

XXXIV.

Untersuchungen über den Process der englischen Roheisenbereitung.

Von

B. Bunsen und **L. Playfair.**

(Fortsetzung.)

II. Theorie der mit Steinkohlen und erhitzter Luft betriebenen Eisenhöfen.

Die bisherigen Untersuchungen haben uns auf eine durchschnittliche Zusammensetzung der Gichtgase geführt, wie sie aus dem Zusammenwirken der gesonderten Prozesse hervorgehen, die in den einzelnen Theilen des Ofenschachtes auftreten. Wir haben dabei an einigen Beispielen den Einfluss zu erläutern gesucht, welchen die Ofenmaterialien auf die mittlere Zusammensetzung der Gase ausüben, die als Endproducte aller dieser Prozesse an der Gicht zum Vorschein kommen.

Wir wenden uns nun zu dem wichtigsten Theile unserer Untersuchung, welcher die Natur und gegenseitige Beziehung dieser Prozesse zu einander umfasst. Es handelt sich dabei um die Veränderungen, welche die aufsteigende Luftsäule auf ihrem Wege von der Form bis an die Mündung des Ofens erleidet. Um sie zu verfolgen, haben wir eine Reihe verschiedener Gasproben in den successiven Tiefen des Ofens aufgesammelt und uns dabei derselben Methode bedient, welche Einer von uns seinen Untersuchungen über die Theorie der deutschen, mit Holzkohlen betriebenen Hohöfen zum Grunde gelegt hat.

Der Apparat zum Schöpfen der Gase besteht im Wesentlichen aus einem gegen 26 Fuss langen Röhrensystem von weichem gezogenem Eisen, das man in aufrechter Stellung mit den Materialien im Ofen niedergehen lässt. Dasselbe hatte bei unseren Versuchen 1 Zoll inneren Durchmesser und war aus einzelnen, 5 Fuss langen Stücken zusammengeschraubt, deren luftdichte Verbindung

durch einen geeigneten Kitt bewerkstelligt wurde. Um die Tiefe der Einsenkung jederzeit bestimmen zu können, war das Rohr, welches anfangs ungefähr drei Fuss in der Stunde, später aber langsamer niederging, mit einer Eintheilung versehen. An dem oberen, aus dem Ofen hervorragenden Theile dieser Röhre befand sich ein Bleirohr, vermittelst dessen die Gase an einen zum Experimentiren geeigneten Ort geleitet wurden. Das ganze Röhrensystem wurde durch eine über einen Flaschenzug geführte Kette balancirt, die von einem an dem Ofen senkrecht aufgerichteten hölzernen Balken herabhing. Die bedeutende Hitze der aus dem Ofen hervordringenden Gichtflamme machte es nothwendig, diesen Balken von Zeit zu Zeit mit Wasser zu benetzen, was durch eine in einiger Entfernung aufgestellte grosse Feuerspritze geschah.

Zum Aufsammeln der Gase dienten 4 Zoll lange und $\frac{3}{4}$ Zoll weite, auf beiden Seiten zu engen Röhren ausgezogene Glasröhren, die unter sich und mit dem Bleirohr durch Kautschukverbindungen vereinigt waren. Der oft mehrere Zoll Wasserhöhe betragende Druck, unter welchem die dieses Röhrensystem durchströmenden Gase sich befanden, machte es unmöglich, die Glasröhren, während sie mit dem Bleirohr frei communicirten, vermittelst des Löthrohrs abzuschmelzen. Wir haben daher dieselben vor Beendigung des Versuches jedesmal etwas erhitzt, die Kautschukverbindungen durch umgelegte Schlingen luftdicht verschlossen und das Ausziehen vor dem Löthrohre nicht eher bewerkstelligt, bis der Druck im Innern der Röhren sich durch Abkühlung so weit verringert hatte, dass kein Ausblasen bei dem Abziehen weiter zu befürchten war.

Der Ofen, an welchem wir unsere Versuche angestellt haben, ist Fig. 6 im Durchschnitt dargestellt. Er besitzt die gewöhnliche Grösse und Gestalt der in England üblichen Oefen und wird mit erhitzter Luft von durchschnittlich 330° C. gespeist. Diese Luft strömt unter einem Quecksilberdrucke von 6,75 Zoll aus einer 2,75 Zoll *) im Durchmesser haltenden Düse. Das Eisenerz, welches in diesem Ofen verschmolzen wird, ist ein thoniger Sphärosiderit, der durch einen vorhergehenden Röstprocess in ein von Feuchtigkeit, Kohlensäure und Eisenoxydul befreites Gemenge von Thon und Eisenoxyd umgewandelt wird. Der Ofen

*) Englisches Maass.

erhält bei regelmässigen Gänge in 24 Stunden 80 Gichten, deren jede aus 420 Pfund calcinirtem Eisenstein, 390 Pfund Steinkohlen und 170 Pfund Kalkstein, wie wir bereits angeführt haben, besteht und 140 Pfd. Roheisen liefert. Von diesen Materialien wird nun der Kalkstein in faustgrosse Stücke zerschlagen, Kohlen und Eisenstein dagegen in Massen auf den Ofen gegeben, die nicht selten mehr als 20 Pfd. wiegen. Eisenerz und Kalkstein werden ohne vorherige Mengung nach einander in den Ofen gestürzt.

Wir haben uns bei unseren Untersuchungen nur auf die Gase beschränken können, welche oberhalb und unterhalb der Ofenregion auftreten, die den Namen der *Rast* führt. Die Temperatur in den übrigen Ofentheilen ist nämlich so hoch, dass das eingesenkte Eisenrohr sich daselbst durch Erweichung verstopft oder selbst abschmilzt. Die Gase unterhalb der *Rast* besitzen zwar eine noch höhere Temperatur, allein sie lassen sich zur Untersuchung auffangen, wenn man die vordere, über dem Heerd befindliche dünne Wandung des Ofens durchbohrt und mittelst eines eingeführten eisernen Rohres die Gase ableitet *).

Wir haben zunächst die oberhalb der *Rast* aufgefangenen Gasgemenge untersucht und dabei die nachstehenden Resultate erhalten:

Erster Versuch.

Die Einsenkung des Rohrs betrug 5 Fuss; die Gase zeigten einen eigenthümlichen, von dem der Steinkohlengase abweichenden Geruch, brannten mit gelbrother, leuchtender Flamme und waren nicht mit braunen Theerdämpfen beladen. Zahl der Gichten: 6.

