NEUERUNGEN

AUF DEM

GEBIETE DER ERZEUGUNG UND VERWENDUNG

DES

STEINKOHLEN-LEUCHTGASES.

ZUGLEICH

NACHTRAG ZU SCHILLINGS HANDBUCH FÜR STEINKOHLENGAS-BELEUCHTUNG.

VON

DR. EUGEN SCHILLING,

DIRECTOR DER GASBELEUCHTUNGS-GESELLSCHAFT IN MÜNCHEN.

MIT 196 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.

MÜNCHEN.

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG

1892.

Vorwort.

Wenn ich es unternommen habe, die Neuerungen auf dem Gebiete der Erzeugung und Verwendung des Steinkohlenleuchtgases in einem Buche zu besprechen, so waren es hauptsächlich zwei Gesichtspunkte, welche mich dazu veranlafsten. Einmal hat die rührige und erfolgreiche Thätigkeit auf wissenschaftlichem, wie auf praktischem Gebiete so viel Neues geschaffen und angeregt, dafs es wünschenswert erschien, diese Errungenschaften zusammenzufassen, zu ordnen und zu sichten. In zweiter Linie ist der Umstand hinzugekommen, dafs das Handbuch meines Vaters, welches sich im In- und Auslande ungeteilter Anerkennung erfreut, in seiner letzten Auflage aus dem Jahre 1879 in manchen Teilen einer Ergänzung, eines Nachtrages bedurfte.

Der nächstliegende Gedanke wäre wohl die Umarbeitung des Handbuches zu einer neuen Auflage gewesen; doch hielt ich mich dieser Aufgabe gegenüber weder gewachsen, noch für berufen. Bei der Ausdehnung des Gasfaches selbst, sowie aller einschlägigen Gebiete dürfte es für einen Verfasser heutzutage schwer sein, alles in richtiger Weise zu überblicken, jedem Teile gerecht zu werden und jeden Gegenstand mit der gleichen Sachkenntnis und Erfahrung zu behandeln. Ich hielt es daher für das Richtigste, an dem Bestehenden nicht zu rütteln, und nur das Neue, was seit dem Jahre 1879 erschienen ist, in einem Buche zu behandeln.

Zur Bearbeitung mufste ich mich vielfach auf vorhandenes Material stützen, für welches mir das Journal für Gasbeleuchtung die reichste Quelle bot. Aufserdem wurde ich auch von Fachgenossen, Vertretern der Wissenschaft und hervorragenden Firmen, welche im Gasfache thätig sind, in freundlichster Weise unterstützt, und fühle ich mich verpflichtet, denselben für ihr Entgegenkommen meinen aufrichtigen Dank zu sagen. Im übrigen war ich bemüht, den verarbeiteten Stoff durch Quellen und Litteraturangaben möglichst zu ergänzen.

Es mag auffallen, dafs der chemisch-analytische Teil vollständig aufser acht gelassen wurde. Ich habe dies deshalb gethan, weil dieses Gebiet durch neuere Arbeiten zu einem so umfangreichen geworden ist, dafs eine eingehende Behandlung dieses Stoffes über den eigentlichen Rahmen und Zweck

dieses Buches hinausgegangen wäre. Auch darf ich die Hoffnung aussprechen, dafs eine Zusammenfassung des chemisch-analytischen Teiles zu einem eigenen Handbuch in nächster Zeit von bewährterer Feder erfolgen wird.

So hoffe ich, mit vorliegendem Buche nicht nur ein Bild über die ausgedehnte, schöne Entwickelung unseres Faches gegeben, sondern auch eine Ergänzung zu dem Schilling'schen Handbuch geschaffen zu haben, welche eine Lücke in der Fachlitteratur ausfüllen dürfte.

Ich hoffe, bei diesem Erstlingswerke auf die Nachsicht meiner Fachgenossen rechnen zu dürfen, und würde mich glücklich schätzen, wenn es mir vergönnt wäre, als Sohn neben dem Vater ein bescheidenes Plätzchen einzunehmen.

München 1892.

Dr. Eugen Schilling.

Inhaltsverzeichnis.

I. Kapitel.

Die Steinkohlen.

	Seite
Die Konstitution und Einteilung der Steinkohlen	1
Die Verwitterung und Selbstentzündung der Kohle	3
Steinkohlenstatistik	4
Die zur Gasbereitung dienenden Kohlen	6
Analysen von Gaskohlen und Zusatzkohlen	7
Die Beurteilung der Analysen	10
Vergasungsergebnisse aus verschiedenen Gaskohlen	12
Vergasungsergebnisse aus Zusatzkohlen	15
Verwendung der Zusatzkohlen	15

II. Kapitel.

Die Vergasung der Steinkohle.

	Seite
Die Vergasungstemperaturen	19
Die Teerverdickungen	20
Die Steigrohrtemperaturen	21
Der Druck in der Retorte	22
Der Verlauf der Vergasung	23
Das Benzol	25
Das Naphtalin	27
Das Ammoniak	29
Das Cyan	32
Die Schwefelverbindungen	33
Analysen verschiedenen Gases	34

III. Kapitel.

Verfahren zur Aufbesserung des Leuchtgases.

	Seite
Die Aufbesserung des Gases durch Ölgas	36
Die Anreicherung des Gases mit Petroleumdestillaten	38
Die Teervergasung	39
Das Wassergas	41
Der Lowe-Wassergasprozess	43
Das Wassergas in England und Deutschland	44
Giftigkeit des Wassergases	46
Zusatz von Kalk bei der Vergasung der Steinkohlen	48
Die fraktionierte Entgasung	50

IV. Kapitel.

Neuerungen an Apparaten zur Gasbereitung.

