	Gesammtgas
Wasserstoff	22,12	10,52	3,19	35,83
Kohlenoxyd	15,99	11,12	11,22	38,33
Kohlensäure ¹⁾	7,85	1,02	0,88	9,75
Stickstoff	6,06	1,45	8,58	14,09
	<u>52,02</u>	<u>24,11</u>	<u>23,87</u>	<u>100,00.</u>

Es wurde nach anderen Gasen gesucht, aber es waren keine zu finden, weder freier Sauerstoff, noch irgend eine Verbindung von Kohlenwasserstoff.

Aus obigen Zahlen erhellt, daß in den Portionen A und B der Wasserstoff ungefähr in gleichem Verhältniß zu den übrigen Gasen steht, daß er aber in C sehr abnimmt, daß das Kohlenoxyd in B sehr zunimmt, verglichen mit A, aber

1) *Carbonic anhydride.*

in *C* ungefähr gleich bleibt, daß die Kohlensäure im ganzen Verlauf des Versuchs fortwährend abnimmt, und daß der Stickstoff in *B* abnimmt, verglichen mit *A*, aber in *C* wiederum steigt.

Vergleicht man diese Versuche mit denen von Graham und betrachtet zunächst das Gesamtvolum der aus dem Eisen erhaltenen Gase, so wird nöthig das Volum auf den von Jenem angewandten Stand des Drucks und der Temperatur zu reduciren. Indem vor der *Royal Society* gelesenen Aufsatz, wie er in den *Proceedings* gegeben wird, finde ich keine Angabe über diese Größen; aber angenommen, wie wahrscheinlich, daß sie auf einen Barometerstand von 30 Zoll und einen Thermometerstand von 60° F. bezogen sind, habe ich das Gasvolum, welches unter diesen Bedingungen von Druck und Temperatur im Ganzen aus 15,87 CC. Eisen erhalten wurde, zu 50,40 CC. berechnet, d. h. zum 3,17fachen des Metallvolums. Dies ist eine etwas größere Menge als Graham beim Lenarto-Eisen fand, nämlich das 2,85; allein bei dem oben beschriebenen Versuch war die Dauer länger und die erreichte Temperatur wahrscheinlich höher.

	Lenarto-Eisen.	Virginia-Eisen.
Wasserstoff	85,68	35,83
Kohlenoxyd	4,46	38,33
Kohlensäure		9,75
Stickstoff	9,86	16,09
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

Mehr stimmen die in meinem Versuch erhaltenen Gas-mengen mit denen überein, welche Graham aus gewöhnlichem Schmiedeeisen (Hufeisennägel bei der ersten Auf-fangung erhielt ¹⁾).

Wasserstoff	35,0
Kohlenoxyd	50,3
Kohlensäure	7,7
Stickstoff	7,0
	<hr/> 100,0.

1) *Proceed.* Vol. XV, p. 502 (Ann. Bd. 131. S. 151).

Der von ihm gezogene Schluß, „daß das Vorwalten des Kohlenoxydes in den eingeschlossenen Gasen den tellurischen Ursprung eines Eisens bezeuget“, wird nicht von der Virginiamasse bestätigt, die doch nach allen ihren physikalischen und chemischen Kennzeichen mit Recht zu den Meteoriten gezählt werden muß.

Zu bemerken ist, daß die Analyse der Gase aus dem Lenarto-Eisen nicht mit der gesammten Menge, die aufgefangen worden, angestellt wurde. Die erste Portion, etwa 32,5 Proc. des Aufgefangenen, wurde nur zu einer qualitativen Untersuchung benutzt; die zweite Portion, 57,6 Proc., ward vollständig analysirt, während der rückständigen dritten Portion von 9,9 Proc. nicht weiter Erwähnung geschieht. Es wird nur gesagt, daß das Eisen nach Ablauf von 2 Std. und 35 Min., der Dauer des Versuchs, nicht völlig erschöpft gewesen sey. Es ist wahrscheinlich, daß bei meinem Versuch der Betrag des Wasserstoffs (und damit auch das gesammte Volum des Gases) etwas verringert wurde durch die Verbindung mit dem Chlor der Chloride, um die kleine Menge von Chlorwasserstoffsäure zu bilden, die in dem schwachen Beschlag von Feuchtigkeiten an der Innenwand der ersten Röhren beobachtet wurde; vermuthlich ist auch diese Feuchtigkeit selbst erzeugt worden durch die partielle Reduction der Kohlensäure durch Wasserstoff und Kohlenoxyd. Obwohl man annehmen könnte, besonders wegen der starken Tendenz des Eisens zur Aufnahme und „Einschließung“ von Kohlenoxyd, daß dieses Gas die ursprüngliche Form gewesen sey, in welcher die erhaltenen gasigen Kohlenverbindungen im Eisen vorhanden waren, und daß es bei der Temperatur des Experiments zerlegt wurde in Kohle (die mit dem Eisen vereinigt blieb) und Kohlensäure (welche als Gas entwich); so scheint es doch, wegen der steten Abnahme der Quantität dieses Gases bei fortschreitendem Versuch und steigender Temperatur und wegen der leichten Zersetzung desselben bei Berührung mit glühendem Eisen, wahrscheinlicher, daß von der Kohle ursprünglich

im Eisen in diesem höheren Oxydationszustand ein größerer Betrag existirte, als aus den Zahlen der Analyse hervorleuchtet. Wie wohl die relative Menge des Wasserstoffs im Virginia-Eisen viel geringer gefunden ist als in dem von Lenarto, so repräsentirt er doch etwa das 1,4 fache des Eisenvolums, wogegen das gemeine terrestrische Eisen unter gewöhnlichem Druck nur 0,42 bis 0,46 seines Volums einschließt.

Der Zustand, in welchem die Eisenmassen in meine Hände gelangten, und besonders die Beschaffenheit ihrer Kruste, hat mich überzeugt, daß sie seit ihrer Auffindung nicht in einem Schmiedefeuer gewesen oder anderweitig bearbeitet worden sind, wie das wohl mit ähnlichen Meteoriten geschehen ist, um entweder ihre Natur zu ermitteln, oder einen Gebrauch von ihnen zu machen.

Mag nun diese Analyse als Wahrscheinlichkeitsbeweis angesehen werden oder auch nicht, daß das Virginia-Eisen aus einer anderen Atmosphäre als die, von welcher der Lenarto-Meteorit ein Beispiel gab ¹⁾, auf unsere Erde herabgekommen sey, so weichen doch die Resultate bei letzterem so weit von den unsrigen ab, daß sie es zu einem Gegenstand von vielem Interesse machen, eine größere Anzahl meteorischer Eisenmassen von verschiedenen Fundorten sorgfältig auf ihre gasigen Bestandtheile zu untersuchen.

1) Einige der Beobachtungen von Secchi und Huggins scheinen es wahrscheinlich zu machen, daß der Kohlenstoff in gewissen Regionen des Universums eine wichtige Rolle spiele, obgleich die Resultate in dieser Beziehung nicht so vollständig oder genügend sind wie hinsichtlich derer des Wasserstoffs.