

gungen der verschiedenen Regierungen. Ein Explosivstoff, welcher die vom englischen Ministerium vorgeschriebene Erprobung besteht, wird deshalb noch nicht die deutsche aushalten, und sehr wenige der englischen „gestatteten“ Explosivstoffe würden in Österreich zugelassen werden. So sind z. B. keine Schwarzpulver und keine blos aus Dynamit oder Gelatinedynamit bestehenden Stoffe in Deutschland oder Österreich zugelassen, mit Ausnahme von Carbonit und Explosivstoffen ähnlicher Zusammensetzung. Andererseits werden von Ammonsalpetersprengstoffen, deren Typus Bellit, Roburit u. dgl. sind, eine Anzahl nicht mehr als sicher in Deutschland und noch weniger in Österreich angesehen. Eine andere Eintheilung beruht auf den flammenstillenden Zusätzen. Man verwendet einerseits Salze, und von diesen solche, welche einen grossen Procentsatz Krystallwasser enthalten, das bei der Explosion frei wird, oder solche, welche bei der hohen Explosionstemperatur dissociirt werden und dadurch Wärme aufnehmen; andererseits verwendet man organische Stoffe, welche bei der Verbrennung oder Zersetzung Wärme binden.

[Schluss folgt].

Über „Millionenrisse“ im Flaschenglase.

Von

Edmund Jensch.

Unter Millionenrissen versteht man in der Glastechnik haarfeine, in gerader Linie oder im Knick verlaufende, 2 bis 12 mm lange Anritzungen der äusseren Oberfläche von Flaschen, deren massenhaftes Auftreten dieser Erscheinung den Namen verlieh. Es sind diese Risse ihrer grossen Feinheit wegen im zerstreuten Tageslichte nur mit grosser Schwierigkeit wahrzunehmen; sie werden indessen in voller Schärfe und Deutlichkeit sichtbar, sobald die Sonnenstrahlen unmittelbar im Winkel von etwa 40° auf die Flaschenoberfläche fallen.

Meistentheils bedecken diese Haarrisse die Flaschen ringsum von der Brust, d. h. von der Stelle ihres grössten Umfanges, bis herab auf wenige Centimeter vom Boden, bis also die nahezu gleichmässig starke Flaschenwandung in die Bodenverdickung übergeht; zuweilen aber bilden diese Risse auch nur zwei einander diametral gegenüberstehende Längsstreifen.

Obwohl durch diese Anritzungen der Oberfläche die Festigkeit der Flaschen für den Gebrauch des täglichen Lebens in keiner Weise vermindert wird, und dieselben auch

nur bei sehr hochgespannten Forderungen an den ohne Beschädigungen auszuhaltenden Druck als Schönheitsfehler gelten könnten, so sind doch die mit derartigen Risschen behafteten Flaschen, namentlich Weinflaschen, unverkäuflich. Beträgt nun bei einem Wannenbetriebe mit einer Arbeitsleistung von monatlich 300 000 Stück Flaschen die Herstellung solcher mit Millionenrissen auch nur 1½ Proc., so bedeutet dies immerhin einen Fabrikationsverlust von ungefähr 54 000 Stück sonst völlig brauchbarer Flaschen im Laufe eines Jahres, häufig jedoch steigen diese Verluste auf 5 Proc. und sogar darüber.

Es liegt daher im allgemeinen Interesse, die Entstehungsursache dieses Fabrikationsfehlers zu ergründen, um Abhülfe schaffen zu können.

Verf. dieses hat daher bei dem Wannenbetriebe einer Glashütte des Saargebietes während 25 aufeinander folgender Arbeitstage das Auftreten von Millionenrissen einer eingehenden Beobachtung unterworfen, deren Ergebnisse im Nachfolgenden niedergelegt sind.

Das Auftreten dieser Millionenrisse war äusserst unregelmässig. Wochenlang fand sich nicht eine einzige mit solchen Mängeln behaftete Flasche, dann wies manches Tagewerk deren 400 und darüber auf.