	Seite
Siemens' Heizverfahren mit freier Flammentfaltung	51
Der Münchener Ofen	52
Halbgasfeuerungen	55
Die Retortenverschlüsse	57
Steigeröhren und Vorlage	57
Öfen mit geneigten Retorten	59
Die Lademaschinen	61
Die Runge'sche Lade- und Ziehvorrichtung	61
Die Zieh- und Lademaschinen in Charlottenburg	63
Der Kohlentransport	65
Die Absaugung des Gases aus der Retorte	68
Die Regelung der Gassauger	70
Der Hahn'sche Regler	70
Der Dessauer Umlaufregler	72

V. Kapitel.

Die Reinigung des Gases.

	Seite
Die Kühlung des Gases	75
Berechnung der Kühlflächen	76
Die Kondensationsvorgänge	78
Die Waschung des Gases	79
Die Kühler	81
Die Teerscheider	82
Die Ammoniakwascher	82
Die Entfernung des Ammoniaks auf trockenem Wege	85
Die Eisenreinigung	86
Die Aufnahmsfähigkeit der Massen	86
Die Wiederbelebung der Massen	88
Die Sauerstoffreinigung	88
Die Entfernung des Schwefelkohlenstoffs	89
Die Reinigungskästen	90

VI. Kapitel.

Die Anwendung des Gases zur Beleuchtung.

	Seite
Das Leuchten der Flamme	92
Leuchtwert von Benzol und Äthylen	93
Einflufs sonstiger verbrennlicher Gase auf die Leuchtkraft	95
Einflufs unverbrennlicher Gase auf die Leuchtkraft	96
Die Fortschritte in der Beleuchtung mit Gas	97
Die Entwickelung der Regenerativbeleuchtung	98
Die gebräuchlichsten Regenerativlampen	101
Lichtwirkung und Gasverbrauch von Regenerativlampen	103
Neuere Laternen	104
Erhöhung der Leuchtkraft des Gases	107
Das Mafs und die Verteilung der Beleuchtung	109
Beleuchtung geschlossener Räume	113
Beispiel einer Beleuchtungsanlage	115
Reflektoren und Glasglocken	116
Gaszuflufsregler. — Zündvorrichtungen	118

VII. Kapitel.

Verbrennungsprodukte des Gases und Lüftung.

	Seite
Mafsstab der Luftverunreinigung	120
Die Verbrennungsprodukte	121
Die Lüftung mittels Gas	122
Lüftungsanlage für ein Verkaufslokal in Paris	126
Lüftungsanlage im kgl. Odeon zu München	128
Die Untersuchung der Anlage im kgl. Odeon	131

VIII. Kapitel.

Die Photometrie.

	Seite
Objektive Lichtmessung	135
Das Bunsenphotometer	136
Vorrichtungen zum Ersatz des Fettflecks	137
Die Messung verschiedenfarbiger Lichtquellen	139
Die Kompensationsphotometer	140
Die Lichtmessung unter verschiedenen Winkeln	141
Das Elster'sche Winkelphotometer	142
Messung der Helligkeit beleuchteter Flächen	144
Das Weber'sche Photometer	144
Die Normal- und Vergleichslichtquellen	147
Die Platin-Einheit	148
Die Pentan-Einheit	150
Amylacetatlampe von Hefner-Alteneck	151
Das Verhältnis verschiedener Einheiten	155
Einflufs der Luftbeschaffenheit. — Glühlampen	156

IX. Kapitel.

Das Gas als Quelle für Kraft- und Wärmeerzeugung. — Die Gasmotoren.

	Seite
Die Verbreitung des Leuchtgases als Heizstoff	157
Verbrauch einiger Städte an Heizgas	157
Die Stellung des Leuchtgases zu anderen Heizgasen	158
Die Verbrennungswärme des Gases	159
Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Gases. Gaswage von Lux	161
Die Verbrennungserscheinungen	163
Die Verbrennungstemperatur	164
Die Wärmestrahlung	165
Die Gasmotoren	165
Die Otto'sche Maschine	168
Die Körting'sche Maschine	175
Die Zweitaktmaschinen	179
Die Gasmaschine von Benz	179
Gasverbrauch der Motoren	182
Anlage und Betrieb der Motoren	182

X. Kapitel.

Heizen und Kochen mit Leuchtgas.

	Seite
Vorteile und Kosten der Gasfeuerung	184
Die Zimmeröfen	186
Die Heizung von Schulen	189
Kirchenheizung	191
Gasheizung zu Badezwecken	192
Die Kochapparate	196
Übersicht über die Verwendung des Gases zu gewerblichen Zwecken	198

XI. Kapitel.

Gasbehälter und Stadtdruckregler.

	Seite
Eiserne Gasbehälter	200
Die Betonwasserbehälter	205
Gasbehälterführungen	207
Tassenheizung von Teleskopbehältern	208
Reinigung der Rohre	209
Stadtdruckregler	210
Druckregler von Gareis	211
Druckregler von Elster	213
Druckregler von Ledig	213
Sonstige Druckregelungsvorrichtungen	215

XII. Kapitel.

Die Nebenerzeugnisse und ihre Verarbeitung.