*) Die Fundamentalversuche unserer Arbeit sind auf den Besitzungen des Hrn. Oakes zu Riddingshouse an einem Hohofen der Alfreton-Eisenwerke angestellt. Für die liebenswürdige Zuverlässigkeit, mit der dieser ausgezeichnete Techniker uns jede Einsicht in seine metallurgischen Prozesse gewährte, und für die freundliche Unterstützung, mit welcher er durch seinen Rath und seine Einsichten unsere Arbeit gefördert hat, können wir unsere Anerkennung nicht dankbar genug ausdrücken. Wir beklagen es innig, dass dieser Dank, der dem Lebenden gelten sollte, nur noch dem Todten dargebracht ist. Auch seinen Söhnen, welche uns bei der Ausführung unserer Versuche durch ihre praktischen Erfahrungen unterstützten, fühlen wir uns gedrungen, unsern Dank öffentlich abzustatten, besonders Hrn. C. Oakes, dessen wohlversehenes Laboratorium und dessen Gewandtheit in chemischen Arbeiten uns während unseres Aufenthalts in Riddingshouse eine unentbehrliche Hilfe war.

A. *Bestimmung des ölbildenden Gases und der Kohlensäure.*

| | Vol. | Pression*). | Temp. | Vol. bei 0° C. u. 1 M. |
|------------------------|-------|-------------|----------|---------------------------|
| Angewandtes Gas | 132,0 | 0,6558 | 12,0° C. | 82,93 |
| nach Absorption des HC | 131,5 | 0,6550 | 11,8 „ | 82,57 |
| nach Absorption der C | 122,4 | 0,6471 | 11,0 „ | 76,13. |

B. *Untersuchung des von Kohlensäure und ölbildendem Gase befreiten Gases.*

| | Vol. | Pression. | Temp. | 0° u. 1 M. |
|-----------------------|-------|-----------|-------|------------|
| Angewandtes Gas | 125,2 | 0,4626 | 11,0° | 55,67 |
| nach Zulassung von O | 205,8 | 0,5452 | 11,3 | 107,74 |
| nach der Verbrennung | 179,6 | 0,5168 | 11,1 | 89,20 |
| nach Absorption der C | 149,7 | 0,4946 | 11,0 | 71,17 |
| nach Zulassung von H | 321,6 | 0,6537 | 11,0 | 202,09 |
| nach der Verbrennung | 179,6 | 0,5172 | 11,0 | 89,29. |

| | |
|-----------------|---------|
| Stickstoff | 55,35 |
| Kohlensäure | 7,77 |
| Kohlenoxyd | 25,97 |
| Grubengas | 3,75 |
| Wasserstoff | 6,73 |
| ölbildendes Gas | 0,43 |
| | 100,00. |

Zweiter Versuch.

Einsenkung des Rohres 8 Fuss. Das Gebläse war vor dem Versuch eine Stunde lang abgestellt; das Auffangen der Gase geschah aber erst, nachdem der Ofen wieder einige Zeit im ruhigen Gange gewesen war. Die Flamme und der Geruch des Gases verhielt sich genau wie beim ersten Versuch. Zahl der Gichten: 14.

A. *Bestimmung des ölbildenden Gases und der Kohlensäure.*

| | Vol. | Pression. | Temp. | 1 M. u. 0° C. |
|------------------------|-------|-----------|-------|---------------|
| Angewandtes Gas | 105,4 | 0,6254 | 11° | 63,36 |
| nach Absorption des HC | 104,6 | 0,6248 | 11 | 62,82 |
| nach Absorption der C | 95,5 | 0,6173 | 10,1 | 56,85. |

B. *Bestimmung des von Kohlensäure und ölbildendem Gase befreiten Gases.*

| | Vol. | Pression. | Temp. | 1 M. u. 0° C. |
|-----------------------|-------|-----------|-------|---------------|
| Angewandtes Gas | 125,4 | 0,4623 | 10,5° | 55,83 |
| nach Zulassung von O | 211,9 | 0,5680 | 11 | 115,70 |
| nach der Verbrennung | 185,5 | 0,5221 | 11 | 93,10 |
| nach Absorption der C | 155,3 | 0,5032 | 10 | 75,39 |

*) Bei allen diesen Zahlen ist die Correction der Tension des Wasserdampfes bereits angebracht.

| | | | | |
|----------------------|-------|----------------|-------|---------|
| nach Zulassung von H | 344,8 | 0,6757 | 10,5° | 224,36 |
| nach der Verbrennung | 195,5 | 0,5342 | 10,9 | 100,43. |
| Stickstoff | | 54,77 | | |
| Kohlensäure | | 9,42 | | |
| Kohlenoxyd | | 20,24 | | |
| Grubengas | | 8,23 | | |
| Wasserstoff | | 6,49 | | |
| ölbildendes Gas | | 0,85 | | |
| | | <u>100,00.</u> | | |

Dritter Versuch.

Tiefe der Einsenkung im Ofen 11 Fuss. Entwicklung von Theerdämpfen; Geruch nach Steinkohlengas; Flamme hellgelb und stark leuchtend. Zahl der Gichten: 23.

A. Bestimmung der Kohlensäure und des ölbildenden Gases.

| | Vol. | Pression. | Temp. | 1 M. u. 0° C. |
|-------------------------|-------|-----------|-------|---------------|
| Angewandtes Gas | 108,3 | 0,6377 | 9,0° | 66,86 |
| nach Absorption des H C | 107,6 | 0,6357 | 9,0 | 66,22 |
| nach Absorption der C | 98,8 | 0,6274 | 9,4 | 59,93. |

B. Untersuchung des von Kohlensäure und ölbildendem Gase befreiten Gases.

| | Vol. | Pression. | Temp. | 1 M. u. 0° C. |
|-----------------------|-------|----------------|-------|---------------|
| Angewandtes Gas | 131,0 | 0,4773 | 9,4° | 60,45 |
| nach Zulassung von O | 218,9 | 0,5639 | 9,4 | 119,33 |
| nach der Verbrennung | 186,4 | 0,5322 | 9,4 | 95,90 |
| nach Absorption der C | 155,7 | 0,5126 | 9,3 | 77,19 |
| nach Zulassung des H | 290,2 | 0,6336 | 9,3 | 177,82 |
| nach der Verbrennung | 119,9 | 0,4540 | 9,5 | 52,60. |
| Stickstoff | | 52,57 | | |
| Kohlensäure | | 9,41 | | |
| Kohlenoxyd | | 23,16 | | |
| Grubengas | | 4,58 | | |
| Wasserstoff | | 9,33 | | |
| ölbildendes Gas | | 0,95 | | |
| | | <u>100,00.</u> | | |

Vierter Versuch.