Die Grundbedingungen, welche man von Weinflaschen, ganz besonders aber von Champagnerflaschen verlangt, dass sie frei von Bläschen und Steinchen seien, werden Dank einer peinlicheren Auswahl als ehedem und durch die allgemeinere Einführung des Wannenbetriebes an Stelle des für die Grossfabrikation höchst unvollkommenen und sehr unvortheilhaften Hafenbetriebes wohl überall erfüllt. Auch die Forderung des Fehlens sogenannter Rampen, d. h. wulstiger Streifen schwerer schmelzbaren, deshalb auch weit schneller erkaltenden Glases, das sich mit der Grundmasse nicht so innig verbindet und daher bei künstlich zugeführtem grösseren Druck an den Begrenzungsfächern sich ablöst, wird allseitig anerkannt. Die Bedingung der Hauptforderung dagegen, dass die Flasche an allen Punkten, die in gleicher Höhe vom Bodenrande abliegen, auch gleichmässig dickwandig sei, stösst insofern auf Schwierigkeiten, als diese Gleichmässigkeit der Wandstärke nur erreicht werden kann durch die Geschicklichkeit und Handfertigkeit des Glasbläsers. Doch ist auch darin durch strengere Auswahl bei Abnahme der Tagewerke nach Entleerung der Kühlöfen ein erfreulicher Fortschritt zu verzeichnen.

Die Kühlöfen, welche — abgesehen von den entlegensten Glashütten im Gebirge —

wohl allgemein jetzt mit Generatorgasen geheizt werden, müssen eine derartige Vertheilung der Gas- und Luftschlitzte aufweisen, dass die Temperatur in den Öfen überall nahezu gleichmässig ist und 520° nicht übersteigt, anderseits aber nicht unter 400° beträgt, vielmehr während der Dauer des Einlegens der frisch geblasenen Flaschen auf gleicher Höhe erhalten wird. Treten während der Füllung dieser Kühlöfen grössere Schwankungen im Hitzegrade auf, so zeigen sich häufig die nicht gern gesehenen Millionenrisse. Flaschen, die mit diesem Fehler behaftet sind, stehen bei den grossen Kelle-reien in schlechtem Angedenken, obgleich wohl mit Unrecht, da ihre Haltbarkeit, wie eigens angestellte Druckversuche ergaben, derjenigen normaler Flaschen mit unverritzter Oberfläche keineswegs nachstand. Wird die Abkühlung 7 bis 8 Tage hindurch so sorgsam geleitet, dass die Temperatur in regelmässigem Abfall sinkt, so ist die erzielte Haltbarkeit und Festigkeit eine ganz vorzügliche.

Wie indessen nachstehende Tabellen ergeben, vermindert sich diese Haltbarkeit (Druckwiderstand) aber sichtlich bei a kürzer und schneller, ebenso aber auch b, bei langsamer und in einzelnen Pausen plötzlich stark sinkender Temperatur. Die zur Verfügung stehenden Kühlöfen hatten eine Tiefe von 4100 mm, eine lichte Breite von 3650 mm. Die Heizgase strömten ein durch zwei in den vorderen Ecken befindliche Schlitzte; an der Rückseite befand sich keine Gaseintrittsöffnung. Die Abgase verliessen die Öfen durch einen zwischen den beiden Eintrittsschlitzten befindlichen Abführungsschacht, der sie zur Esse leitete.

Die Entdeckung der Ursache für die Entstehung der Millionenrisse bot um so grössere Schwierigkeiten, als die Lage der mit denselben behafteten Flaschen im Kühlofen selbst nicht festgestellt werden konnte, da deren Fassungsraum 8 bis 9000 Stück betrug. Die in den Generatorgasen mit entweichenden Mineralsäuren, als Schwefel- und schweflige Säure, ätzten die äussere Oberfläche der Flaschen schwach an und bedeckten dieselbe mit einem röthlich grauen Anfluge, der — obgleich sein Gewicht für jede Flasche kaum 0,15 g betrug — doch stark genug war, um die Risse unsichtbar zu machen. Es mussten vielmehr die Flaschen erst einer eingehenden Waschung unterworfen werden. Beiläufig bemerkt, hatte ein grösseres Durchschnittsmuster dieses Überzuges (etwa 100 g), der wie bekannt bei Kühlung mittels Holzfeuerung nicht beobachtet wird, nachstehende Zusammensetzung:

6,44 Proc. Russ		
14,83	SiO_2	}
0,31	Fe_2O_3	in Wasser unlöslich
12,12	CaSO_4	
3,01	MgSO_4	
62,68	Na_2SO_4	
0,15	FeSO_4	
0,26	$(\text{Al}_2)(\text{SO}_4)_3$	
		99,80 Proc.