	Seite
Die Coke	216
Cokeanalysen	216
Der Heizwert der Coke	217
Aschengehalt und Aschenbeschaffenheit der Coke	217
Sonstige Eigenschaften der Coke	218
Coke-Zerkleinerung	219
Dampfkesselfeuerung mit Coke	220
Die Verwendung von Kleincoke	223
Der Teer	224
Die Verwertung des Teers	225
Die Teerdestillation	225
Einflufs der Kohle auf die Beschaffenheit des Teers	227
Einflufs der Vergasungstemperatur auf die Beschaffenheit des Teers	227
Der Gasteer	228
Die Teerprodukte	229
Die Teerverbrennung	231
Heizwert des Teers	231
Einrichtungen zur Teerverbrennung	232
Gaswasser	236
Die Verarbeitung des Gaswassers	237
Das schwefelsaure Ammoniak	238
Die Darstellung des schwefelsauren Ammoniaks	240
Der Apparat von Feldmann	240
Der Apparat von Grüneberg-Blum	241
Der Betrieb mit obigen Apparaten	241
Der Zusatz von Kalk	242
Die Schwefelsäure	243
Das Salz	243
Die Abgase	244
Das Abwasser	244
Die Darstellung von konzentriertem Gaswasser	245
Die Darstellung von Salmiakgeist	247
Der Apparat von Feldmann	248
Der Apparat von Grüneberg-Blum	249
Die Cyangewinnung	250
Die Verarbeitung der Gasmassen	253
Direkte Gewinnung des Cyans aus dem Gase	253

Sachregister . . . . . Seite 257.

I. Kapitel.

Die Steinkohlen.

Die Konstitution und Einteilung der Steinkohlen.

Wie die Sumpfpflanzen und Algen noch heute vor unseren Augen eine stete Umbildung in Torf erfahren, so ist auch die Steinkohle durch allmähliche Vermoderung organischer, pflanzlicher Bestandteile unter Luftabschlufs entstanden. Gümbel[1]) wies dadurch, dafs er die Kohle mit oxydierenden Agentien und auf dem Wege langsamer und teilweiser Einäscherung behandelte, nicht nur unzweifelhafte Reste von Zellengeweben nach, sondern er zeigte auch, dafs in den Kohlen Holzzellen (Parenchym) mit Blattzellen (Prosenchym) deutlich abwechseln, und so hauptsächlich das schichtenweise abwechselnde Vorkommen von Glanz- und Mattkohle bedingen.

Die Steinkohle ist ein wechselndes Gemenge verschiedenartiger kohlenstoffreicher Verbindungen, deren Isolierung und Bestimmung auf analytischem Wege ziemlich als ausgeschlossen betrachtet werden kann. Die früher gemachte Annahme, dafs freier Kohlenstoff einen hauptsächlichen Bestandteil der Kohle ausmache, ist nach dem jetzigen Stand der Forschungen ebenso unzulässig, wie die, dafs die Kohlen Gemenge seien von freiem Kohlenstoff mit Bitumen. Es geht dies letztere daraus hervor, dafs selbst die bei hoher Temperatur erzeugten Cokes noch immer wasserstoff- und sauerstoffhaltig sind. Auch erleidet eine backende Kohle beim Erhitzen stets eine vollständige und keine nur teilweise Schmelzung, was bei der Annahme von freiem Kohlenstoff der Fall sein müfste. Man denkt sich die Struktur der die Kohle zusammensetzenden Verbindungen nach Analogie der aromatischen Verbindungen aus einem »Kern« bestehend, welcher die Kohlenstoffatome nach der dem Benzol zu Grunde liegenden Formel verkettet enthält. An diesen Kern denkt man sich den Wasserstoff und Sauerstoff direkt oder indirekt gebunden, sowie weitere Kohlenwasserstoffe angelagert. Durch Erhitzung werden diese Seitengruppen allmählich abgespalten und liefern so die verschiedensten Kohlenwasserstoffe, wie auch die sonstigen bei der Vergasung auftretenden sauerstoff- und stickstoffhaltigen Produkte. Da die Kohle kein einheitliches chemisches Individuum, sondern ein Gemenge der verschiedensten Kohlenstoffverbindungen ist, so kann die Ermittelung des Gehaltes einer Kohle an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff im allgemeinen noch kein sicheres Merkmal für das Wesen derselben abgeben. Wie es in der organischen Chemie eine unendliche Reihe von Körpern gibt, welche bei gleicher Elementarzusammensetzung gänzlich verschiedene Eigenschaften besitzen, so ist dies auch bei der Kohle der Fall. Muck[1]) führt als Beispiel neben den Kohlehydraten: Cellulose, Stärke und Gummi, die Zahlen für zwei westfälische Kohlen an, welche bei gleicher Elementarzusammensetzung gänzlich verschiedene Cokeausbeuten liefern.

[1]) Gümbel, Sitzungsbericht der b. Akad. der Wissenschaften. 1883.

[1]) Muck, Die Chemie der Steinkohle, Leipzig, W. Engelmann 1891.

Bezeichnung	Cokeausbeute (aschenfrei)	Zusammensetzung der Kohlensubstanz		
Cellulose	6,71 %	$C_6 H_{10} O_5$		
Stärke	11,30 „			
Gummi	20,42 „			
backende westfäl. Gaskohle	—	%C	%H	%O+N
Pluto (Flötz Hannibal) .	71,63 %	85,434	5,216	9,350
Hannibal (Flötz Mathilde)	67,89 „	85,379	5,230	9,390

Ebenso können auch zwei ganz verschiedene Kohlenarten, wie z. B. Glanzkohle und Cannelkohle unter Umständen fast die gleiche Zusammensetzung haben. Es erhellt hieraus, dafs eine Einteilung der Kohlen nach ihrer Elementarzusammensetzung keinen allgemeinen Wert haben kann.