Einsenkung des Rohres in den Ofen 14 Fuss. Zahl der aufgegebenen Gichten: 26. Geruch des Gases: theerartig ammoniakalisch; Theerdämpfe; Flamme: gelblich, nur noch schwach leuchtend.

A. Bestimmung der Kohlensäure und des ölbildenden Gases.

| | Vol. | Pression. | Temp. | 1 M. u. 0°. |
|-------------------------|-------|-----------|-------|-------------|
| Angewandtes Gas | 124,2 | 0,6462 | 7,5° | 78,12 |
| nach Absorption des H C | 121,0 | 0,6529 | 7,5 | 76,89 |
| nach Absorption der C | 111,5 | 0,6430 | 7,5 | 69,78. |

B. Untersuchung des von Kohlensäure und ölbildendem Gase befreiten Gases.

| | Vol. | Pression. | Temp. | 1 M. u. 0° C. |
|-----------------------|-------|----------------|-------|---------------|
| Angewandtes Gas | 147,2 | 0,4956 | 7,5° | 71,01 |
| nach Zulassung von O | 232,6 | 0,5800 | 7,5 | 131,31 |
| nach der Verbrennung | 188,4 | 0,5363 | 7,7 | 98,27 |
| nach Absorption der C | 156,1 | 0,5108 | 7,4 | 77,63 |
| nach Zulassung von H | 291,6 | 0,6361 | 7,7 | 180,40 |
| nach der Verbrennung | 144,0 | 0,4927 | 7,7 | 69,00. |
| Stickstoff | | 50,95 | | |
| Kohlensäure | | 9,10 | | |
| Kohlenoxyd | | 19,32 | | |
| Grubengas | | 6,64 | | |
| Wasserstoff | | 12,42 | | |
| ölbildendes Gas | | 1,57 | | |
| | | <u>100,00.</u> | | |

Fünfter Versuch.

Tiefe der Einsenkung des Rohres im Ofen 17 Fuss; 32 Gichten; der Gasstrom, welcher einige Zeit zuvor unterbrochen war, zeigte einen eigenthümlichen Theergeruch. Keine Theerdämpfe. Flamme gelblich, wenig leuchtend.

A. Bestimmung der Kohlensäure und des ölbildenden Gases.

| | Vol. | Press. | Temp. | 1 M. u. 0° C. |
|------------------------|-------|--------|-------|---------------|
| Angewandtes Gas | 114,5 | 0,6414 | 11,6° | 70,45 |
| nach Absorption des HC | 113,0 | 0,6412 | 11,7 | 69,48 |
| nach Absorption der C | 99,0 | 0,6320 | 10,9 | 60,72. |

B. Untersuchung des von Kohlensäure und ölbildendem Gase befreiten Gases.

| | Vol. | Press. | Temp. | 1 M. u. 0° C. |
|-----------------------|-------|---------------|-------|---------------|
| Angewandtes Gas | 125,5 | 0,4740 | 12,0° | 56,99 |
| nach Zulassung von O | 213,4 | 0,5615 | 11,8 | 114,86 |
| nach der Verbrennung | 186,2 | 0,5345 | 11,8 | 95,40 |
| nach Absorption der C | 160,7 | 0,5197 | 11,5 | 80,14 |
| nach Zulassung von H | 332,6 | 0,6784 | 11,7 | 216,38 |
| nach der Verbrennung | 171,4 | 0,5237 | 11,8 | 86,04. |
| Stickstoff | | 55,49 | | |
| Kohlensäure | | 12,43 | | |
| Kohlenoxyd | | 18,77 | | |
| Grubengas | | 4,31 | | |
| Wasserstoff | | 7,62 | | |
| ölbildendes Gas | | 1,38 | | |
| | | <u>100,00</u> | | |

Sechster Versuch.

Einsenkung des Rohrs 20 Fuss. Gase ohne Theerdämpfe, stechend ammoniakalisch riechend, Flamme rein blau, nicht leuchtend. Zahl der Gichten: 38.

A. Bestimmung der Kohlensäure und des ölbildenden Gases.

| | Vol. | Press. | Temp. | 1 M. u. 0° C. |
|------------------------|------|--------|-------|---------------|
| Angewandtes Gas | 96,2 | 0,7284 | 12,3° | 67,05 |
| nach Absorption des HC | 96,2 | 0,7274 | 12,1 | 67,01 |
| nach Absorption der C | 87,0 | 0,7175 | 12,2 | 59,75. |

B. Untersuchung des von Kohlensäure und ölbildendem Gase befreiten Gases.

| | Vol. | Press. | Temp. | 1 M. u. 0° C. |
|-----------------------|-------|--------|-------|---------------|
| Angewandtes Gas | 113,9 | 0,4586 | 12,2° | 50,00 |
| nach Zulassung von O | 213,0 | 0,5590 | 12,7 | 113,78 |
| nach der Verbrennung | 192,8 | 0,5391 | 12,7 | 99,32 |
| nach Absorption der C | 169,8 | 0,5285 | 12,1 | 85,93 |
| nach Zulassung von H | 335,5 | 0,6777 | 12,7 | 217,27 |
| nach der Verbrennung | 130,7 | 0,4890 | 12,2 | 61,18. |

| | |
|-------------|----------------|
| Stickstoff | 60,46 |
| Kohlensäure | 10,83 |
| Kohlenoxyd | 19,48 |
| Grubengas | 4,40 |
| Wasserstoff | 4,83 |
| | <u>100,00.</u> |

Siebenter Versuch.

Einsenkung des Rohrs 23 Fuss. Gas ohne Theerdampf; schwach, aber deutlich nach Cyan riechend und mit nichtleuchtender bläulichblauer Flamme verbrennend. 42 Gichten.

A. Bestimmung der Kohlensäure und des ölbildenden Gases.

| | Vol. | Press. | Temp. | 1 M. u. 0° C. |
|------------------------|-------|--------|-------|---------------|
| Angewandtes Gas | 121,6 | 0,6517 | 8° | 77,02 |
| nach Absorption des HC | 121,6 | 0,6517 | 8 | 77,02 |
| nach Absorption der C | 113,0 | 0,6441 | 8 | 70,71. |

B. Untersuchung des von Kohlensäure und ölbildendem Gase befreiten Gases.

| | Vol. | Press. | Temp. | 1 M. u. 0° C. |
|-----------------------|-------|--------|-------|---------------|
| Angewandtes Gas | 134,9 | 0,4817 | 8,0° | 63,14 |
| nach Zulassung des O | 230,9 | 0,5770 | 8,0 | 129,46 |
| nach der Verbrennung | 208,9 | 0,5560 | 8,0 | 112,86 |
| nach Absorption der C | 180,1 | 0,5312 | 7,3 | 93,18 |
| nach Zulassung des H | 333,6 | 0,6720 | 7,7 | 218,03 |
| nach der Verbrennung | 127,7 | 0,4730 | 7,8 | 58,73. |

| | |
|-------------|----------------|
| Stickstoff | 58,28 |
| Kohlensäure | 8,19 |
| Kohlenoxyd | 26,97 |
| Grubengas | 1,64 |
| Wasserstoff | 4,92 |
| | <u>100,00.</u> |

Achter Versuch.