Um nun über die Entstehung dieser Risse Klarheit zu erlangen, mussten folgende Punkte berücksichtigt werden:

1. Lag die Schuld an der Zusammensetzung des Glases?
2. Oder an der Handhabung des Bläsers bei dem Blasen?
3. Oder entstand die Rissigkeit beim Transport der noch rothglühenden Flaschen vom Glasofen zum Kühlofen?
4. Oder war der Luftzug in den stets luftigen Arbeitshallen schuld?
5. Welches Tagewerk, die Tag- oder Nachschicht, arbeitete besser?
6. War die Vertheilung der Temperatur in den Kühlöfen annähernd gleichmässig oder stark wechselnd?

War auch die allgemein verbreitete Ansicht, dass die chemische Zusammensetzung des Glasgemenges von Einfluss auf das Vorkommen solcher Risse sei, vom chemischen Standpunkt aus von Beginn an zu verwerfen, so wurden doch von rissigen und unverletzten Stellen einer Champagnerflasche Proben genommen und einer Analyse unterworfen.

Der Befund war in Luisenthaler Glas:

	rissig	glatt
SiO_2	62,8 Proc.	62,65 Proc.
CaO	17,0	17,10
MgO	6,5	6,35
Fe_2O_3	4,5	4,4
MnO	2,3	2,5
Al_2O_3	2,2	2,4
Na_2O	4,2	4,2
K_2O	0,4	0,4
	99,9	100,00

II. Glas aus der Friedrichsthaler Glashütte (Rheinweinfässchen):

	rissig	glatt
SiO_2	64,85 Proc.	64,79 Proc.
CaO	19,01	19,10
MgO	1,70	1,68
Fe_2O_3	2,20	2,19
MnO	0,33	0,35
Na_2O	4,80	4,91
K_2O	0,70	0,67
Al_2O_3	6,27	6,10
	99,83	99,79

Die Glasmasse mit unverritzter Oberfläche stimmte also mit derjenigen mit rissiger so genau überein, dass die Behauptung eines chemischen Einflusses, der so verändernd einwirken soll, als Vorurtheil abzuweisen ist.

Es war nun die Möglichkeit vorhanden, dass der Glasbläser durch seine Handhabung beim Blasen Veranlassung zu diesen Rissen gäbe. Zur Prüfung dieses Punktes wurden häufig frisch erblasene Flaschen, die noch

Die nachfolgende Tabelle zeigt nun, wie viele Mengen rissiger und daneben sonst schadhafter Flaschen die einzelnen Bläser und die ganzen Belegschaften in 23 bez. 25 Arbeitstagen erzeugt haben.

Arbeitsplatz	Tagewerke	Production an Flaschen							
		gute	Glas-Fehler	Arbeits-Fehler	rissig	Summa Stück	Proc. rissige	Proc. mit Glasfehlern	Proc. mit Arbeitsfehlern
I. Belegschaft.									
1	23	8961	13	148	—	9122	—	0,14	1,48
2	23	4555	168	384	43	5150	0,83	3,26	7,45
3	21	4171	137	243	44	4595	0,95	2,97	5,29
4	23	6347	465	175	118	7105	1,65	6,55	2,47
5	20	5008	287	205	136	5636	2,43	5,03	3,63
6	23	5733	292	521	118	6664	1,77	4,38	7,97
7	23	6648	161	267	236	7312	3,22	2,20	3,65
8	23	5732	208	716	192	6848	2,80	3,02	10,41
9	23	6131	325	271	248	6975	3,54	4,64	3,87
10	23	6404	391	268	122	7185	1,69	5,43	3,72
11	23	6526	352	272	137	7287	1,89	4,84	3,73
12	23	6356	573	423	131	7483	1,74	7,61	5,64
I	271	72572	3372	3893	1525	81362	1,87	4,14	4,78
II. Belegschaft.									
1	20	7235	103	8	2	7348	0,03	1,40	0,11
2	21	6044	270	541	230	7085	3,23	3,78	7,63
3	21	5171	171	303	55	5700	0,96	3,00	5,31
4	22	4572	282	218	46	5118	0,90	5,51	4,26
5	21	6620	616	990	96	8322	1,15	7,42	11,93
6	23	6769	435	491	188	7883	2,38	5,51	6,21
7	22	6082	247	531	121	6981	1,73	3,58	7,58
8	23	6768	264	346	138	7516	1,83	3,51	4,61
9	24	6612	190	211	237	7250	3,27	2,62	2,91
10	24	6474	836	462	157	7429	2,11	4,52	6,22
11	25	6433	396	499	164	7492	2,20	5,28	6,55
12	25	6195	312	495	39	7051	0,55	4,42	7,02
II	271	74985	3622	5095	1473	85175	1,73	4,25	5,90
I	271	72572	3372	3893	1525	81362	1,87	4,14	4,78
Mittel	542	147557	6994	8988	2998	166537	1,80	4,20	5,34

heiss sich als fehlerfrei erwiesen, schnell mit Kreide gezeichnet und dem Kühlofen eiligst übergeben.