Für eine Klassifikation der Kohlen legt man jetzt allgemein ihr Verhalten beim Erhitzen zu Grunde.

Schon die alte Einteilung der Kohlen in Sand-, Sinter- und Backkohlen beruht auf dem Verhalten derselben beim Erhitzen. Um dieses genau beobachten und vergleichen zu können, wendet man das sogenannte Verfahren der Tiegelvercokung an, welches im folgenden besteht: Man erhitzt 1 g der feingepulverten Kohle in einem nicht zu kleinen, mindestens 3 cm hohen, vorher gewogenen Platintiegel bei fest aufgelegtem Deckel über der nicht unter 18 cm hohen Flamme eines einfachen Bunsenbrenners so lange, bis keine bemerkbaren Mengen brennbarer Gase zwischen Tiegelrand und Deckel mehr entweichen, läfst erkalten und wägt. Beim Erhitzen ist zu beachten, dafs der Tiegel auf einem dünnen Drahtdreieck so aufgestellt wird, dafs sein Boden höchstens 3 cm von der Brennermündung der Lampe entfernt ist. Man erhält bei dieser Tiegelvercokung Rückstände, deren Beschaffenheit zu folgender von A. Schondorff[1]) präcisierten Klassifikation geführt hat.

Die freie Oberfläche des im Platintiegel hergestellten Cokekuchens zeigt sich

rauh	überall od. doch bis nahe zum Rande locker .	I. Sandkohle.
feinsandig	fest gesintert, nur in der Mitte locker . .	II. gesinterte Sandkohle
schwarz	überall fest gesintert .	III. Sinterkohle
grau und fest, knospenartig aufbrechend		IV. backende Sinterkohle
glatt metallglänzend und fest . .		V. Backkohle.

Die Gruppen II und IV sind Mittelstufen zwischen den 3 Hauptgruppen I, III und V.

[1]) Ztschr. für d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuss. Staate. Band 22 pag. 135 u. ff.

Von den Kohlen der fünf Gruppen eignen sich diejenigen der Gruppe V vorzugsweise für die Vercokung, Gaserzeugung und Schmiedefeuerung, und zwar wird man für die Vercokung Kohlen mit möglichst hoher, für die Gasbereitung solche mit möglichst niedriger Cokeausbeute zu wählen haben. Backende Sinterkohlen können, wenn auch nicht immer mit gleichem Vorteil dieselbe Verwendung finden. Gute, an flüchtigen Bestandteilen reiche Gaskohlen sind meist wenig blähende Backkohlen oder, wie die Cannelkohlen, backende Sinterkohlen, seltener Sandkohlen. Die Kohlen der drei ersten Gruppen eignen sich zu Feuerungszwecken.

Für die Höhe der Cokeausbeute läfst sich eine bestimmte Grenze für jede der fünf Gattungen, wie dies Gruner gethan hat, nicht mit Sicherheit aufstellen, da die Kohlen je nach dem Vorkommen in verschiedenen Kohlenbecken verschiedene Cokeausbeuten liefern.

So gibt Schondorff für Saarkohlen und Muck für Ruhrkohlen folgende Grenzen an:

	Saarkohlen	Ruhrkohlen
Backkohlen	60,93 — 71,80 %,	70 — 87 %
Backende Sinterkohlen . .	60,35 — 70,66 „	um 70 »
Sinterkohlen	56,44 — 74,76 „	über 87 »
Gesinterte Sandkohlen . .	59,89 — 71,02 „	
Sandkohlen	59,34 — 81,95 „	

Weitergehende Klassifikationen als die Schondorff's, welch letztere nur auf das äufsere Aussehen der nach bestimmten Regeln gewonnenen Vercokungsproben basiert sind, können keinen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit machen.

Von den obigen Kohlengattungen streng zu unterscheiden sind die Kohlenarten, welche zu den Kohlengattungen etwa in derselben Beziehung stehen wie die Mineralien zu den daraus bestehenden Felsarten, und von Schondorff und Muck in folgender Weise charakterisiert wurden:

Die Glanzkohle besitzt tiefschwarze Farbe, lebhaften Glasglanz, meist grofse Sprödigkeit und ausgezeichnete Spaltbarkeit. Sie findet sich in allen Etagen, tritt in den älteren Flötzen als Sand-, Sinter- und Backkohle auf, während sie in jüngeren Flötzen wohl nie Sand- oder Sinterkohle, sondern mehr oder weniger backend ist. Sie pflegt meist aschenärmer als die anderen Kohlenarten zu sein. Der Kohlenstoffgehalt der Glanzkohle geht selten unter 80%

[1]) Ann. d. Mines 1873 p. 169.

herab, steigt zuweilen weit über 90% und erreicht bei sehr anthrazitischen Kohlen wohl 98%.

In inniger Verwachsung mit der Glanzkohle tritt die Mattkohle (auch Streifkohle) auf, meist in dünnen Schichten mit jener wechselnd. Die Mattkohle, welche durch allmähliches Verschwinden der Streifung in die Cannelkohle übergeht, ist nur wenig (höchstens mattfett-) glänzend, grauschwarz bis bräunlichgrau, besitzt viel gröfsere Festigkeit wie die Glanzkohle, ist fühlbar leichter wie die Glanzkohle und gibt beim Anschlagen einen beinahe holzartigen Klang. Der Bruch ist uneben bis muschelig. Die Mattkohle hat meist einen niedrigeren Gehalt an Kohlenstoff, dafür aber einen höheren Gehalt an Wasserstoff und Sauerstoff, namentlich an disponiblem Wasserstoff. Sie liefert eine namhaft niedrigere Cokeausbeute als die Glanzkohle.

