XII.

Ueber den relativen Werth verschiedener Brennhölzer und Holzkohlen.

V o n

Oberschiedswardein K. A. WINKLER.

Die Bestimmung der Wirkungsverhältnisse zwischen den verschiedenen Holz- und Holzkohlensorten hat mancherlei Schwierigkeiten und wird, so oft man sie auch im Kleinen oder im Grossen vornimmt, immer etwas ungleiche Ergebnisse liefern, da eine Menge von Umständen sich vereinigen, um Schwankungen zu veranlassen.

Der Feuchtigkeitszustand, das Alter, die Fällungszeit und die Art des Transportes — ob derselbe auf der Achse oder durch das Flüssen geschah — haben auf die Qualität des Holzes entschieden Einfluss, wogegen die Güte der Kohlen wieder von der vorherigen Beschaffenheit des Holzes und von Verfahrensarten und Zufälligkeiten bei der Verkoftung, so wie von der Menge des frisch angesogenen Wassers abhängig ist.

Gleichwohl ist eine, sei es auch nur ungefähre, Kenntniss dieser Wirkungsverhältnisse dem Gewerbsmanne und also auch dem Hüttenmanne, aus dessen Gesichtspuncte ich spreche, von Wichtigkeit. Sie erleichtert nicht blos den ökonomischen Calcul, sondern auch den Umtausch der Brennmaterialien selbst; z. B. bei Schachtofenschmelzungen, wo ohne dieselbe bei jeder Veränderung der Kohlensorte erst eine längere Zeit nöthig ist, um bei dem neuen, noch ungewohnten Brennmaterial das richtige Verhältniss zwischen Kohlen- und Erzsatz wieder zu finden.

Ich versuchte es daher in Gesellschaft des Hrn. Lieutenant v. Moisejeff aus Petersburg und des Hrn. Schiffner aus Freiberg, welche mich dabei thätig unterstützten, den relativen Werth einer Reihe von Holz- und Kohlensorten zu bestimmen, und zwar auf eine für jeden praktischen Hüttenmann ausführbare Weise und so gut es mit den geringen Hilfsmitteln geschehen konnte, welche eine gewöhnliche Probirstube darbietet.

Die Beschreibung dieser Versuche und die Resultate, welche dabei gewonnen wurden, enthält das Nachfolgende.

I.

Holz.

Es wurden zu den Versuchen nachstehende Holzarten verwendet:

A) Von harten Laubhölzern:

Die Eiche (*Quercus*), die Esche (*Fraxinus*), der Ahorn (*Acer*, *Platanus*), die Buche (*Fagus*), die Birke (*Betula*), die Ulme (*Ulmus*).

B) Von weichen Laubhölzern:

Die Pappel (*Populus nigra*), die Linde (*Tilia*), die Weide (*Salix*).

C) Von weichen Nadelhölzern:

Die Tanne (*Pinus Abies*), die Fichte (*Pinus picea*), die Kiefer (*Pinus sylvestris*).

Wassergehalt.

Alle diese Hölzer waren schon vor Jahren geschlagen und hatten ungefähr 6 Monate hindurch in einem fast beständig und sehr stark geheizten Zimmer gelegen. Dadurch war ihr Wassergehalt auf durchschnittlich 9 p.C. herabgesunken, obgleich nicht ganz egal, denn er betrug bald etwas mehr, bald etwas weniger. Sie konnten sämmtlich als ganz lufttrocken betrachtet werden.

Genau auf einen und denselben Trockengrad wurden sie absichtlich nicht gebracht, erstens, weil es sehr schwer gewesen sein würde, eine solche Gleichförmigkeit herzustellen, ohne die Hölzer förmlich zu dörren, was nicht geschehen durfte, wenn nicht die Möglichkeit einer theilweisen Zersetzung eintreten sollte, und zweitens, weil bei der vorausgegangenen halbjährigen Aufbewahrung der verschiedenen Sorten in dem nämlichen erwärmten Raume anzunehmen war, dass die kleinen Differenzen in den Wasserrückhalten theilweise mit in der Natur der Sorten selbst lagen, von denen die eine ihr Wasser schwerer als die andere hergiebt.

Bestimmung des Massengewichtes.

Das Nächste war die Bestimmung der Massengewichte der einzelnen Holzarten.

Aus jeder derselben wurde ein Würfel geschnitten, welcher genau einen Cubikzoll enthielt und dieser mit verjüngten Gewichten ausgewogen, von denen 400 auf das Leipziger Loth gingen.

	Ein Cubikzoll wog:		1 Cubikfuss zu 1728 Cubikzoll.	
	verjüngte Gew.	Leipz. Loth.	Leipz. Pfd.	Leipz. Loth.
<i>A) Harte Laubhölzer.</i>				
Eichenholz	288	0,720	38	28
Eschenholz	274,5	0,686	36	23
Ahornholz	258,75	0,646	34	28
Buchenholz	243	0,607	32	25
Birkenholz	254,75	0,637	34	13
Ulmenholz	259	0,647	34	30
<i>B) Weiche Laubhölzer:</i>				
Pappelholz	196,75	0,492	26	18
Lindenholz	155,5	0,389	18	27
Weidenholz	199,5	0,499	26	30
<i>C) Weiche Nadelhölz.:</i>				
Tannenholz	191,25	0,481	25	31
Fichtenholz	171,5	0,429	23	5
Kiefernholz	188,0	0,470	24	24

Unter den untersuchten Holzsorten war also die Eiche die schwerste und die Linde die leichteste.

(Hierbei ist zu bemerken, dass Hölzer, wie sie gewöhnlich zum Verbrennen und Verkohlen verbraucht werden, schwerer sind, weil diese in der Regel mehr Wasser besitzen.)

Aschengehalt des Holzes.

Der Aschengehalt des Holzes ist so gering und dabei in einer und derselben Holzsorte, ja selbst in den verschiedenen Theilen eines und desselben Baumes so wenig constant, dass er bei der Bestimmung der relativen Heizkraft füglich übergangen werden kann. Er ist mehrfach untersucht und, auf 100 Cubikfuss Holz berechnet, nur zu 8 bis 11 und 16 Pfunden gefunden worden. Den meisten Aschengehalt in gleichem Volumen hatten die Ulme, der Ahorn und die Esche, den geringsten die Birke und die Pappel.

Erste Berechnung des Wirkungsverhältnisses der verschiedenen Holzsorten.

Man ist beinahe überzeugt, dass die Holzfaser in allen Hölzern, sie mögen Namen haben wie sie wollen, eine gleiche chemische Zusammensetzung von

circa 52 Kohlenstoff und

circa 48 Sauerstoff mit Wasserstoff

besitzt, und dass Sauerstoff und Wasserstoff in ihr sich so verhalten wie im Wasser, also wie 88,91 : 11,09.

Es scheint demnach

1) als müsse 1 Pfd. von dem einen Holze eben so viele Wärme entwickeln als ein Pfd. von dem anderen, vorausgesetzt, dass der Trockenheitsgrad in beiden derselbe ist, und

2) als müsse die Heizkraft der Hölzer nach dem Volumen — ebenfalls bei gleichen Wassergehalten — in dem Verhältnisse wie die specifischen Gew. der zu vergleichenden Sorten verschieden sein.