Einsenkung des Rohrs 24 Fuss. Anzahl der Gichten und Verhalten der Gase wie im letzten Versuch.

A. Bestimmung der Kohlensäure und des ölbildenden Gases.

| | Vol. | Press. | Temp. | 1 M. u. 0°. |
|-------------------------|-------|--------|-------|-------------|
| Angewandtes Gas | 141,8 | 0,6562 | 10,9° | 89,48 |
| nach Absorption des H C | 141,8 | 0,6562 | 10,9 | 89,48 |
| nach Absorption der C | 128,3 | 0,6523 | 11,0 | 80,46. |

B. Untersuchung des von Kohlensäure und ölbildendem Gase befreiten Gases.

| | Vol. | Press. | Temp. | 1 M. u. 0°. |
|-----------------------|-------|--------|-------|-------------|
| Angewandtes Gas | 139,7 | 0,4792 | 11,0° | 64,36 |
| nach Zulassung von O | 207,9 | 0,5479 | 11,0 | 109,50 |
| nach der Verbrennung | 181,6 | 0,5215 | 11,0 | 91,05 |
| nach Absorption der C | 148,1 | 0,5011 | 11,0 | 71,35 |
| nach Zulassung von H | 286,3 | 0,6267 | 11,2 | 172,36 |
| nach der Verbrennung | 164,6 | 0,5075 | 11,5 | 80,16 |

| | |
|-------------|----------------|
| Stickstoff | 56,75 |
| Kohlensäure | 10,08 |
| Kohlenoxyd | 25,19 |
| Grubengas | 2,33 |
| Wasserstoff | 5,65 |
| | <u>100,00.</u> |

Das Gas, welches in unmittelbarer Nähe über der Form erzeugt wird, zeigt eine so merkwürdige Zusammensetzung, dass wir ihm eine ganz besondere Aufmerksamkeit widmen zu müssen geglaubt haben. Zwei bis drithalb Fuss über dem Punkte gesammelt, wo die Gebläseluft in den Ofen tritt, enthält es schon keine Spur von freiem Sauerstoff mehr. Eben so wenig lässt sich darin die geringste Spur von Kohlensäure entdecken. Oelbildendes Gas und Grubengas können natürlich ebenfalls unter den Bestandtheilen desselben nicht auftreten, da es aus Kohlen erzeugt wird, die während einer langen Zeitdauer der höchsten Weissglühhitze ausgesetzt waren. Dagegen enthalten die Gase einen Bestandtheil, dessen Auftreten an diesem Punkte des Ofens das höchste Interesse darbietet. Es finden sich nämlich merkwür-

diger Weise nicht unbedeutende Spuren von Cyan darin, welches sich durch seinen unverkennbaren stechenden Geruch auf das Deutlichste zu erkennen giebt. Das von den mechanisch mit fortgerissenen festen Theilen völlig befreite Gas theilt diesen Geruch selbst dem Wasser beim Schütteln mit. Es verbrennt, mit Sauerstoff gemengt, mit leuchtender violettgelblicher Flamme, während die über der Rast aufgefangenen, aus Stickstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Grubengas und Wasserstoff bestehenden Gasgemenge mit rein blauer, im hellen Tageslichte kaum sichtbarer Flamme verbrennen. Zur Berechnung der Zusammensetzung dieses Gasgemenges, dessen Analyse nach derselben Methode vorgenommen werden kann, welche wir im Vorhergehenden befolgt haben, ergeben sich folgende leicht zu entwickelnde Bedingungengleichungen.

Nennt man die zur Analyse verwandte Gasmenge A , die Menge des darin enthaltenen Wasserstoffs, Kohlenoxyds, Cyans und Stickstoffs der Reihenfolge nach x, y, z, n , bezeichnet man ferner die Menge des zur Verbrennung hinzugefügten Sauerstoffs durch O , den nach erfolgter Verbrennung zurückbleibenden Sauerstoff durch p und die nach der Verbrennung und später nach Absorption der Kohlensäure gemessenen Volumina des Gases durch B und C , so ergeben sich folgende Ausdrücke:

$$A = x + y + z + n$$

$$B = O + n + z + \frac{1}{2}y - \frac{1}{2}x$$

$$C = O + n - z - \frac{1}{2}y - \frac{1}{2}x$$

$$O - p = \frac{1}{2}x + \frac{1}{2}y + 2z.$$

Die aus diesen Bedingungengleichungen bestimmten Werthe der gesuchten Grössen sind:

$$x = O - B + \left(\frac{C - p + A}{2} \right)$$

$$y = B - O + \left(\frac{A - 3C + 3p}{2} \right)$$

$$z = \frac{C - A + 2O - 3p}{4}$$

$$n = \frac{3C - p + A - 2O}{4}.$$

Das nur sechs Fuss über dem Bodenstein des Ofens in einer Entfernung von $2\frac{1}{2}$ Fuss über der Form aufgefangene Gas gab bei der eudiometrischen Analyse folgende Resultate:

266 Bunsen u. Playfair: Untersuchungen über d. Process

| | Vol. | Press. | Temp. | I M. u. 0°. |
|-----------------------|-------|--------|-------|-------------|
| Angewandtes Gas | 141,3 | 0,4935 | 8,5 | 67,63 |
| nach Zulassung von O | 180,1 | 0,5323 | 8,5 | 92,98 |
| nach der Verbrennung | 156,5 | 0,5083 | 8,7 | 77,10 |
| nach Absorption der C | 110,1 | 0,4688 | 9 | 49,97 |
| nach Zulassung von H | 199,2 | 0,5493 | 9 | 105,93 |
| nach der Explosion | 155,7 | 0,5077 | 9 | 76,53. |

Die aus diesen Zahlen nach den zuletzt entwickelten Gleichungen berechnete Zusammensetzung ist :

| | |
|-------------|---------|
| Stickstoff | 58,05 |
| Kohlenoxyd | 37,43 |
| Wasserstoff | 3,18 |
| Cyan | 1,34 |
| | <hr/> |
| | 100,00. |

Berechnet man nach Abzug der dem Wasserstoff entsprechenden Sauerstoffmenge und unter Berücksichtigung des im Cyan enthaltenen Stickstoffs das Verhältniss des Stickstoffs zu dem in den Gasen enthaltenen Sauerstoff, so ergeben sich die Zahlen 79,2 : 22,8, welche um 2,0 im Sauerstoffgehalt von der Zusammensetzung der Luft abweichen.