Die Mattkohle ist stets Sinter-, höchstens backende Sinterkohle.

Die Cannelkohle steht der Mattkohle sehr nahe. Sie hat einen nahezu ebenflächigen bis flachmuscheligen Bruch, ist grau bis sammetschwarz, politurfähig und erinnert auf dem Bruch an mattgeschliffenes Ebenholz. Die mikroskopische Untersuchung läfst nur selten die organisch-zellige Struktur erkennen. Die chemische Zusammensetzung ist die einer sehr wasserstoffreichen, namentlich sehr viel disponiblen Wasserstoff und daher wenig Sauerstoff enthaltenden Mattkohle. Sie ist sehr leicht entzündlich und brennt, angezündet, mit lebhafter Flamme fort. Hinsichtlich der Backfähigkeit verhält sie sich wohl überall wie Sinter- oder backende Sinterkohle. Der Aschengehalt ist meist ein hoher.

Von der eigentlichen Cannelkohle sind wohl zu unterscheiden die in ihrem Aussehen ähnliche, jedoch nicht zu den eigentlichen Steinkohlen zählende Pseudocannelkohle [1]), die Boghead- und die böhmische Blattel- (oder Platten-) Kohle.

Die Faserkohle zeigt deutliche Pflanzenstruktur und bildet meist nur dünne, aus regellosen Lagen bestehende Flächen. Sie ist grauschwarz bis sammetschwarz, dabei seideglänzend und abfärbend stets vollkommene Sandkohle und gibt eine hohe Cokeausbeute.

Brandschiefer sind mit Kohlensubstanz mehr oder weniger imprägnierte Thonschiefer, welche sich durch ihren Aschenreichtum auszeichnen. Sie enthalten sehr viel disponiblen Wasserstoff und geben daher beim Erhitzen sehr viel Kohlenstoff in flüchtiger Form ab.

Aus diesen verschiedenen Kohlenarten setzen sich in sehr wechselnden Mengenverhältnissen die von Schondorff aufgestellten 5 Kohlengattungen zusammen.

Die Verwitterung und Selbstentzündung der Kohle.

Bei dem Liegen der Kohle an der Luft gehen durchgreifende Änderungen vor sich. Es läfst sich aus der obigen Annahme über die Konstitution der Kohle leicht eine Vorstellung von den vielfach schon besprochenen Verwitterungserscheinungen der Kohlen gewinnen. Diese bestehen darin, dafs durch Aufnahme von Sauerstoff der in den Seitengruppen enthaltene lose gebundene Kohlenstoff zu Kohlensäure und der leicht oxydierbare disponible Wasserstoff zu Wasser oxydiert wird. Die die Verwitterung bedingenden Einzelvorgänge lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen: [1])

I. »Die Verwitterung ist eine Folge einer Aufnahme von Sauerstoff, welcher einen Teil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der Steinkohlen zu Kohlensäure und Wasser oxydiert, andernteils direkt in die Zusammensetzung der Kohle eintritt.«

II. »Der Verwitterungsprozefs beginnt mit einer Absorption von Sauerstoff. Erwärmen sich infolge dieses oder eines andern Vorgangs (Oxydation von Schwefelkies) die Kohlen während der Lagerung, so tritt nach Mafsgabe der Temperaturerhöhung eine mehr oder weniger energische chemische Reaktion des Sauerstoffs auf die verbrennliche Substanz der Kohlen ein, andernfalls verläuft der Oxydations- (Verwitterungs-) Prozefs so langsam, dafs sich in der Mehrzahl der Fälle die innerhalb Jahresfrist eintretenden Veränderungen technisch wie analytisch kaum mit Sicherheit feststellen lassen.«

III. »Die Feuchtigkeit als solche hat direkt keinen Einflufs auf die Verwitterung. Gegenteilige Beobachtungen werden sich immer auf den Umstand zurückführen lassen, dafs manche, besonders an leicht zersetzbarem Schwefelkies reiche, oder in

[1]) Vgl. Journ. f. Gasbel. 88 S. 280.

[1]) Richters: Dingl. polyt. J. 196 pag. 317 u. ff.

Berührung mit Wasser bald zerfallende Kohlen sich unter gleichen Verhältnissen im feuchten Zustand ausnahmsweise rascher erhitzen als im trocknen.«

IV. »So lange die Temperaturerhöhung gewisse Grenzen (170—190 °) nicht übersteigt, treten bei der Verwitterung bemerkenswerte Gewichtsverluste nicht ein; das Verhalten der Kohle zum Sauerstoff läfst vielmehr geringe Gewichtszunahmen annehmbar erscheinen.«

V. »Für die Erklärung der Abnahme des Brennwerthes, der Cokeausbeute, der Backfähigkeit und des Vergasungswertes, bedarf es nicht der von mehreren Seiten unterstellten Annahme einer »neuen Gruppierung der Atome«. Vielmehr erklären sich die angedeuteten Verschlechterungen hinreichend aus der absoluten und relativen Abnahme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs und der absoluten Zunahme des Sauerstoffs, die infolge der Verwitterung eintritt.«

Richters zeigte, dafs bei Erhitzung (also langsamer Oxydation) trockner Kohlen auf 180 bis 200° eine Gewichtszunahme eintritt, und zwar bei 6 Proben a) bis f) wie folgt.

Nach 12-stündigem Erhitzen Zunahme:

a) um 4,24 %; b) um 4,45 %; c) um 4,07 %.