Dem zufolge würden die vorhin genannten Hölzer, wenn davon die Rede ist, von welcher ein Cubikfuss die meiste oder die wenigste Hitze erzeugt, in folgender Ordnung stehen:

Eiche, Esche, Ulme, Ahorn, Birke, Buche, Weide, Pappel, Tanne, Kiefer, Fichte, Linde,
und die Verhältnisse selbst würden, unter Weglassung oder Ausgleichung der Bruchtheile, bei lufttrockenem Holze so sein, wie es die nachstehende Tabelle angiebt.

100 Cubikfuss Holzmasse von

	Fichte	Tanne	Birke	Buche
	werden ersetzt durch Cubikfuss			
von Eiche	59,6	66,7	88,4	84,3
- Esche	62,5	70,1	92,8	88,5
- Ulme	66,3	74,2	98,4	93,8
- Ahorn	66,4	74,5	98,6	94,0
- Birke	67,3	75,3	100,0	95,3
- Buche	70,6	79,2	104,9	100,0
- Weide	86,0	96,4	127,6	121,7
- Pappel	87,2	97,7	129,4	123,4
- Tanne	89,6	100	132,4	126,2
- Kiefer	91,2	102,3	135,5	129,1
- Fichte	100,0	112,1	148,5	141,4
- Linde	110,3	123,6	163,7	156,1

Diese Tabelle bedarf jedoch noch einer Berichtigung.

Es enthält nämlich, ausser der eigentlichen Holzfaser, jedes Holz noch Säfte, welche in ihrem eingedickten festen Zustande eine andere chemische Zusammensetzung als die Holzfaser selbst zu besitzen scheinen.

Dieses geht aus der Wahrnehmung hervor, dass ein Cubikfuss gellöstes und folglich von der Saftsubstanz freieres Holz nicht ganz so viel leistet als ein C.F. ungelöstes, auch wenn man beide vorher auf gleichen Trockenheitsgrad gebracht hat.

Da nun das Verhältniss zwischen Holzsubstanz und Saftsubstanz schwerlich bei allen Holzsorten genau ein und dasselbe ist, so werden die in vorstehender Tabelle angegebenen Zahlen zwar dem Wahren sehr nahe bleiben, gleichwohl noch nicht ganz richtig sein.

Um hierüber mehr Gewissheit zu erlangen, wurde durch directe Versuche die Heizkraft jeder einzelnen Holzsorte bestimmt.

Ausmittlung der relativen Heizkraft der einzelnen Holzsorten.

Die Untersuchung der Brennmaterialien auf ihre Heizkraft ist durch Hrn. Berthier sehr einfach und in allen Hüttenlaboratorien ausführbar geworden. Sein Verfahren gründet sich bekanntlich darauf, dass die aus verschiedenen Brennstoffen sich entwickelnden Wärmemengen unter sich genau in demselben Verhältnisse wie die Sauerstoffmengen stehen, welche die Brennmaterialien beim Verbrennen absorbiren, und dass diese Sauerstoffmengen proportional dem regulinischen Blei sind, welches sich bildet, wenn man das zu prüfende Brennmaterial in Berührung mit Glätte verbrennt.

Diese Methode nun war es, welche auch jetzt gewählt wurde.

Ein Theil von dem durch Säge und Feile in feine Späne verwandelten Holze wurde mit 24 Theilen Glätte gemengt und in eine gewöhnliche Probirtute gebracht. Andere 24 Theile Glätte dienten dem Gemenge als Decke. Dann wurde die Tute verschlossen und einem einstündigen Windofenfeuer ausgesetzt. Nach ihrem Erkalten und Zerschlagen fand sich auf dem Boden, umhüllt von geschmolzenem Bleioxyd, der Bleikönig, welcher sich in den meisten Fällen sehr leicht abtrennen liess. Er wurde ausgehämert, sorgfältig mit einer Bürste abgeputzt,

70 Winkler, üb. Brennhölzer u. Holzkohlen.

um alle anhängende Glätte davon zu entfernen, und gewogen.

Bei diesen Proben, die sehr oft und in verschiedenen Oefen wiederholt wurden, kamen indessen anfangs so bedeutende Differenzen zum Vorscheine, dass wir die Hoffnung fast aufgaben, damit zum Ziele zu gelangen.

Da wir die Ursache davon der angewendeten gelben Glätte zuschrieben, so wurden die Versuche mit ganz reiner rother Glätte wiederholt, allein die Differenzen blieben dieselben.

Nun sollte eine dritte Versuchsreihe folgen, und zwar mit ursprünglich rother Glätte, welche vorher durch Umschmelzen mit höchst wenigem Kohlenstaube in gelbes Oxyd verwandelt war; diese misslang jedoch. Es stellte sich dabei die sonderbare Erscheinung ein, dass die meisten Tuten, in welche dergleichen umgeschmolzene Glätte kam, zerfressen wurden, während nicht umgeschmolzene Glätte die Tuten ganz liess.

Später blieben wir wieder bei gewöhnlicher gelber Glätte stehen und zuletzt gelang es wirklich, die Differenzen, wenn auch nicht ganz zu beseitigen, doch so unbedeutend zu machen, dass sie sich übersehen liessen.

So gab z. B. in der letzten Versuchsreihe die Birke in der ersten Probe 14,06, in der Gegenprobe 14,10, ferner die Ulme in der ersten Probe 14,50, in der Gegenprobe 14,51 Blei etc.

Im Ganzen zeigte es sich, dass zur Erlangung möglichst gleicher Resultate Folgendes beobachtet werden muss:

1) Herstellung thunlichst feiner Holzspäne, am besten so fein wie Staub;

2) höchst inniges Vermengen und Zusammenreiben dieser Späne mit der Glätte;

3) Anwendung fein gesiebter Glätte;

4) sorgfältige Ueberdeckung des Gemenges mit Glätte, damit nicht an einzelnen Stellen, vorzüglich an den Rändern, Gemengtheile unbedeckt bleiben;

5) Behutsamkeit beim Einsetzen der Tuten in den Ofen, weil, wenn die Gefässe schief gehalten werden, leicht die Glättdecke sich verschiebt und ein Theil des Gemenges davon entblöset werden kann;

6) Beobachtung eines und desselben Feuergrades;

7) genaues Abbürsten der Glätte von den Königen, und zwar nicht bloß nach dem Aushämmern der letzteren, sondern auch vorher, da durch das Aushämmern leicht Glätttheilchen mit in das Blei eingeschlagen und unsichtbar gemacht werden; endlich

8) geringes Anfüllen der Tuten, kaum bis zu $\frac{1}{4}$ ihrer Höhe, weil sonst Verlust durch Aufsteigen der Masse zu befürchten ist.

Alle Proben wurden wenigstens doppelt, einige auch dreifach eingesetzt, und die Ergebnisse, welche durch die letzte, wegen der ziemlich genauen Uebereinstimmung der Controlproben als gelungen zu betrachtende Probenreihe durchschnittlich erhalten wurden, sind aus Nachstehendem zu ersehen:

1 Gew. Theil	Eichenholz	reducirte	14,05	Gew. Theile	Blei		
1	—	Eschenholz	—	14,96	—	—	—
1	—	Ahornholz	—	14,16	—	—	—
1	—	Buchenholz	—	14,00	—	—	—
1	—	Birkenholz	—	14,08	—	—	—
1	—	Ulmenholz	—	14,50	—	—	—
1	—	Pappelholz	—	13,04	—	—	—
1	—	Lindenholz	—	14,48	—	—	—
1	—	Weidenholz	—	13,10	—	—	—
1	—	Tannenholz	—	13,86	—	—	—
1	—	Fichtenholz	—	13,88	—	—	—
1	—	Kiefernholz	—	13,27	—	—	—

Durchschnitt 13,76.