Aus der nachstehenden übersichtlichen Zusammenstellung der eben mitgetheilten Analysen sind die Veränderungen ersichtlich, welche die aufsteigende Gassäule in den verschiedenen Tiefen des Ofens erleidet.

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Höhe d. Gicht | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 24 | 34 |
| Stickstoff | 55,35 | 54,77 | 52,57 | 50,95 | 55,49 | 60,46 | 58,28 | 56,75 | 58,05 |
| Kohlensäure | 7,77 | 9,42 | 9,41 | 9,10 | 12,43 | 10,83 | 8,19 | 10,08 | 0,00 |
| Kohlenoxyd | 25,97 | 20,24 | 23,16 | 19,32 | 18,77 | 19,48 | 26,97 | 25,19 | 37,43 |
| Grubengas | 3,75 | 8,23 | 4,58 | 6,64 | 4,31 | 4,40 | 1,64 | 2,33 | 0,00 |
| Wasserstoff | 6,73 | 6,49 | 9,33 | 12,42 | 7,62 | 4,83 | 4,92 | 5,65 | 3,18 |
| ölbild. Gas | 0,43 | 0,85 | 0,95 | 1,57 | 1,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cyan | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Spur | Spur | 1,34 |
| | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00. |

Ein Blick auf diese Zusammenstellung zeigt, dass das Grubengas noch als ein wesentlicher Bestandtheil selbst derjenigen Gasgemenge betrachtet werden muss, welche in einer Tiefe von 24 Fuss im Ofen auftreten. Da dieser Kohlenwasserstoff, wie Einer von uns an einem anderen Orte durch Versuche erwiesen hat, weder durch directe Verbindung des Wasserstoffs mit Kohle, noch durch Zersetzung des Wassers auf Kosten der Kohle erzeugt werden kann, sondern vielmehr allein als ein Destillationsproduct der Kohlen betrachtet werden muss, so ergibt sich die für die

Theorie des englischen Eisenhohofenprocesses nicht uninteressante Thatsache :

dass die Region des Ofens, in welcher die Vercoakung der Steinkohlen erfolgt, bis über eine Tiefe von 24 Fuss hinabreicht.

Wenn man erwägt, in welchem unvollkommenen Zustande der Zerkleinerung die oft $\frac{1}{4}$ Centner schweren Steinkohlen in den Ofen gelangen, so kann es übrigens kaum befremden, dass der Raum, in welchem ihre Umwandlung in Coaks erfolgt, über die Hälfte der ganzen Tiefe des Eisenhohofens einnimmt.

Die Gasanalysen zeigen ferner, dass der Stickstoffgehalt derselben bei einer Tiefe von 14 Fuss ein Minimum, ölbildendes Gas, Grubengas und Wasserstoff dagegen ein Maximum erreichen. Da diese letzteren Gase nur aus den Steinkohlen unter dem Einflusse einer erhöhten Temperatur entstehen, so ergibt sich daraus die Thatsache :

dass der Destillationsprocess der Steinkohlen in einer Tiefe von 14 Fuss sein Maximum erreicht.

Wir haben bei den einzelnen Versuchen bemerkt, dass die Gase bis zu einer Tiefe von 14 Fuss frei von Theerdämpfen auftreten, von diesem Punkte an aber bis zu einer Tiefe von 17 Fuss reichlich damit beladen sind. Das Verschwinden dieser Dämpfe in den oberen Tiefen des Ofens beweist daher, dass dieselben bei ihrem Durchgange durch die glühende Kohlschicht auf Kosten der dort herrschenden höheren Temperatur und des daselbst auftretenden Wasserdampfes eine Zersetzung erleiden, aus welcher sich das unregelmässige Verhältniss erklärt, das in diesen oberen Ofenregionen zwischen der Kohlensäure und dem Kohlenoxydgase herrscht.

Vergleicht man endlich die verschiedenen Mengen des Kohlenoxyds und der Kohlensäure in den verschiedenen Tiefen des untersuchten Ofenraums mit einander, so zeigt sich in dem Verhältniss dieser Gase keine Spur einer gegenseitigen Abhängigkeit, wie sie bei den kleineren, mit Holzkohlen betriebenen, deutschen Hohöfen beobachtet wird. Um diese Erscheinung zu begreifen, darf man nur die Verhältnisse etwas näher in's Auge fassen, welchen die Möllering in dem Ofenschacht ausgesetzt ist. Wir haben so eben gesehen, dass die Steinkohlen den 24 Fuss langen Weg von der Ofenmündung bis an die Rast zurücklegen

müssen, um ihre flüchtigen kohlenstoffhaltigen Producte und sowohl das hygroskopisch darin enthaltene, als auch das bei der Destillation daraus gebildete Wasser abzugeben. Wenn wir nun auch annehmen, dass die in diesem Theile des Ofens herrschende Temperatur durch den ununterbrochen vor sich gehenden Gasificationsprocess nicht so tief erniedrigt ist, dass die Reduction des Eisenerzes dadurch verhindert wird, so würde dessenungeachtet diese Reduction der Erze, durch welche das Kohlenoxyd in Kohlensäure verwandelt und das gegenseitige Abhängigkeitsverhältniss dieser Gase herbeigeführt wird, keineswegs in dieser oberen Hälfte des Ofens ihren regelmässigen Fortgang nehmen können. Die Erze befinden sich nämlich bei ihrem Durchgange durch den Ofenschacht zugleich unter dem reducirenden Einflusse der Ofengase und der oxydirenden Einwirkung des fortwährend aus den inneren, noch nicht vercoakten Theilen der grossen Steinkohlenstücke hervordringenden Wasserdampfes. Sie sind daher fortwährend localen Oxydations- und Reductionsprocessen unterworfen, die das Verhältniss zwischen Kohlensäure, Kohlenoxyd und Wasserstoff von localen Einflüssen abhängig machen.