Nach 20-stündigem Erhitzen Zunahme:

d) um 4,62 %; e) um 3,92 %; f) um 3,24 %.

Die prozentuale Veränderung, welche dabei stattfindet zeigt beistehende Tabelle.

Kohle	Ursprüngliche trockene Kohle				Erhitzte Kohle				Spec. Gew.	
	C.	H.	O+N.	Asche	C.	H.	O+N.	Asche	vor	nach
a	84,69	3,97	5,33	6,01	78,44	2,62	13,50	5,44	1,327	1,495
b	84,03	3,57	7,10	5,30	78,14	2,72	13,62	5,52	1,319	1,496
c	86,99	4,26	4,97	3,78	77,98	2,55	14,28	5,19	1,280	1,479
d	81,52	4,34	10,44	3,70	72,66	2,39	21,93	3,02	1,288	1,469
e	82,12	4,64	10,88	2,36	74,32	2,82	20,75	2,11	1,275	1,453
f	79,59	4,74	10,75	4,92	70,84	2,63	21,50	5,03	1,299	1,471

Die Ursachen der Selbstentzündung der Kohlen sind ebenfalls auf die bei verwitternden Kohlen stattfindende Oxydation infolge der Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft zurückzuführen. Es ist ferner zu bemerken, dafs aufser dem Sauerstoff der Schwefelkies in Verbindung mit Feuchtigkeit, jedoch nur in geringem Mafse zur Selbstentzündung beiträgt, da seine Mengen zu gering sind, um die hierzu nötigen Wärmemengen zu liefern. Die Annahme, dafs in den Kohlen eingeschlossene leicht entzündliche oder gar selbstentzündliche Gase eine Entzündung bewirken könnten, ist vollkommen widerlegt. Im allgemeinen hängt die Entzündlichkeit von denselben Ursachen ab, wie die Verwitterung, nämlich von einer starken Sauerstoffabsorption durch die Kohle. Die Entzündlichkeit der Kohlen wird im allgemeinen begünstigt durch eine grofse Flächenanziehung, durch eine kleine Stückgröfse, sowie durch hohe Lagerung der Kohlen.

Als Mittel gegen die Selbstentzündung sind daher anzuwenden: Vermeidung feuchter, viel Schwefelkies enthaltender Kohlen, Vermeidung von Ventilation durch die Kohlenlager hindurch sowie Vermeidung zu grofser Schichthöhe. Die früher häufig angewendete Anbringung von Luftschächten hat sich als schädlich erwiesen, weil hierdurch nicht eine Abkühlung der Kohle im allgemeinen bewirkt, sondern nur die Erhitzung durch lokale Sauerstoffzufuhr begünstigt wird.

Steinkohlen-Statistik.

Mit dem Emporblühen der Industrie hat auch die Menge der geförderten Steinkohle von Jahr zu Jahr eine stete Zunahme erfahren.

In welcher Weise die Kohlenförderung in den letzten 19 Jahren gestiegen ist, zeigt nachstehende Tabelle. Die angeführten Zahlen sind Millionen Tonnen (je 1000 kg).

	1870	1873	1879	1883	1886	1887	1888	1889
Grofsbritannien	112,2	129,0	135,8	166,4	160,0	164,7	172,6	179,7
Verein. Staaten	30,7	51,3	63,8	104,5	102,3	117,9	134,8	134,4
Deutschland .	34,0	46,1	53,5	70,4	73,7	76,2	81,9	84,9
Frankreich . .	13,1	17,5	17,1	21,3	19,9	21,3	22,6	24,6
Belgien . . .	13,7	15,8	15,4	18,2	17,3	18,4	19,2	19,8
Österreich . .	8,3	11,9	14,9	19,4	20,8	21,9	23,8	25,0
	212,0	271,6	300,5	400,2	394,0	420,4	454,9	468,4

Die gesamte Kohlenförderung hat sich also im Laufe von 19 Jahren mehr als verdoppelt.

Die einzelnen Staaten Deutschlands nehmen an dessen gesamter Kohlenförderung in folgender Weise Anteil:

	1890		1889	
	Menge t	Wert M.	Menge t	Wert M.
Steinkohlen				
Preufsen				
Oberbergamtsbezirk:				
Breslau . . .	20075620	110216017	19000875	82493300
Halle	23121	236293	25469	249863
Clausthal . . .	627911	5178871	572993	4183134
Dortmund . .	35469290	282441997	33855110	184971273
Bonn	8177874	81450435	7982544	60683489
Bayern	790615	8274453	810658	7653133
Sachsen	3958178	39951439	4084844	36591676
Elsafs-Lothringen	774670	7694816	720607	5843365
Übrige Staaten .	141767	1321779	134043	1100469
Deutsches Reich	70039046	536766100	67187143	383769702
Braunkohlen				
Preufsen				
Oberbergamtsbezirk:				
Breslau . . .	448480	1592899	486523	1633250
Halle	14079207	36082089	12862727	31844891
Clausthal . . .	280973	1029092	226753	810866
Bonn	661590	1124627	629044	1039126
Bayern	10121	50308	6303	27984
Sachsen	809573	2420575	821589	2423892
Hessen	168749	642370	123802	615173
Braunschweig . .	567578	1752777	519743	1427677
Sachsen-Altenburg	1081116	2143586	1030249	1910288
Anhalt	868054	2546962	867941	2432646
Übrige Staaten .	37031	121390	26792	94687
Deutsches Reich	19012481	49506675	17601466	44260480

Die Kohlenmengen, welche zur Gaserzeugung dienen, betragen einen verhältnismäfsig nur geringen Teil der gesamten Steinkohlenförderung. Nach einer umfassenden Statistik bestanden im Jahre 1884 in Deutschland 577 Städte mit Gaswerken, welche zusammen rund 510 Millionen Kubikmeter Gas erzeugten, was einem durchschnittlichen Kohlenverbrauch von 1700000 t entspricht. Es sind dies nur 2,3 % der in diesem Jahre in Deutschland überhaupt geförderten Kohlenmenge. Von Interesse ist es ferner, zu sehen, in welcher Weise die verschiedenen Kohlenbecken an der Lieferung dieser gesamten Kohlenmenge beteiligt sind.