Von 220 Stück so gezeichneteter Flaschen wiesen nachher nur 5 die Fehler der Oberflächenritzung auf. Es waren aber bei einer Wiederholung des Versuches derartige fehlerhafte Flaschen nicht mehr zu ermitteln. Die Handfertigkeit des Bläsers war daher nicht die Veranlassung dazu.

Ebensowenig war der Einfluss der Abkühlung während des Transports der rothglühenden Flaschen vom Wannenofen zur Kühlalage, auch trotz des Eindringens kalter winterlicher Stürme in die so luftigen Arbeitshallen, zu bemerken. Hatten doch oft die der Wanne nächst gelegenen Kühlöfen weit mehr fehlerhaftes Glas als die entfernter gelegenen, die bis 30 m Transport erforderten.

Von den einer näheren Beobachtung unterworfenen 166 537 Stück Flaschen wiesen also 2898 Stück = 1,8 Proc. Millionenrisse auf, aber der Ausfall an solchen „Riss“-flaschen steht in keiner engeren Beziehung zu solchen mit Arbeitsfehlern oder gar mit Glasfehlern, da diese nur die Schönheit beeinträchtigen. Bei geringem Vorkommen von Rissflaschen können letztere in grösseren Mengen auftreten oder umgekehrt. Unterzieht man nun weiter diejenigen Arbeitsplätze, welche in ihrer Tagesproduction einen den Durchschnitt von 1,80 Proc. überschreitenden Ausfall von „Riss“-flaschen erzielten, einer näheren Prüfung, so ergibt sich die Thatsache, dass bei Belegschaft I, von Arbeitsplatz No. 11 abgesehen, der das Mittel knapp überschreitet, die „Riss“-flaschen von den Mittelplätzen 5 bis 9 hergestellt wurden; bei der Belegschaft II war dies aber der Fall

auf den Plätzen 2 bis 6 und 9 bis 11. Daraus ergibt sich, dass die Zug- und Windverhältnisse der Halle nicht die Ursache sein konnten.

Bei der Prüfung des Einsatzes in die Kühlöfen ergab sich nun, dass die Füllungen in Ofen 2, 3, 4 bis 7 und 8 für Zeiträume von 3 bis 22 Tagewerken, ausgeführt durch die erste Belegschaft, den in dieser Zeit ermittelten Durchschnittsgehalt an rissigen Flaschen von 4,75 Proc. zum Theil recht erheblich überschritten. In 112 Tagewerken wurden 32 126 Flaschen hergestellt, davon 1525 Stück = 4,75 Proc. mit Millionenrissen. Das gesamme Erzeugniss der zweiten Belegschaft betrug in 91 Tagewerken 29 211 Flaschen, davon 1473 Stück rissige = 5,04 Proc. Die Übersicht zeigt auch hier, dass die Öfen No. 3, 4, 7, 8, also dieselben, welche auch die fehlerhaften Erzeugnisse der ersten Belegschaft aufwiesen, wiederum einen grossen Anteil an dem Ausbringen des fehlerhaften Materials hatten.

Kühl- ofen No.	Ecke rechts		Sohle in der Mitte	Ecke links		Mittel °C.
	Sohle	Kuppe		Sohle	Kuppe	
I	510	472	400	588	430	484
	444	400	420	540	400	437
II	500	465	410	520	398	459
III	401	420	440	345	369	375
IV	450	400	398	385	362	398
V	430	400	430	444	400	421
	490	425	450	425	410	440
VI	451	390	432	450	400	424
VII	390	375	400	400	332	379
	317	360	300	410	421	362
VIII	360	320	382	330	395	357
IX	460	425	415	415	390	421
X	455	415	520	531	435	471

Aus dieser Tabelle ergibt sich also, dass die Öfen mit einer Durchschnittstemperatur von unter 400° die grösste Neigung zur Bildung von Millionenrissen besassen. Dem Übelstand wurde abgeholfen vor Umbau der Ofenanlage durch Nachheizen mit Holz.