Aus Obigem geht hervor, dass es hinsichtlich der durch 1 Pfd. Holz hervorzubringenden Hitze doch nicht so ganz egal ist, welche Holzsorte man anwendet, wie vorhin vorausgesetzt wurde, und dass, mit Ausnahme der Linde, die weichen Hölzer, dem Gewichte nach, eine etwas geringere Heizkraft besitzen als die harten.

Wie viele Schuld daran einerseits die verschiedenen Verhältnisse zwischen Holz- und Saftstoff, andererseits die kleinen Abweichungen in den Aschen- und Wassergehalten gehabt haben, hat freilich nicht ermittelt werden können.

72 Winkler, üb. Brennhölzer u. Holzkohlen.

Zweite Berechnung des Wirkungsverhältnisses der verschiedenen Holzsorten.

A) Nach dem Gewichte.

Nimmt man nun vorige Bleimengen zum Anhalten, so bekommt man folgende Verhältnisse:

100 Pfd.

	Fichtenholz	Tannenholz	Birkenholz	Buchenholz
	werden ersetzt durch Pfunde			
Eichenholz	98,8	Fast ganz wie beim Fichtenholze.	100,2	99,6
Eschenholz	92,7		94,1	93,5
Ahornholz	98,0		99,4	98,9
Buchenholz	99,0		100,6	100,0
Birkenholz	98,5		100,0	99,4
Ulmenholz	95,8		97,1	96,6
Pappelholz	106,4		107,9	107,3
Lindenholz	95,9		97,2	96,6
Weidenholz	105,9		107,6	106,8
Tannenholz	100,1		101,6	101,0
Fichtenholz	100,0		101,4	100,8
Kiefernholz	104,5		106,1	105,5

B) Nach dem Volumen.

Um jetzt abermals das Wirkungsverhältniss nach dem Volumen zu bestimmen, war zuvörderst die Heizkraft festzusetzen, welche ein gewisses Maass von jeder Holzsorte besitzt.

Dieses geschah, indem wir aus den Bleimengen, welche 1 Gewichtstheil Holz reducirt, die Bleimengen berechneten, die auf 1 Vol. Holz kommen. In folgender Tabelle sind nun für jede Holzsorte die Gewichtseinheiten für das Volumen und die Wärmeeinheiten für den Gewichtstheil und für das Volumen neben einander gestellt.

Will man diese Wärmeeinheiten in gewöhnliche Wärmeeinheiten (nach Despretz) verwandeln, so darf man sie nur mit 230 multipliciren, was jedoch für den vorliegenden Zweck nicht nöthig ist.

	Auf 1 Vol. Holz kommen Ge- wichtstheile	1 Gewichtsth. Holz reducirt Blei	1 Volumen Holz reducirt Blei
Eiche	720	14,05	10116,00
Esche	686	14,96	10144,56
Ulme	647	14,50	9381,50
Ahorn	646	14,16	9147,36
Birke	637	14,08	8970,16
Buche	607	14,00	8498,00
Weide	499	13,10	6536,90
Pappel	492	13,04	6415,68
Tanne	481	13,86	6666,66
Kiefer	470	13,27	6336,90
Fichte	429	13,88	5954,52
Linde	389	14,48	5532,72

Aus den Zahlen der letzten Spalte lässt sich jetzt für jede zwei Holzsorten das Wirkungsverhältniss nach dem Volumen berechnen.

Will man z. B. wissen, wie viele Klaftern Fichtenholz dazu gehören, um 100 Klaftern Buchenholz *von derselben Trockenheit und derselben Dichtigkeit des Einschlages* zu ersetzen, so wird es heissen:

$$595452 : 100 = 849800 : x$$

und es ergibt sich also daraus, dass

$$142,7 \text{ Klaftern Fichtenholz} =$$

$$100 \quad \text{—} \quad \text{Buchenholz}$$

sind.

Ueberall ist jedoch ungeflösstes Holz verstanden. Beim geflöststen scheint sich das Verhältniss zum Nachtheile der weichen Sorten zu ändern, denen durch das Wasser mehr Harz entzogen wird.

Präter propter würden nach obiger Tabelle

100 Klaftern Fichtenholz

gleich zu setzen sein:

ziemlich 59 Klaftern Eichen- oder Eschenholz,

63½ — Ulmenholz,

65 — Ahornholz,

66½ — Birkenholz,

70 — Buchenholz,

91 — Weidenholz,

92 — Pappelholz,

74 Winkler, üb. Brennhölzer u. Holzkohlen.

89	Klaftern	Tannenholz,
94	—	Kiefernholz und
107	—	Lindenholz.

Ferner würden

100 Klaftern Tannenholz

entsprechen:

reichlich	65 $\frac{1}{2}$	Klaftern	Eichenholz,
ziemlich	65 $\frac{1}{2}$	—	Eschenholz,
	71	—	Ulmenholz
ziemlich	73	—	Ahornholz,
reichlich	74	—	Birkenholz,
ziemlich	79	—	Buchenholz,
ziemlich	102	—	Weidenholz,
reichlich	103	—	Pappelholz,
	105	—	Kiefernholz,
ziemlich	112	—	Fichtenholz und
	120 $\frac{1}{2}$	—	Lindenholz.

Desgleichen würden

100 Klaftern Birkenholz

vertreten:

	88	Klaftern	Eichen- oder Eschenholz,
ziemlich	95 $\frac{1}{2}$	—	Ulmenholz,
ziemlich	96	—	Ahornholz,
	105 $\frac{1}{2}$	—	Buchenholz,
	138	—	Weidenholz,
reichlich	139	—	Pappelholz,
	134	—	Tannenholz,
	141 $\frac{1}{2}$	—	Kiefernholz,
	150 $\frac{1}{2}$	—	Fichtenholz und
	160	—	Lindenholz.

Endlich würden durchschnittlich

100 Klaftern Nadelholz = 64,7 Klaftern hartem Laubholz, oder

100 Klaftern hartes Laubholz = 154,4 Klaftern Nadelholz

sein.

Es versteht sich von selbst, dass, wenn die zu vergleichenden Hölzer von sehr verschiedenen Nässegehalten sind, oder das eine Holz dichter, das andere lockerer eingeschlagen war, dann sich ganz andere Verhältnisse herausstellen.

II.

Holzkohle.

Zur Ermittlung der relativen Heizkraft der verschiedenen Holzkohlen wurde von jedem der vorhin genannten Hölzer eine Partie verkohlt. Diese Arbeit führte jedoch — wie sich später

zeigen wird — nicht zum Ziele, gab aber dafür zu Betrachtungen über das ungleiche procentische Kohlenausbringen bei gleichen Holzsorten Veranlassung.

Es ist schon vorhin bemerkt worden, dass alles Holz, wenn es völlig seines freien Wassers beraubt ist, ziemlich gleiche und zwar circa 52 Gewichtsprocente Kohlenstoff enthält, und dass diese Gleichförmigkeit nur etwas durch das verschiedene Verhältniss der in den Holzgefässen befindlichen Saftsubstanz gestört wird.