Es lieferten

Schlesien . .	546500	Tonnen	=	32,1 %
Westfalen .	485000	»	=	28,5
England . .	278500	»	=	16,4
Saarbrücken .	235500	»	=	13,8
Sachsen . .	134000	»	=	7,9
Böhmen . .	10500	»	=	0,7
Belgien . .	10000	»	=	0,6
	1700000	Tonnen	=	100 %.

Wie zu ersehen, liefert Schlesien den gröfsten Anteil an Gaskohlen. Läfst man die aufserdeutschen Kohlen aufser Betracht, so betrug der Verbrauch an deutschen Gaskohlen im Jahre 1884 sogar nur 2 % der gesamten Steinkohlenförderung in Deutschland.

Die Zahl der Steinkohlensorten, wie sie im Jahre 1886 auf 160 der gröfsten Gaswerke Deutschlands zur Verwendung kamen, gibt Bunte[1]) folgendermafsen an:

Es wurden 71 verschiedene Steinkohlensorten vergast, und zwar:

Schlesische Kohlen .	11	Sorten	in	52	Werken
Westfälische Kohlen	24	»	»	156	»
Englische Kohlen .	16	»	»	26	»
Saarkohlen	6	»	»	37	»
Sächsische Kohlen .	10	»	»	36	»
Böhmische Kohlen .	4	»	»	12	»

Im einzelnen stellt sich der Verbrauch an deutschen Gaskohlen (unter Ausschlufs der Zusatzkohlen zur Aufbesserung der Leuchtkraft) im Jahre 1886 wie folgt:

I. Schlesische (mährische) Kohlen.

		Zahl der Werke	Tonnen
a) Oberschlesien:	Königin Louise . . .	17	263512
	Florentine	2	10689
	Mathilde	1	9750
	Guido	3	8504
	Orzesche	6	4670
	Deutschland	1	3838
b) Niederschlesien:	Glückhilfgrube bei Hermsdorf . . .	14	128682
	Friedenshoffnung .	1	3000
	Weissenstein . . .	1	915
c) Ostrau-Karwiner Kohlen:	Karwin . .	2	30227
	Ostrau . .	4	22338
	Zusammen 487674 t.		

II. Westfälische Kohlen.

	Zahl der Werke	Tonnen
1. Rhein-Elbe-Alma	15	53650
2. Consolidation	16	36918
3 Hannibal	11	27017
4. Wilhelmine Victoria	9	25908
5. Pluto	8	23070
6. Zollverein	9	22941
7. Hibernia	11	20703
8. Unser Fritz	7	18720
9. Königsgrube bei Wanne	7	15779
10. Bonifacius	5	14570
11. Holland bei Wattenscheid	8	14413
12. Dahlbusch	9	12645
13. Hansa	8	11021
14. Hugo	5	6980

[1]) Bunte: Zur Kenntnis der deutschen Gaskohlen. Journ. f. Gasbeleuchtung 1888 S. 861.

Mit geringeren Beträgen die Zechen: Friedrich der Grofse (6 Werke), Ewald (6 Werke), Bismark (4 Werke), Königin Elisabeth (3 Werke), Mont Cenis (3 Werke), Prosper (2 Werke), Westphalia, Nordstern, Wilhelm, Graf Moltke (je 1 Werk).

Zusammen 24 Sorten mit 330648 t.

III. Saarkohlen.

	Zahl der Werke	Tonnen
Heinitz-Dechen	29	108682
Altenwald	3	17742
Maybach	2	3750

Je 1 Werk: St. Ingbert, Sulzbach, Dudweiler.

Zusammen 134225 t.

IV. Sächsische Kohlen.

	Zahl der Werke	Tonnen
Zwickau Oberhohndorf Wilhelmsschacht	7	38884
» Vereinsglück	4	14834
Erzgebirgischer Verein, Vertrauensschacht	4	10800
Brückenbergschacht	4	9456
Vereinigt Feld Bokwa-Hohndorf	6	9349
Bürgergewerkschaft	5	4600

Morgenstern (3 Werke) und Glückauf (1 Werk), Dresdener Becken, Burgk'sche Kohlen 17757 t, Dohlen-Potschappel (1 Werk).

Zusammen 10 Sorten, 113235 t.

V. Böhmische Kohlen.

	Zahl der Werke	Tonnen
Mariaschacht	6	8820
Turn und Taxis	3	4602
Sulkow	2	2187
Buschtiehrad Kladno	1	—

Zusammen 16162 t, 4 Sorten.

Den gröfsten Anteil an obigen Gaskohlen liefern sonach in Schlesien die Gruben »Königin Louise« und die »Glückhilfgrube«. In hervorragendem Mafse ist auch die Saarkohle, Grube »Heinitz-Dechen«, beteiligt.

Die zur Gasbereitung dienenden Kohlen.