Dass bei der Herstellung der Schaum-

Kühl- ofen No.	Erste Belegschaft				Zweite Belegschaft			
	Tage- werke	Gesammt- produktion	davon rissig	In Proc.	Tage- werke	Gesammt- produktion	davon rissig	In Proc.
I	9	2602	33	1,26	11	3537	20	0,77
II	3	896	118	13,20	5	1728	137	0,79
III	8	2387	359	14,59	9	2682	424	15,81
IV	13	4012	192	4,79	12	3887	201	5,17
V	8	2168	53	2,45	3	979	34	3,46
VI	9	2302	62	2,69	5	1646	41	2,49
VII	16	4887	245	5,01	15	4702	272	5,79
VIII	22	6485	324	4,99	19	6086	296	4,85
IX	14	3703	86	2,32	7	2243	20	0,90
X	10	2684	53	1,97	5	1721	28	1,60
I. B.	112	32 126	1525	4,75	91	29 211	1473	5,04
II. B.	91	29 211	1473	5,04				
I. + II.	203	61 337	2998	4,89				
				im Mittel				

Aus diesem Ergebniss ergibt sich sicher der Beweis, dass diese Rissflaschen liefernden Kühlöfen keine gleichmässige Vertheilung der Wärme aufwiesen, sondern grösseren Temperaturschwankungen unterlagen. Es wurde nun die Temperatur der Öfen an verschiedenen Stellen nach dem Anheizen und während des Füllens mit dem Siemens'schen Wasserypyrometer regelmässig festgestellt. Es sei noch bemerkt, dass die Kühlöfen nach dem Füllen sofort geschlossen wurden. Die letzte Abkühlung durch Öffnen des Einsatzfensters fand erst nach 7 bis 8 Tagen statt.

In nachstehender Tabelle sind die gewonnenen Durchschnittstemperaturen, aus je 50 Einzelbestimmungen erhalten, verzeichnet:

weine, die sich zu einem äusserst bedeutungsvollen Industriezweige entwickelt hat, auf ein gegen Druck von innen besonders widerstandsfähiges Flaschenmaterial gehalten werden muss, ist jetzt allgemein anerkannt. Denn der Bruch von Flaschen und die damit verbundene Vergeudung von Champagner und Schaumweinen belief sich vor etwa 25 bis 30 Jahren auf weit über 25 Proc., während heute Dank den Fortschritten der Flaschenfabrikation der Bruch sich höchstens auf 6 bis 8 Proc. beläuft.

Die Pressung, welche die bei der Gährung der Schaumweine sich entwickelnde Kohlensäure auf die Glaswandung ausübt, beträgt rund 5 At.; bei Anrechnung eines Sicherheitscoefficienten von 100 Proc. wäre dann als Grundlage der Lieferungsbedingung eine Druckfestigkeit von 10 At. zu betrachten

(vgl. Chemzg. 1897 No. 44). Die Glashüttenwerke garantiren dagegen zumeist eine solche von 14 At. Die grossen Kellereien haben nun in übertriebener Peinlichkeit versucht, den zu gewährleistenden Maximaldruck auf 20 At. zu erhöhen. Da aber eine entsprechende Erhöhung des Preises nicht mit dieser Steigerung des Druckes Hand in Hand ging, so wurde eine umfangreiche Druckprobe vorgenommen an neu erblasenen wie auch an alten, bereits in Benutzung gestandenen Champagnerflaschen, ausserdem auch an frischen Flaschen, deren Aussenfläche die charakteristische Erscheinung der Millionerrisse in starkem Maasse aufwiesen.

Im Ganzen gelangten 2784 fehlerfreie Champagnerflaschen zur Druckprobe von 20 At. Davon widerstanden einem Druck von 14 At. = 99,57 Proc., dem von 20 At. = 97,05 Proc.

Dann wurde noch die Frage geprüft, welchen Druck die mit Rissen behafteten Flaschen aushielten. Zur Untersuchung gelangten 60 derartige Flaschen, von denen 58 einen Druck von 20 At. ohne Beschädigung ertrugen, während nur 2 bei dem Versuche einem Druck von 19 At. nicht mehr Stand hielten. Damit war aber bewiesen, dass auch diese Flaschen in der Lage sind, dem Kohlensäuredruck von 10 At. zu widerstehen, und ihn aushalten. Die Befürchtungen der Kellereien sind daher nicht begründet.