Hieraus lässt sich folgern, dass 100 Gewichtsth. Kohlholz, mit dem gewöhnlichen durchschnittlichen Wassergehalte an 25 p. C., gegen 39 — 40 Gewichtsth. Kohle geben sollten und dass dieses Kohlenausbringen in dem Maasse zunehmen muss, in welchem der Wassergehalt des Holzes geringer ist.

So bedeutend ist aber das Kohlenausbringen nie. Es ist kein Beispiel vorhanden, wo es im Grossen mehr als 30 Gewichtsth. betragen hätte, gewöhnlich beträgt es nur gegen 25 und zuweilen bleibt es sogar noch weit unter 20.

Bei der Meilerverkohlung liegt die Ursache davon zum Theil mit darin, dass man die nöthige Hitze erst dadurch hervorbringt, indem man einen Theil des in Rechnung kommenden Holzes total verbrennen lässt; aber auch da, wo dieser Umstand nicht stattfindet, bleibt das Kohlenausbringen nach Gewichten immer bedeutend gegen den wahren Kohlengehalt des Holzes zurück, weil es bis jetzt nicht möglich gewesen ist, Sauerstoff und Wasserstoff abzuscheiden, ohne zugleich einen Theil des Kohlenstoffes in Verbindung mit beiden fortzuführen. Wäre jene Möglichkeit vorhanden und fände kein theilweises Einäschern statt, so würde man beim Verkohlen des Holzes neben der Kohle nur Wasser erzeugen. Man erzeugt aber zugleich Holzessig, Theer und kohlehaltige Gasarten und bringt natürlich um so weniger an Kohle aus, je mehr sich von genannten Nebenproducten bildet.

Dieses Mehr oder Weniger ist jedoch von der Handhabung des Verkohlungsprocesses abhängig, und die höchste Kohlenproduction ist nur dann zu erlangen, wenn die Verkohlung langsam, bei dem niedrigsten Grade der Temperatur beginnt und fortsetzt, wogegen das Kohlenausbringen in dem Maasse

76 Winkler, üb. Brennhölzer u. Holzkohlen.

fällt, in welchem das Holz schneller erhitzt und starker Hitze und Luftströmung ausgesetzt wird.

Es fragte sich nun, ob bei ungefähr gleichem Wassergehalte des Holzes, bei gleicher Feuerstimmung und überhaupt bei ganz gleicher Verkohlungsmanipulation ein Unterschied im Gewichtsausbringen noch vorkommen kann, je nachdem man die eine oder die andere Holzsorte der Verkohlung unterwirft.

Bestimmung des relativen Kohlenausbringens nach Gewichtsprocenten.

Verkohlungsverfahren. — Von jeder Holzsorte wurde ein genau gewogener Würfel von 1 Cubikzoll Inhalt in einen sogenannten Goldtiegel gebracht und der Zwischenraum dicht mit Sägespänen ausgefüllert. Jeder Tiegel erhielt einen Deckel, welcher zwar aufgeklebt wurde, doch so, dass noch einzelne Stellen unverschmiert blieben, an denen die Gase entweichen konnten. Die Verkohlung aller Proben geschah ganz gleichzeitig in einem geräumigen Windofen, den wir nach und nach bis zur Tiegelhöhe mit glühenden Kohlen anfüllten, und wurde unterbrochen, als zwischen Gefässen und Deckeln keine Flammen mehr hervorbraunten.

Es waren also bei dem Versuche

- a) fast gleicher Wassergehalt der zu vergleichenden Hölzer,
 - b) ganz gleiches Volumen,
 - c) gleiche Ausfüllung der Zwischenräume,
 - d) gleiche Verkohlungsgefässe, sowohl nach Grösse und Gestalt als auch Stärke der Wände,
 - e) gleiche Temperatur und gleiches Steigen derselben, so wie
 - f) gleiche Zeitdauer
- beobachtet worden.

Die ausgebrachten Kohlenwürfel wurden sogleich nach dem Erkalten und Oeffnen der Tiegel von anhängenden verkohlten Sägespänen gereinigt und ohne Verzug gewogen, damit sie nicht erst Wasser aus der Atmosphäre anzogen. Die Resultate mussten also ziemlich zuverlässig sein.

Dass sie nun das waren, dass aber auch zwischen den verschiedenen Sorten ein Unterschied im Kohlenausbringen obwaltete, ging zunächst aus folgenden 4 Proben hervor.

Es waren nämlich sowohl von der Fichte als auch von der Birke Doppelproben a und b eingesetzt worden und es gab:

von der *Fichte*

die Probe a) 20,6 Gewichtsprocente Kohle,

die Probe b) 20,5 — —

von der *Birke*

die Probe a) 17,6 Gewichtsprocente Kohle,

die Probe b) 17,7 — —

Die Proben von jeder einzelnen Sorte stimmten also fast genau zusammen, das Ausbringen aus der Fichte war aber bedeutend grösser als das aus der Birke.

Die Resultate sämtlicher Proben waren:

Eichenholz	gab	22,8	Gew. p. C.	Kohle,
Eschenholz	—	19,4	—	—
Ahornholz	—	19,8	—	—
Buchenholz	—	17,8	—	—
Birkenholz	—	17,6	—	—
(2te Probe)	—	17,7	—	—
Ulmenholz	—	—	—	—
Pappelholz	—	14,7	—	—
Lindenholz	—	16,2	—	—
Weidenholz	—	15,0	—	—
Tannenholz	—	20,1	—	—
Fichtenholz	—	20,6	—	—
(2te Probe)	—	20,5	—	—
Fichtenholz (noch grün)	—	18,4	—	—
Fichtenholz (bis zur angehenden Bräune gedörret)	—	21,4	—	—
Kiefernholz	—	—	—	—

Die Ulmen- und Kiefernkohle wurden nicht ausgewogen, da die Kohlenstücke Verlust erlitten hatten.

Die Eiche lieferte also die meisten, die Pappel die wenigsten Gewichtsprocente Kohle. An die Eiche schlossen sich zunächst Fichte und Tanne an, der Pappel gingen Weide und Linde voraus und im Mittel blieben Ahorn, Esche, Birke und Buche. Bei der Wiederholung der Versuche waren die Resultate in der Hauptsache dieselben, wenn auch in den Zahlenverhältnissen einige kleine Abweichungen vorkamen.

Die Eiche stand abermals oben an und die Pappel hatte

wieder die wenigste Kohle gegeben. Auf die Eiche folgten Fichte und Esche, der Pappel näherten sich am meisten Weide und Linde und mitten inne standen Tanne, Ahorn, Buche, Birke, Kiefer und Ulme.

Scopoli und Hjelm erhielten ebenfalls aus der Eiche die meisten Kohlen und bei Mushet übertraf nur die Kastanie hinsichtlich des Kohlenausbringens die Eiche.

Desgleichen fanden Hjelm, Scopoli und Mushet, dass Tannenholz mehr Kohle als Birke liefert.