Berücksichtigt man nun, von dieser Thatsache ausgehend, dass Kohlenoxydgas und Kohlensäure an der Mündung des Ofenschachts, so wie an der unteren Grenze desselben, in fast gleicher Menge und in annähernd gleichen Verhältnissen auftreten, so wird man noch mehr zu der Ansicht veranlasst, dass der Heerd der Reductionsprocessen in noch tieferen Regionen des Ofens zu suchen ist. Jeder Zweifel an der Richtigkeit dieser Ansicht muss aber verschwinden, sobald man auf das Verhältniss zurückgeht, in welchem der Sauerstoff- und Stickstoffgehalt der sämmtlichen untersuchten Gasgemenge zu einander stehen. Wäre nämlich die Reduction des Erzes und die Entwicklung der Kohlensäure aus dem Kalkstein oberhalb des tiefsten Punctes, bis zu welchem wir die Gase im Ofenschacht untersucht haben, bereits vor sich gegangen, so hätte das vor der Form gebildete Gasgemenge, dessen Gehalt an Stickstoff und Sauerstoff dem Verhältniss dieser Gase in der atmosphärischen Luft entsprechen muss, auf seinem Wege bis zu dem von uns erreichten Puncte nicht reicher an Sauerstoff werden können. Man würde daher hier, wenn man den Sauerstoff in Abrechnung bringt, welcher dem aus dem Wasser unter dem Einfluss der Kohle abgeschiedenen, in den Gasen ent-

haltenen Wasserstoff entspricht, auf dasselbe Verhältniss von Sauerstoff und Stickstoff haben stossen müssen, welches die atmosphärische Luft darbietet. Wie wenig diese Voraussetzung wirklich stattfindet, ergiebt sich aus der nachstehenden Zusammenstellung, welche das Verhältniss des verschiedenen Sauerstoff- und Stickstoffgehalts der einzelnen, in den verschiedenen Tiefen aufgesammelten Gasgemenge enthält.

| | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Stickstoff | 79,2 | 79,2 | 79,2 | 79,2 | 79,2 | 79,2 | 79,2 | 79,2 |
| Sauerstoff | 24,9 | 23,6 | 24,6 | 19,5 | 25,7 | 23,7 | 28,2 | 27,7 |

Man sieht zunächst aus dieser Zahlenreihe, dass, ganz im Gegensatze zu dem bei den deutschen Hohöfen beobachteten Verhalten, das Verhältniss des Sauerstoffs in den Gasen nach der Gicht hin im Abnehmen begriffen ist. Dieser Umstand erscheint auf den ersten Blick schwer zu erklären, da keine chemischen Processe im Ofenschacht denkbar sind, welche den einmal in den Gasen enthaltenen Sauerstoff vermindern könnten. Allein diese Anomalie ist bei näherer Betrachtung leicht erklärlich. Die Sauerstoffverminderung beginnt vornehmlich an dem Punkte, wo die aus den Steinkohlen durch Destillation erzeugten Gase zur Entwicklung kommen. Nun liegt es in der Natur der Verhältnisse, dass diese Gase nicht sogleich in dem Momente, wo sie frei werden, eine gleichförmige Mengung mit der von den unteren Theilen des Ofens aufsteigenden Gassäule erleiden. Das an diesen Punkten aufgefangene Gas ist daher reicher an den gasförmigen Destillationsproducten der Kohle, als es der durchschnittlichen Zusammensetzung nach sein sollte. Namentlich steigt der Wasserstoff darin bis über 12 Procent. Rührte dieser Wasserstoff, wie es bei der Berechnung der obigen Zahlenreihe angenommen ist, allein von dem auf Kosten der Kohle zersetzten Wasser her, so würde dadurch der Sauerstoffgehalt des Gases stets wachsen müssen, in welchem Verhältniss auch die Mengung der an verschiedenen Punkten des Ofens erzeugten Gase vor sich gehen mag. Ist dagegen der grösste Theil dieses Wasserstoffs, wie man nothwendig annehmen muss, aus der durch eine höhere Temperatur bedingten Zersetzung des ölbildenden Gases und Steinkohlenöls hervorgegangen, so muss die Berechnung nothwendig auf einen kleineren Sauerstoffgehalt führen, als der Wahrheit entspricht. Diese Thatsache berechtigt uns zugleich zu dem Schlusse:

dass die mittlere Zusammensetzung der Ofengase an dem Punkte des Ofens, wo die durch Destillation bedingte Gasentwicklung ihr Maximum erreicht, *nicht* ermittelt werden kann.

Die Quelle dieser Unsicherheit fällt in den tieferen Punkten des Ofenschachts, wo das ölbildende Gas und die höheren Kohlenwasserstoffe gänzlich fehlen, hinweg. Das in einer Tiefe von 23 und 24 Fuss sich zu 79,2 : 27 im Mittel ergebende Verhältniss beweist daher, dass in den unter 24 Fuss hinabreichenden Tiefen des Ofens eine Kohlensäureentwicklung aus dem Kalkstein, oder eine Reduction des Eisenerzes, oder endlich Beides zugleich stattfindet. Dass in der That das Letztere der Fall ist, und dass der Process der Kohlensäureentwicklung, so wie der Reduction des Eisenerzes, *ausschliesslich* nur in der Rast erfolgt, ergibt sich aus der mittleren Zusammensetzung der Gase, wie wir solche aus den im Ofen verwendeten Materialien abgeleitet haben. Diese Zusammensetzung schwankte zwischen folgenden Zahlen :

| | | |
|---------------------|----------------|-----------------|
| Stickstoff | 60,907 | 57,878 |
| Kohlensäure | 8,370 | 9,823 |
| Kohlenoxyd | 26,846 | 24,042 |
| Grubengas | 2,536 | 2,743 |
| Wasserstoff | 1,126 | 4,972 |
| ölbildendes Gas | 0,112 | 0,392 |
| Schwefelwasserstoff | 0,045 | 0,035 |
| Ammoniak | 0,058 | 0,115 |
| | <u>100,000</u> | <u>100,000.</u> |

Diese Gasgemenge enthalten:

- 1) die Destillationsproducte der Kohle;
- 2) die Verbrennungsproducte derselben;
- 3) die aus dem Erz durch Reduction und aus dem Kalkstein durch das Glühen hervorgegangene Kohlensäure.