	Buhlbach	Achern	Stockach i. B.	Friedrichsthal	Luisenthal
Si O ₂	57,02	59,0	56,82	59,25	58,80
Fe O		2,95	3,17	4,08	3,60
Al ₂ O ₃	15,3	4,85	5,36	6,21	1,60
Mn O		0,63	0,43	0,83	
Ca O	14,5	20,60	23,68	24,60	25,10
Na ₂ O	9,0	5,84	6,12	4,11	6,20
K ₂ O	3,6	—	—	—	—
Hg O	0,8	5,11	4,24	1,24	4,70
	100,2	99,88	99,02	100,32	100,0

Zum Schluss sei noch darauf hingewiesen, dass das Flaschenglas von Buhlbach im Schwarzwalde von der Schaumweinfabrikation sehr gesucht ist, da es im Gegensatz zu Gläsern anderer Herkunft die Thonerde an den Flascheninhalt nicht abgeben soll, wie dies bei Saarproducten beobachtet sein soll. Vorstehend Analysen von guten, widerstandsfähigen Champagnergläsern.

Zur Untersuchung von Brennstoffen.

Von

Ferd. Fischer.

[Fortsetzung von S. 5.]

Zu der Mittheilung S. 4 ist zunächst zu bemerken, dass der Abdruck von Fig. 1 leider längst nicht so deutlich ausgefallen

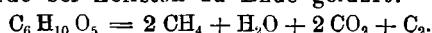
ist, als die Originalphotographie voraussetzen liess¹⁾.

Inzwischen habe ich mit einem anderen, besonders guten Röntgenapparat die Wirkung der Entgasung geprüft. Von zwei gleichen, 3 cm dicken Holzstücken wurde eins ent gast. Nebeneinander gestellt, zeigte die Kohle tieferen Schatten als das Holz. Von zwei Steinkohlen wurde nach dem Pulvern je die Hälfte im Tiegel ent gast, gepulvert und wie die Kohle zu Stücken gepresst (vgl. d. Z. 1892, 541), welche also denselben Aschen gehalt hatten. Bei der einen Probe war der Koks dunkler, bei der anderen kein nennenswerther Unterschied zu bemerken. Da diese Prüfung keine technische Bedeutung hat, so habe ich sie nicht fortgesetzt.

Wie bereits früher (d. Z. 1894, 605) bemerkt, ist es übersichtlicher, wenn bei der Analyse von Brennstoffen die Zusammensetzung der Reinkohle (nach Abzug der Asche, des Wassers und Schwefels) auf Atomgewichte bez. auf C₁₀₀ berechnet wird. Tabelle S. 131 zeigt eine Auswahl der bis jetzt bekannten Analysen²⁾ von Holz, Torf und Mineralkohlen mit Berechnung³⁾ der Atomverhältnisse. Letztere zeigt die Unterschiede der verschiedenen Brennstoffe charakteristischer als die prozentische Zusammensetzung.

Bei der Torfbildung wird Methan, Wasser und Kohlensäure abgeschieden⁴⁾.

Angenommen, dieser Vertoerungsprozess würde bei Zellstoff zu Ende geführt:



Der Brennwert von 1 Mol. Zellstoff ist nach Berthelot = 6818 hw⁵⁾, der Brennwert von 2 CH₄ = 4270 hw, von C₂ = 1952 hw⁶⁾. Demnach würden bei diesem Prozess 6818 — 6222 = 586 hw frei⁷⁾.

¹⁾ Bei der Correctur ist leider übersehen, dass S. 5, Sp. 1 Z. 6 v. o. statt undurchlässig durchlässig stehen muss.

²⁾ Vgl. F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe. Bd. 1 S. 425, 438, 502 bis 531.

³⁾ Die Berechnung führte Dr. Böcker aus.

⁴⁾ Vgl. F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe. Bd. 1 S. 432.

⁵⁾ 1 hw (Hektowärmeeinheit) = 100 w.

⁶⁾ Amorpher Kohlenstoff; der in den Lehrbüchern der physikalischen Chemie von Nernst und Ostwald den Berechnungen zu Grunde gelegte Diamantkohlenstoff würde nur 1886 hw ergeben.