Aus dem Allen geht nun hervor, dass, wenn auch der Kohlenstoffgehalt in sämtlichen Hölzern ungefähr ein und derselbe ist,

1) dennoch das Kohlenausbringen bei genau gleichen Verkohlungsumständen und gleichem Wassergehalte nicht bei allen Holzsorten egal gross ist;

2) dass unter den 12 Hölzern, von welchen hier die Rede war, Eiche die meiste und Pappel die wenigste Kohle giebt;

3) dass sich die weichen Nadelhölzer im Kohlenausbringen mehr der Eiche, dagegen die Birke und Buche mehr den weichen Laubhölzern nähern und

4) dass das verschiedene Kohlenausbringen nicht überall mit der verschiedenen Heizkraft der Hölzer in geradem Verhältnisse steht.

Die für die Versuche bestimmte Zeit erlaubte nicht, diesen für die Technik nicht gleichgültigen Gegenstand weiter zu verfolgen.

Wirkungsverhältniss der verschiedenen Kohlensorten.

A) Nach dem Gewichte.

Der besondern Bestimmung des Wirkungsverhältnisses zwischen 1 Pfd. Eichenkohle, 1 Pfd. Eschenkohle, 1 Pfd. Ahorkohle etc. schien es eigentlich kaum zu bedürfen. Kohle ist Kohle, und wenn ja Unterschiede stattfinden, so liess sich annehmen, dass sie bei luft- und wasserlosen Materialien nur in den kleinen nicht constanten Differenzen der Aschengehalte begründet sind.

Demungeachtet ist die Bestimmung erfolgt, und zwar stets mit frisch bereiteter Kohle.

Der Kohlenstoffgehalt wurde durch Abzug der Aschenprocente gefunden, der kleine Rückhalt von Gasarten aber, wel-

cher sich in jeder Kohle befindet, übergangen, die Heizkraft der Gewichtseinheit des reinen Kohlenstoffes dagegen durch die Zahl 34 ausgedrückt, welches die Bleimenge ist, welche durch 1 Kohlenstoff reducirt wird.

	100 Gew. Th. Kohle enthielten:		Heizkraft von einem Gew. Th. Kohle.	Farbe der Asche.
	Kohlenst.	Asche.		
Eichenkohle	99,25	0,75	33,74	dunkelbraun.
Eschenkohle	97,73	2,27	33,23	grünlich-weiss.
Ahornkohle	97,73	2,27	33,23	grünlich-weiss.
Buchenkohle	98,75	1,25	33,57	
Birkenkohle	99,20	0,80	33,71	grünlich-grau.
Ulmenkohle	97,83	2,17	33,26	bläulich-weiss.
Pappelkohle	98,70	1,30	33,56	grünlich-grau.
Lindenkohle	96,45	3,55	32,79	bräunlich-weiss.
Weidenkohle	98,50	1,50	33,49	
Tannenkohle	98,56	1,44	33,51	dunkelbraun.
Fichtenkohle	98,62	1,38	33,53	dunkelgrau.
Kiefernkohle	98,89	1,11	33,62	dunkelgrau.
			33,43	Durchschnitt.

Vergleicht man die hier für 1 Gew. Th. Kohle berechneten Heizkräfte mit der früheren Bestimmung der Heizkräfte von 1 Gew. Th. Holz, so ergibt sich

1) dass zwischen den Heizkräften der einzelnen Kohlenarten nicht ganz dasselbe Verhältniss stattfindet, welches zwischen den Heizkräften der einzelnen rohen Hölzer obwaltete, weil bei ersteren der Einfluss der Saftsubstanz wegfällt; dass aber

2) die Heizkraft der harten Kohlen, bei gleichem absoluten Gewichte, im Durchschnitte etwas geringer als die der weichen — mit Ausnahme der Lindenkohle — ist; ein Umstand, der doch nicht so ganz zufällig sein kann, da dieselbe Beobachtung auch schon von Anderen gemacht wurde (s. *Karsten's System der Metallurgie*, 3. Th., S. 46).

Endlich ergibt sich:

3) dass 1 Pfd. Kohle durchschnittlich 2,43mal mehr leistet als 1 Pfd. ganz lufttrockenes Holz mit circa 9 p.C. Wassergehalt.

Mit der letzten Wahrnehmung stimmen die Angaben in *Prechtl's Encyclopädie* zusammen.

Nach diesen sollen erwärmen:

a) 1 Pfd. völlig trockenes Holz	35 Pfd. Wasser	} von 0° auf 80°.
b) 1 — gewöhnlich trockenes Holz	26 — —	
c) 1 — Holzkohle — —	73 — —	

Es verhält sich also:

$$a : c = 1 : 2,08$$

$$b : c = 1 : 2,80$$

und der Durchschnitt von $\frac{a}{b} : c = 1 : 2,44$.

B) Nach dem Volumen.

Weit wichtiger ist es, das Wirkungsverhältniss zwischen 1 Vol. Eichen-, Eschen-, Ahornkohle u. s. w. zu wissen, da man die Kohlen nicht nach Pfunden, sondern nach Wagen, Körben, Kübeln etc. kauft und berechnet. Allein die Ausmittlung desselben hat Schwierigkeiten und diese Schwierigkeiten liegen in der Festsetzung der relativen Volumengewichte, so lange die letzteren nicht aus den specifischen Gewichten gefunden werden. Zur Bestimmung der letzteren fehlte es jedoch für diessmal an Gelegenheit.

Weil der zerbrechlichen Kohle sich nicht solche Gestalten geben lassen, die eine leichte und mathematisch genaue Berechnung des Cubik-Inhaltes zulassen, so wurde auf folgende Weise verfahren.

Die frisch bereitete Kohle wurde gepulvert und alle Proben durch ein und dasselbe Sieb geschlagen, wodurch Kohlenpulver von fast gleicher Kläre entstanden. Mit jedem Pulver wurde ein Gefäss angefüllt, welches genau 1 Cubikzoll enthielt, bei jeder Füllung eine gewisse Kraft zum Zusammendrücken angewendet, damit nicht die eine Kohle lockerer als die andere in das Gefäss kam, und endlich davon das absolute Gewicht untersucht.

Diese Methode gab nur dann annähernd richtige Verhältnisse, wenn harte mit harten, weiche mit weichen Kohlensorten verglichen werden sollten, obgleich die Unterschiede fast immer etwas grösser ausfielen als sie wirklich sein konnten, dagegen taugte sie gar nicht für die Vergleichung harter mit weichen Kohlen, denn in diesem Falle duplirte sich die Differenz. 100 Maass Fichtenkohle würden z. B. hiernach nur 31 Maass Buchenkohle gleich sein, was offenbar falsch ist.

Ein anderer eingeschlagener Weg war folgender:

Ein Gefäß, welches 8 Cubikzoll enthielt, wurde mit feinem Kornblei gefüllt, letzteres gewogen und wieder herausgenommen. Dann wurde von jeder Kohle ein Stück von beliebiger Gestalt gewogen, in dasselbe Gefäß gelegt, mit Kornblei der übrige Raum ausgefüllt und nun das Gewicht dieses Ausfüllungsbleies bestimmt. Aus der Differenz zwischen dem ersten und zweiten Bleigewichte wurde nun der cubische Inhalt des gewogenen Kohlenstückes gefunden und hieraus weiter das absolute Gewicht eines Cubikzoll Kohle berechnet.

Aller Sorgfalt ungeachtet waren aber doch die Resultate unzuverlässig, was sich durch Controlproben ergab, die nie zusammenstimmten, weil das Blei bei jeder Probe mit etwas anderer Dichtigkeit in das Gefäß kam.

Dasselbe geschah auch, als, statt des Bleies, eine leichtere Ausfüllungsmasse, sehr feiner Sand, angewendet wurde.