Das Verhältniss des Stickstoffs zum Sauerstoff ergibt sich, diesen Analysen zufolge, nach Abzug des dem Wasserstoff entsprechenden Sauerstoffs, zu 79,2 : 27,33 und 79,2 : 26,67 oder im Mittel 79,2 : 27. Die in den Gasen vorhandenen Verbrennungsproducte der Kohle würden für sich das der atmosphärischen Luft entsprechende Verhältniss 79,2 : 20,8 haben geben müssen. Da nun der Sauerstoffgehalt der Destillationsproducte der Steinkohlen als verschwindend klein ganz ausser Acht gelassen werden kann, so wird die Vermehrung dieses Sauerstoffverhältnisses von

20,8 auf 27 nur dadurch bewirkt sein können, dass der gesammte Kohlensäuregehalt des Kalksteins und der gesammte in Kohlensäure übergeführte Sauerstoff des Erzes sich den Verbrennungsproducten der Kohle hinzugesellen. Das in einer Tiefe von 23 und 24 Fuss geschöpfte Gas enthält aber auf 79,2 Stickstoff 27,6 und 26,5 Sauerstoff, dasselbe muss daher in dieser Tiefe schon allen Sauerstoff des Erzes sammt der Kohlensäure des Kalksteins aufgenommen haben.

Diese Thatsache rechtfertigt den Schluss:

dass bei den englischen, mit Steinkohlen und heisser Luft betriebenen Eisenhohöfen die Reduction des Erzes und die Abscheidung der Kohlensäure aus dem Kalkstein erst unterhalb des Ofenschachtes in der Rast vor sich geht.

Die Grenze, wo die Schlackenbildung und Schmelzung des Eisens beginnt, lässt sich nicht durch eine unmittelbare Beobachtung feststellen. Da aber die von der Rast getragenen bedeutenden Eisensteinmassen nicht wohl anders als in flüssiger Form in das Gestell eindringen können, so wird man sich sicher nicht weit von der Wahrheit entfernen, wenn man annimmt,

dass der Schmelzraum der mit Steinkohlen betriebenen englischen Hohöfen an der Mündung des Gestells liegt.

Um eine deutliche Vorstellung von den Functionen zu haben, welche die einzelnen Ofentheile bei dem Reductionsprocess des Eisens übernehmen, haben wir Fig. 6 die Räume, in welchen die einzelnen Processe in gesonderter Ordnung erfolgen, durch verschiedene Farben in einem Ofenprofil dargestellt, das genau den Dimensionen des Ofens entspricht, bei welchem wir unsere Versuche angestellt haben. *AB* umfasst den Destillationsraum, *BC* und *CD* begreift den Raum, wo die Reduction und Kohlensäureentwicklung erfolgt und die Ofenmaterialien den zum Schmelzen nöthigen Temperaturgrad annehmen, *DE* entspricht dem Raume, wo die Schmelzung und Schlackenbildung vor sich geht.

Es ist nicht ohne Interesse, den Vorgang, wie er sich bei dem Process der englischen Eisenhohöfen, den vorstehenden Untersuchungen zufolge, ergeben hat, mit den Resultaten zu vergleichen, welche sich bei den besonders in Deutschland, Schweden und Norwegen üblichen, mit Holzkohlen betriebenen Hohöfen herausgestellt haben.

Wir wählen dazu die Gase des Ofens von Veckerhagen in Kurhessen, so wie des Bärumer Hohofens in Norwegen.

Gase aus dem Ofen von Veckerhagen*).

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Tiefe un. d. Ofenmündg. | 2,8**) | 4,2 | 5,7 | 7,2 | 8,5 | 11,3 | 14,2 |
| Stickstoff | 62,34 | 62,25 | 66,29 | 62,47 | 63,89 | 61,45 | 64,58 |
| Kohlensäure | 8,77 | 11,12 | 3,32 | 3,44 | 3,60 | 7,57 | 5,97 |
| Kohlenoxyd | 24,20 | 22,24 | 25,77 | 30,08 | 29,27 | 26,99 | 26,51 |
| Grubengas | 3,36 | 3,10 | 4,04 | 2,24 | 1,07 | 3,84 | 1,88 |
| Wasserstoff | 1,33 | 1,27 | 0,58 | 1,77 | 2,17 | 0,15 | 1,06 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00. |

Das aus diesen Zahlen berechnete Verhältniss zwischen Stickstoff und Sauerstoff ist:

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. |
|------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Stickstoff | 2,8 | 4,2 | 5,7 | 7,2 | 8,5 | 11,3 | 14,2 |
| Sauerstoff | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | 25,6 | 27,4 | 18,9 | 22,2 | 21,2 | 26,9 | 22,8. |

Man sieht aus dieser Zahlenreihe, dass die Menge des Sauerstoffs und Stickstoffs, mit Ausnahme des sechsten Versuchs, dem Verhältniss von 79 : 21 in den unteren Tiefen des Ofens so nahe kommt, als sich bei den unvermeidlichen Unregelmässigkeiten im Gange eines Ofens von so niedrigen Dimensionen nur immer erwarten lässt. Die Ursache der in einer Tiefe von 11 Fuss plötzlich auftretenden Sauerstoffvermehrung muss allein einer localen Störung zugeschrieben werden, welche darauf beruht, dass durch eine ungleiche Vertheilung des in den Ofenmaterialien aufsteigenden glühenden Luftstroms einzelne Partien des Erzes in unverändertem Zustande bis zu einer bedeutenden Tiefe in dem Ofenschacht niedergehen können. Diese Störungen, welche den Hüttenleuten unter dem Namen des Rohganges wohl bekannt sind, treten besonders häufig bei so niedrigen Hohöfen auf, wie derjenige war, bei welchem jene Resultate erhalten wurden. Betrachten wir daher die im sechsten Versuch gefundene Zusammensetzung als auf partiellen Störungen beruhend, so berechtigt uns das in den übrigen Gasen beobachtete Verhältniss zwischen Stickstoff und Sauerstoff zu dem Schlusse, dass der Punct, wo die Reduction der Erze und die Kohlensäureentwicklung aus dem Kalkstein vollendet ist, bei dem Ofen zu Veckerhagen nur un-

*) Bei diesen Zahlen sind einige Rechnungsfehler berichtigt, welche sich in der diese Gase betreffenden Abhandlung eingeschlichen haben.

***) Engl. Fusse.

ungefähr 5 Fuss unter der Ofengicht liegt. Wir haben (Fig. 7), um die grosse Verschiedenheit zwischen diesen in England und Deutschland erhaltenen Resultaten anschaulich zu machen, den Ofen von Veckerhagen in verjüngten Dimensionen nach demselben Maassstabe dargestellt, welcher der Zeichnung des Alfreton-Hohofens zum Grunde gelegt ist, und dabei die einzelnen Ofenräume durch dieselben Buchstaben und Farben wie dort angedeutet.

Ganz ähnliche Resultate ergeben sich aus der sehr gründlichen Untersuchung, welche Scheerer und Langberg an dem Bärumer Ofen in Norwegen angestellt haben, obgleich dieser Ofen bedeutend höher ist als der zu Veckerhagen.