Die Differenzen blieben noch immer von der Art, dass auch von diesem Verfahren abgestanden werden musste.

Es kam nun in Frage, ob man das Wirkungsverhältniss zwischen den Kohlensorten nicht ungefähr eben so annehmen könne wie das Wirkungsverhältniss zwischen den rohen Holzsorten, und zwar so, wie sich das letztere durch die erste Berechnung ergibt, in welcher auf den Einfluss der Saftsubstanz keine Rücksicht genommen worden ist.

Allein auch diese Annahme würde zu vielen Unrichtigkeiten führen, weil nicht eine Kohlensorte bei ihrer Entstehung sich in demselben Grade zusammenzieht wie die andere, also die specifischen Gewichte der Kohlen theilweise andere Verhältnisse zeigen wie die spec. Gewichte der rohen Hölzer, aus denen sie dargestellt wurden.

Die genaue Bestimmung der Wirkungsverhältnisse der verschiedenen Kohlensorten nach dem Volumen ist also noch rückständig; indessen will ich versuchen, mit Hülfe einiger von Hassenfratz gefundenen spec. Gewichte und einiger sonstigen Erfahrungen diese Verhältnisse, so weit es gehen will, wenigstens *approximativ* anzugeben.

Eichenkohle und Buchenkohle.

Wenn sich die Eichenkohle zu den übrigen Kohlen eben so verhielte wie das Eichenholz zu den übrigen Holzsorten, so

82 Winkler, üb. Brennhölzer u. Holzkohlen.

müsste sie unter den genannten 12 Specien die wirksamste sein. Dieses ist sie aber in der Wirklichkeit nicht. — Man hat mehrfach im Grossen wahrgenommen, dass sie, dem Volumen nach, weniger leistet als z. B. die Buchenkohle, und damit stimmen auch die von uns gefundenen absoluten Gewichte von 1 Cubikzoll Kohlenpulver und die von Hassenfratz bestimmten spec. Gew. beider Kohlen zusammen.

Nach unseren Untersuchungen verhält sich das absolute Gewicht eines Volumens Eichenkohle zu dem von Buchenkohle wie 100 : 125,6; nach Hassenfratz dagegen, welcher das spec. Gew. der Eichenkohle 0,155 und das der Buchenkohle 0,187 fand, war das Verhältniss wie 100 : 120,6.

So lange nicht gründlichere Beobachtungen ein Anderes lehren, wird man also — wenn die kleinen Differenzen in der auf's Pfd. Kohle berechneten Heizkraft ignoriert werden — annehmen können, dass

100 Vol. Eichenkohle = 82,9 (83) Vol. Buchenkohle sind.

Uebrigens haben die Eichenkohlen noch das Ueble, dass sie, in's Feuer gebracht, gern in kleine Stücke zerplatzen und sehr leicht verlöschen, wenn man sie nicht ununterbrochen einem starken Luftstrome aussetzt. Sie müssen in sehr heftige Hitze kommen, um weissglühend zu werden und sich glühend zu erhalten, was bei den im Feuer sehr dauerhaften Buchenkohlen weit weniger der Fall ist.

Eschenkohle.

Von ganz vorzüglicher Stärke scheint die Eschenkohle zu sein. Hassenfratz fand ihr spec. Gew. zu 0,200, woraus hervorgehen würde, dass 100 Maasstheile Eschenkohle so viel als 129 Maasstheile Eichenkohle leisten.

Genau dasselbe Verhältniss erhielten wir durch die Vergleichung der absoluten Gewichte eines Cubikzolles Pulver.

Es ist also vor der Hand anzunehmen, dass

100 Vol. Eschenkohle = 129 Vol. Eichenkohle und
106,9 — Buchenkohle
sind.

Ahornkohle.

Die Ahornkohle soll nach Hassenfratz 0,164 spec. Gew. besitzen.

Das sich hieraus berechnende Wirkungsverhältniss zur Eichen-, Buchen- und Eschenkohle war ebenfalls dem von uns durch die Pulvergewichte ermittelten sehr nahe.

Es würden demnach in der Wirkung

$$\begin{aligned} 100 \text{ Vol. Ahornkohle} &= 105,8 \text{ Vol. Eichenkohle,} \\ &= 87,1 \text{ — Buchenkohle,} \\ &= 82,0 \text{ — Eschenkohle} \end{aligned}$$

sein.

Buchenkohle.

Das spec. Gewicht der Buchenkohle ist schon vorhin angegeben worden. Diese Kohlen sind bei den Schmelzhütten sehr angesehen, da sie starke und anhaltende Hitze hervorbringen.

Ihr Wirkungsverhältniss würde sich folgendermaassen berechnen:

$$\begin{aligned} 100 \text{ Vol. Buchenkohle} &= 120,6 \text{ Vol. Eichenkohle,} \\ &= 93,5 \text{ — Eschenkohle,} \\ &= 114,0 \text{ — Ahornkohle.} \end{aligned}$$

Birkenkohle.

Die Birkenkohle ist ebenfalls eine ganz vorzügliche Kohle. Hassenfratz giebt ihr spec. Gew. zu 0,203 an, und sie scheint demnach an Kraft die Eschenkohle noch übertreffen zu müssen.

Unter Zugrundelegung der Hassenfratz'schen Gewichtsangaben wären:

$$\begin{aligned} 100 \text{ Vol. Birkenkohle} &= 130,9 \text{ Vol. Eichenkohle,} \\ &= 101,5 \text{ — Eschenkohle,} \\ &= 123,7 \text{ — Ahornkohle,} \\ &= 108,5 \text{ — Buchenkohle.} \end{aligned}$$

Diese Verhältnisse stimmen freilich nicht genau mit anderen Annahmen zusammen. Auf mehreren Hütten, z. B. auf allen schwedischen, setzt man die Buchenkohle höher als die Birkenkohle. Auch uns erschien Buchenkohle und Eschenkohle schwerer, also wirksamer.

Ulmekohle.

Die Ulmekohle fand Hassenfratz von 180 spec. Gew., was sie der Buchenkohle sehr nahe bringt. Es würden dem zufolge sein:

84 Winkler, üb. Brennhölzer u. Holzkohlen.

100 Vol. Ulmenkohle	=	116,1	Vol. Eichenkohle,
	=	90,0	— Eschenkohle,
	=	109,7	— Ahornkohle,
	=	96,2	— Buchenkohle,
	=	88,6	— Birkenkohle.

Hier bricht nun der Faden ab, da von den weichen Kohlensorten zum Theil die spec. Gewichte ganz fehlen, zum Theil unrichtig bestimmt scheinen, wie z. B. bei der Tannenkohle, welche 0,176 wiegen soll, also mehr als Ahornkohle, was doch sehr zu bezweifeln ist.

Erlen- und Lindenkohle.

Einige spec. Gewichte verdienen jedoch Vertrauen, wie das der Erlenkohle, welches 0,134, und das der Lindenkohle, welches 0,106 sein soll.

Hiernach würden in der Wirkung sein:

100 Vol. Erlenkohle	=	86,4	Vol. Eichenkohle,
	=	67,0	— Eschenkohle,
	=	80,5	— Ahornkohle,
	=	71,6	— Buchenkohle,
	=	66,0	— Birkenkohle,
	=	74,4	— Ulmenkohle,
	=	126,4	— Lindenkohle; und
100 Vol. Lindenkohle	=	68,4	— Eichenkohle,
	=	53,0	— Eschenkohle,
	=	64,6	— Ahornkohle,
	=	56,6	— Buchenkohle,
	=	52,2	— Birkenkohle,
	=	58,8	— Ulmenkohle,
	=	79,1	— Erlenkohle.

Wirklich gilt auch die Erlenkohle bei den Hüttenleuten immer als eine gute weiche Kohle, wogegen die Lindenkohle als sehr schwach bekannt ist und nur ungern angewendet wird. Sie findet mehr ihre Stelle bei der Schiesspulverfabrication.

Weiden- und Pappelkohle.

Die Weidenkohle und die Pappelkohle scheinen so ziemlich in eine Parallele mit Lindenkohle gestellt werden zu müssen. Nach einigen Beobachtungen sind sie etwas kräftiger als diese, nach anderen noch schwächer.

Kohlen von Nadelhölzern.

Unter den Kohlen von Nadelhölzern sind, wie die Erfahrung giebt, die Kohlen von der Fichte am schwächsten, dagegen die vom Lerchenbaume (*Pinus larix*) am besten.

Nach den Lerchenkohlen folgen die Kiefernkohlen, dann die Tannenkohlen und zuletzt die Fichtenkohlen.

Zur näheren Constatirung ihrer Wirkungsverhältnisse kann das Wirkungsverhältniss zwischen

Tannenkohle und Buchenkohle

das Anhalten geben.

Auf den Goslar'schen Hüttenwerken hat man nämlich von alten Zeiten her beobachtet, dass beim Kupfer- und Bleierzschmelzen

100 Vol. Tannenkohle = 81 Vol. Buchenkohle

sind. Diese Angabe verdient deshalb Vertrauen, weil sie sich an mehreren Orten bestätigt hat.

Fichtenkohle und Tannenkohle.

a) Verhalten sich diese Kohlen wie ihre resp. Holzarten (s. erste Berechnung), so würden

100 Vol. Fichtenkohle = 89,6 Vol. Tannenkohle, oder

b) wenn sie sich wie die Volumengewichte des Pulvers verhalten:

100 Vol. Fichtenkohle = 78 Vol. Tannenkohle,

und endlich

c) wenn das Verhältniss wie das der Luftmengen ist, welche nach af Uhr zur Verbrennung gleicher Maasstheile nöthig sind,

100 Vol. Fichtenkohle = 65,3 Vol. Tannenkohle

sein.

Das wahre Verhältniss scheint jedoch zwischen a und b zu liegen. Ganz wie a ist es deshalb nicht, weil das Tannenholz sich beim Verkohlen stärker zusammenzieht als das Fichtenholz. Nimmt man das Mittel von a und b, so würden

100 Vol. Fichtenkohle = 84 Vol. Tannenkohle

sein.

Hält man einstweilen dieses letztere Verhältniss fest und setzt man es mit dem obigen zwischen Tannenkohle und Buchenkohle in Verbindung, so würden — unter Weglassung und nach Befinden Ausgleichung der Brüche — geachtet werden müssen:

86 Winkler, üb. Brennhölzer u. Holzkohlen.

100 Vol. Fichtenkohle	=	82 Vol. Eichenkohle,
	=	64 — Eschenkohle,
	=	80 — Ahornkohle,
	=	68 — Buchenkohle,
	=	63 — Birkenkohle,
	=	71 — Ulmenkohle,
	=	95 — Erlenkohle,
	=	84 — Tannenkohle,
	=	120 — Linden
		Pappel } kohlen.
		Weiden }

Diese Vergleichung, wenn sie auch nichts weniger als mathematische Genauigkeit besitzt, macht doch auf den oft verkannten Werth der Tannenkohlen aufmerksam, welcher im gemeinen Leben zu wenig berücksichtigt wird.

Tannen- und Fichtenkohlen werden in der Regel so ziemlich in eine Kategorie geworfen, und doch ist die erstere — dem Volumen nach — bedeutend besser. Sie steht nahe bei der Eichenkohle, ohne deren Mängel zu besitzen, und muss dem Hüttenmanne deshalb sogar werthvoller als diese sein.

Tannenkohle und Kiefernkohle.

a) Wenn die Kohlengewichte sich verhalten wie die Holzgewichte, so sind

100 Vol. Tannenkohle = 102,3 Vol. Kiefernkohle.

b) Durch das Wiegen gleicher Maasse Kohlenpulvers wurde gefunden, dass

100 Vol. Tannenkohle = 81 Vol. Kiefernkohle
seien.

c) Beim Kupfergaarmachen in Sangerhausen verhielten sich

100 Vol. Tannenkohle = 79 Vol. Kiefernkohle.

Hierbei war in Sangerhausen sowohl unter der ersten wie unter der anderen Kohle etwas Lösche einbegriffen, auch die Tannenkohle nicht ganz frei von anderen weichen Kohlen.

Die letzte im Grossen gewonnene Erfahrung kommt also dem Verhältnisse b sehr nahe. Gleichwohl ist der Unterschied, der sich dabei zwischen Tannen- und Kiefernkohle herausstellt, so bedeutend, dass er unglaublich erscheint und es gewagt sein möchte, weitere Berechnungen darauf zu basiren.

Jedenfalls bildet die Kiefernkohle hinsichtlich ihrer Stärke den Uebergang aus den weichen in die harten Kohlen. Da sie

die Vortheile beider in sich vereinigt, so ist sie vorzüglich gern gesehen und überall anwendbar.

Lerchenkohlen und andere Kohlen.

Eine genaue Vergleichung der Lerchenkohlen mit anderen Kohlen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit fehlt noch gänzlich.

Harte Laubholzkohlen und weiche Nadelholzkohlen.

Nach Vorhergehendem sollten durchschnittlich 100 Vol. gemengte Tannen- und Fichtenkohlen durch 77 Vol. gemengte harte Kohlen ersetzt werden, wenn man zu den harten Kohlen die von der Erle *nicht* mit rechnet.

Will man dieses mit den Erfahrungen im Grossen vergleichen, so bieten sich dazu zwei mit einander auffallend zusammenstimmende Beispiele dar; denn sowohl in Leimbach bei Mansfeld als auch auf der Burgörner Hütte bei Rothenburg verhielten sich

100 Vol. gemengte Fichten- und Kiefernkohlen wie
80 gemengte Buchen- und Eichenkohlen.

Es geht hieraus hervor,

1) dass durch die Kiefernkohlen allerdings die Wirkung der weichen Kohlen vermehrt wird, dass aber auch

2) die vorhin berechneten Wirkungsverhältnisse der Wahrheit sehr nahe liegen müssen.

Schlussbemerkungen.

Bei allen diesen Berechnungen ist vorausgesetzt worden, dass die spec. Gewichte von Kohlen abgenommen wurden, welche man durchaus unter gleichen Verhältnissen erzeugt hatte und welche gleiche Trockenheitsgrade besaßen, da ausserdem nicht unbedeutende Berichtigungen nöthig sein würden. Ob dieses aber wirklich geschah, muss dahin gestellt bleiben.

Es wird daher nöthig werden, sämtliche Bestimmungen der spec. Gewichte zu wiederholen, und ich behalte mir vor, diese Revision nächstens vorzunehmen.