Aus den nachstehenden, von diesen Chemikern erhaltenen Zahlen ist es ersichtlich, dass eine Verlängerung des Schachts von besonderm Einflusse auf die Regelmässigkeit des Ofenganges ist, und dass die Reduction der Erze und die Kohlensäureentwicklung aus dem Kalkstein in einer bedeutendern Tiefe des Ofens, aber fast genau in demselben Abstände von der Form, also von dem Punkte aus erfolgt, wo die Wärmequelle im Ofen liegt.

| | | | | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tiefe unt. d. Gicht | 5,5*) | 8,2 | 10,8 | 13,5 | 16,1 | 19,3 |
| Stickstoff | 64,43 | 62,65 | 63,20 | 64,28 | 66,12 | 64,97 |
| Kohlensäure | 22,20 | 18,21 | 12,45 | 4,27 | 8,50 | 5,69 |
| Kohlenoxyd | 8,04 | 15,33 | 18,57 | 29,17 | 20,28 | 26,38 |
| Grubengas | 3,87 | 1,28 | 1,27 | 1,23 | 1,18 | 0,00 |
| Wasserstoff | 1,46 | 2,53 | 4,51 | 1,05 | 3,92 | 2,96 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Tiefe unt. d. Gicht | 5,5 | 8,2 | 10,8 | 13,5 | 16,1 | 19,3 |
| Stickstoff | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| Sauerstoff | 31,3 | 31,0 | 24,3 | 22,3 | 19,9 | 21,2. |

Die Dimensionen des Bärumer Ofens, so weit sie sich aus den von Scheerer und Langberg darüber gegebenen Mittheilungen ableiten liessen, sind aus Fig. 7 ersichtlich. Wir haben auch hier, um die Uebersicht der Verhältnisse dieser drei Oefen zu erleichtern, dieselben Maasse zum Grunde gelegt und die gleichen Functionen entsprechenden Ofenräume durch dieselben Farben und Buchstaben bezeichnet.

Die grossen Verschiedenheiten, welche sich diesen Betrachtungen zufolge bei dem englischen und deutschen Hohofenprocess her-

*) Engl. Fuss.

ausstellen, können nichts weniger als befremdend erscheinen, wenn man die höchst verschiedenen Bedingungen in's Auge fasst, unter welchen die Erzeugung des Eisens in diesen Oefen erfolgt.

Der hauptsächlichste Grund, warum der Reductionsraum des englischen Hohofens erst in einer so bedeutenden Tiefe beginnt, ist in dem Umstande zu suchen, dass fast der ganze Schacht durch einen Vercoakungsprocess der Steinkohlen in Anspruch genommen wird, der sich um so tiefer in den Ofen hinab erstrecken muss, je weniger die Steinkohlen in einem erheblichen Zustande der Zerkleinerung auf den Ofen gebracht werden. Bei den oft mehr als einen halben Cubikfuss grossen, den Ofen durchwandernden Kohlen- und Erzstücken kann die von Aussen mitgetheilte Wärme natürlich nur langsam die ganze Masse durchdringen. Der aufsteigende glühende Luftstrom muss daher während eines viel längern Zeitraums seine Wärme an die Ofenmaterialien abgeben, um die nicht weniger als mindestens 30 p. C. des gesammten Brennmaterials betragenden Destillationsproducte zu gasificiren. Dass die bei einem so belangreichen Gasificationsprocess latent werdende Wärme die Temperatur des ganzen oberen Ofenschachtes so weit erniedrigen muss, dass in diesem Theile des Ofens weder der Kalkstein seine Kohlensäure verlieren, noch eine Reduction des Erzes erfolgen kann, leuchtet von selbst ein.

Ein anderer, nicht minder erheblicher Grund der tieferen Lage dieses Reductionsraumes bei den englischen Oefen liegt in der Anwendung einer bedeutenderen Pressung der Gebläseluft, welche die bei den deutschen Hohöfen übliche um das Sechsbis Siebenfache übertrifft. Der dadurch bedingte, weit raschere Niedergang der Ofenmaterialien bewirkt, dass dieselben für eine gleiche Erhitzungszeit eine weit grössere Strecke des Ofens durchwandern. Alle diese Umstände kommen bei dem in Deutschland und Schweden üblichen Eisenhüttenprocess weit weniger in Betracht.

Der Ofen empfängt hier mit den Holzkohlen ein bereits verkohltes Brennmaterial, welches, gleichwie das Erz und der Kalkstein, in einem solchen Zustande der sorgfältigsten Mengung und Zerkleinerung sich befindet, dass es dem glühenden Luftstrom eine gewiss mehr als hundertmal grössere Erhitzungsfläche darbietet. Dabei erfolgt die Verbrennung der Kohlen der

geringen Pressung des Windes zufolge so langsam, dass die Gichten nicht selten eine zwei- bis dreimal längere Zeit erfordern, um dieselbe Strecke im Ofen zurückzulegen.

(Schluss folgt.)

XXXV.

Untersuchungen über die Samen von *Peganum Harmala*.

Von

J. Fritzsche.

(Fortsetzung von Bd. XLI, S. 56.)

B. Harmin *).

Während das Harmalin bis jetzt nur allein als Product des Vegetationsprocesses bekannt ist, tritt das Harmin ausserdem auch als Umsetzungsproduct des Harmalins auf.

Ein Weg zur künstlichen Darstellung desselben, welchen ich bereits beim sauren chromsauren Harmalin kurz angeführt habe, besteht in der Erhitzung dieses Salzes bis über 120° C., wobei unter einer plötzlich durch die ganze Masse desselben vor sich gehenden Zersetzung Harmin sich bildet. Durch die in Folge der Zersetzung sich entbindende Wärme nimmt dabei ein Theil des sich gebildeten Harmins gasförmigen Zustand an, schlägt sich jedoch fast augenblicklich als weisse Nebel nieder und setzt sich an die Wände des Gefässes an, welche es nach vollkommener Abkühlung als eisblumenartige Krystallisationen überzieht. Man muss sich deshalb zur Vermeidung alles Verlustes eines geräumigen Gefässes, am besten eines Kolbens, bedienen, zugleich aber auch den Zutritt der Luft zu der heissen Masse deshalb möglichst zu vermeiden suchen, weil sonst leicht ein Erglühen des porösen, dunkelfarbigen, der Menge nach das Hauptproduct der Zersetzung bildenden chromhaltigen Körpers eintritt. Von diesem

*) Harmin ist synonym mit Leukoharmin (Berzelius's Jahresber. Jahrg. XXV, S. 531), wie ich dieses Alkaloid früher in brieflichen Mittheilungen an Herrn v. Berzelius genannt habe.