Ferner können die angegebenen Verhältnisse sich nur auf solche Fälle beziehen, wo eben so gut harte wie weiche Kohlen anwendbar sind, und wo für jede der angewendeten Sorten zugleich die richtige Quantität atmosphärischer Luft zuge-

88 Winkler, üb. Brennhölzer u. Holzkohlen.

führt wird, welche jedesmal mit der Dichtigkeit der Kohle steigen muss, wenn die Verbrennung der letzteren vollständig erfolgen und der erwartete stärkere Effect wirklich eintreten soll.

Wenn zur Verbrennung eines Maasses Lindenkohle 100 Gew. Th. Luft erforderlich sind, so würde, in sofern hier einzig und allein der Kohlenstoffgehalt im Volumen Kohle das Anhalten geben könnte,

1 Vol. Fichtenkohle circa 120 Gew. Th. Luft,			
Elenkohle	—	126	— —
Tannenkohle	—	143	— —
Eichenkohle	—	146	— —
Ahornkohle	—	150	— —
Ulmenkohle	—	169	— —
Buchenkohle	—	177	— —
Eschenkohle	—	187	— — und
Birkenkohle	—	190	— —

verlangen.

Dieses sind jedoch bloß ungefähre Verhältnisse, die sich nicht nur mit der künftigen Berichtigung der relativen Wirksamkeit der Kohlensorten, sondern auch sonst noch abändern werden. Sie können zum Theil richtig sein, zum Theil widerspricht ihnen die Erfahrung, welche z. B. für eichene Kohlen weit stärkere Luftströme als für Tannenkohle vorschreibt.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei dichten Kohlen immer mehr Luft unzersetzt bleibt als bei lockeren, weil der Gebläsestrom weniger in die Kohlenmasse eindringen kann, und dass folglich bei Regulirung des Windes hierauf zu rechnen und das Nöthige zuzugeben ist; ferner, dass, je mehr die Kohle Dichtigkeit besitzt, sie sich um so schwerer entzündet, um so langsamer verbrennt, dafür aber, wenn sie einmal zum lebhaften Brennen gebracht ist, um so intensivere Hitze entwickelt.

Soil daher der Niedergang der Erzgichten und also das Schmelzen bei dem Umtausche weicher Kohlen gegen harte nicht gegen vorher aufgehoben werden, so muss man die Verbrennung der Kohlen noch durch mehr und stärker gepressten Wind, als nach Vorigem nöthig sein würde, zu beschleunigen suchen.

Hr. af Uhr, welcher darüber Beobachtungen anstellte, fand, dass, wenn die Luftquantität für 1 Vol. Fichtenkohle

$$= 1689,3 \text{ (oder } = 100)$$

ist, sie bei

1 Vol. Tannenkohle = 2584,11 (= 153) und bei

1 — Birkenkohle = 3441,3 (= 204)

sein sollte.

In diesen Umständen liegt aber auch der Grund, warum für gewisse Gebrauche weiche Kohlen auch nach Maasstheilen entschiedenen Vorzug vor harten haben können.

Weiche Kohlen

wendet man z. B. am liebsten an:

1) beim Abwärmen der Oefen, da sie die Wärme schneller verbreiten;

2) bei der Reduction der Glätte, welche geringe Hitze erfordert und an schwaches Gebläse verträgt;

3) bei gutflüssigen, aber specifisch leichten Erzbeschickungen, vorzüglich mit leicht zerstörbaren Metallgehalten, deren schnellen Niedergang im Ofen man wünscht;

4) bei sehr staubigen Erzen, von denen durch heftige Windströme zu viel verblasen wird;

5) beim Verschmelzen der Zinnerze in kleinen Schächten. Will man hier die volle Wirkung der harten Kohlen durch eine angemessene Verstärkung des Gebläses erzielen, so verliert man Zinn durch Verbrennung und durch mechanisches Fortreißen der feinen Erztheile; verstärkt man aber den Wind nicht, so bleiben die Kohlen kalt, zum Theil unzerstört und die Schmelzung geht nur langsam von Statten;

6) beim Kupfergaaren, für welches die kiefernen Kohlen immer als die besten befunden wurden, da sie bei vieler Heizkraft ruhig brennen und nicht zu schwer auf dem Kupfer aufliegen. Harte Kohlen taugen hier nichts, am wenigsten die eichenen. Sie verzögern das Einschmelzen, weil sie, ehe sie noch ordentlich glühend sind, in kleine Stücke zerspringen, welche vom Winde weggefeht werden. Dieser trifft nun das noch nicht flüssig gewordene Kupfer und erkaltet es auf's Neue. — Schon mehrfach sind Fälle vorgekommen, wo man mit harten und vorzüglich eichenen Kohlen, selbst bei dem grössten Kohlenaufgange, das Gaaren gar nicht zum Ende brachte, weil man die viele sich über dem Kupfer bildende Schlacke nicht wegnehmen durfte, wenn das Metall nicht vollends ganz erstarren sollte;

90 Winkler, üb. Brennhölzer u. Holzkohlen.

7) beim Eisenfrischen, wo harte Kohle zwar anwendbar, weiche aber vorzuziehen ist. Die erstere bringt einen roheren Gang hervor, weil die Hitze grösser und in Folge davon das Eisen flüssiger und die Schlacke kieselreicher wird, also an frischender Eigenschaft verliert. Man muss daher auch bei harten Kohlen den Feuerbau etwas flacher und den Wind weniger stechend machen. Zuweilen kann bei harten Kohlen, wie beim Gaarmachen, auch ein Kaltblasen eintreten, wenn sie sich schwer entzünden und vor dem Glühen zerspringen.

Eine Hauptregel beim Eisenfrischen ist, keine sandigen Kohlen anzuwenden, welche den Gang sehr roh und das Eisen gern schiefrig machen;

8) beim Silberfeinbrennen vor dem Gebläse, wo bei harten Kohlen der stärker nöthig werdende Wind Silberverluste herbeiführen kann.

Harte Kohlen

sind überall anzuwenden, wo starke Hitze und starke Gebläseströme unschädlich sind, und für diese Fälle finden dann die im Vorhergegangenen angegebenen Wirkungsverhältnisse, in soweit solche richtig sind, ihre Gültigkeit.

Sie zeigen sich vorzüglich vortheilhaft beim Hohofenprocesse und überhaupt bei solchen Schmelzarbeiten, wo man die Erzsätze eher im Ofen aufzuhalten als schnell durchzujagen sucht und wo nur durch eine dauernde und starke Hitze die Verschlackung der Nebenbestandtheile und das procentische Mettallausbringen möglichst vollständig geschehen kann.

Für sie sind höhere Oefen geeigneter als niedrige und stärkere Kohlensätze zweckmässiger als kleinere, mehr vereinzelte, weil sie am liebsten in grossen Massen verbrennen, in dünnen Schichten dagegen mütter verglühen und theilweise wohl gar nur unvollkommen zerstört werden.

Die Schmelzproducte fallen in der Regel bei harten Kohlen dichter als bei weichen aus, da sie dem grösseren Drucke einer schwereren Beschickungs- und Kohlensäule ausgesetzt sind.

Schliesslich ist noch zu erinnern, dass die Kohlen um so mehr Schutz gegen Nässe bedürfen, je lockerer sie sind, da ihre Neigung, Wasser in sich aufzunehmen, mit der Lockerheit steigt.