Für die Zwecke der Gasbereitung teilt man die Kohlen in eigentliche »Gaskohlen« und »Zusatzkohlen« ein. Gaskohlen fallen meist in die Klasse IV der Schondorffschen Einteilung und sind backende Sinterkohlen. Sie liefern bei der Vercokung meist zwischen 60 und 70% Coke, selten weniger; der Cokekuchen ist wenig gebläht, grau und fest, knospenartig aufbrechend. Der Gehalt dieser Kohlen an Kohlenstoff schwankt (auf Kohlensubstanz bezogen) zwischen 80 und 87%; der Wasserstoff bewegt sich in sehr engen Grenzen zwischen 5,1 und 6,1%; es sind dies nicht diejenigen Kohlen, welche die gröfste Gasausbeute liefern, sondern es sind solche Sorten für die Gasbereitung bevorzugt, welche neben einer hohen Gasausbeute auch noch gute Coke liefern.

Die Zusatzkohlen sollen viel Gas, und namentlich Gas von hoher Leuchtkraft liefern. Es hängt diese Eigenschaft von einem hohen Gehalt der Kohle an Wasserstoff und speziell an disponiblem Wasserstoff ab, welcher meist von einem hohen Gehalt an Bitumen bedingt ist. Unter »Bitumen« versteht man im allgemeinen ölige oder harzartige Substanzen, welche mit dem Erdöl resp. Asphalt in gewissem Zusammenhang stehen. Nach den neuesten Forschungen[1]) ist die Entstehung von Erdöl wie Bitumen darauf zurückzuführen, dafs tierische Reste (Saurier, Fische, Mollusken), welche sich in Massen auf dem Meeresboden ablagerten, unter Mitwirkung der Erdwärme durch allmähliche Destillation Öle gebildet haben, welche sich teils in unterirdischen Becken ansammelten, teils in die auflagernden Erdschichten eindrangen und so die »bituminösen Schiefer« erzeugten. Die namentlich an Fischen oft äufserst reichen Ablagerungen, welche sich gerade in Begleitung von bituminösen Kohlen vorfinden, sowie die Thatsache, dafs auf experimentellem Wege aus tierischen Produkten Öle erhalten wurden, welche dem Rohpetroleum durchaus ähnlich sind, lassen diese Annahme als äufserst glaubwürdig erscheinen. An Bitumen besonders reich und deshalb als Zusatzmaterial sehr geschätzt sind: die Bogheadkohle, die Cannelkohle, die bituminösen Schiefer und gewisse Braunkohlen.

Als Zusatzmaterialien finden in der Gasindustrie aufserdem Verwendung: Petroleum und Petroleumdestillate, Asphalt, Teer, Teerdestillate, Pechrückstände, Destillate des Braunkohlenteers, Fettabfälle, Knochen und Holz, jedoch ist die Anwendung dieser letzteren Materialien eine beschränkte.

---

[1]) Höfer: Das Erdöl und seine Verwandten. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1888.

Analysen von Gaskohlen und Zusatzkohlen.

Die folgende Tabelle gibt die chemische Zusammensetzung von 38 Sorten Gaskohlen, welche hauptsächlich in deutschen Gaswerken verwendet werden, und zwar geographisch geordnet nach den verschiedenen Kohlenbecken in Schlesien, Rheinland-Westphalen, Sachsen, Böhmen und der Saar. Die einzelnen Zahlenwerte der Tabelle geben in der ersten Abteilung die Elementarzusammensetzung der Rohkohle, wie sie in lufttrockenem Zustand zur Verwendung kommt; es ist angegeben der Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel, Stickstoff, Wasser (d. i. bei 100° entweichende Feuchtigkeit) und Asche. Daneben findet sich der Gehalt der Rohkohle an Kohlensubstanz, d. h. dem eigentlich wertvollen Teil der Kohle nach Abzug der wertlosen und wechselnden Mengen Wasser und Asche in der Rohkohle. — Im nächsten Abschnitt der Tabelle ist die Zusammensetzung der Kohlensubstanz, also wasser- und aschefrei gedachter Kohle, angegeben.

Chemische Zusammensetzung der wichtigsten deutschen Gaskohlen.[1])

Kohlen-Zeche.	Elementar-Zusammensetzung.											Vercokung.								
	100 Teile Rohkohle enthalten:								100 Teile Kohlensubstanz enthalten:			100 Teile Rohkohle geben:			100 Teile Kohlensubstanz geben:		100 Teile flüchtiger Bestandteile enthalten:			100 Teile Coke enthalten Asche
	Kohlenstoff C	Wasserstoff H	Sauerstoff O	Schwefel S	Stickstoff N	Wasser H_2O	Asche	Kohlensubstanz	C	H	O + S + N	Coke	Fixen Kohlenstoff	Flüchtige Bestandteile	Coke	Flüchtige Bestandteile	C	H	O + S + N	
Schlesische Kohlen.																				
Oberschlesien:																				
Guidogrube . . .	80,37	4,86	7,12	0,94	1,32	2,75	2,64	94,61	84,95	5,14	9,91	65,3	62,66	31,95	**66,23**	33,77	55,43	15,21	29,36	4,04
Königin-Louisengrube	79,79	4,92	7,01	0,80	1,37	2,19	3,92	93,89	84,98	5,24	9,78	66,0	62,08	31,81	**66,12**	33,88	55,67	15,47	28,86	5,94
Königin-Louisengrube Pochhamer Flötz	79,72	4,89	7,26	0,71	1,38	2,88	3,16	93,96	84,85	5,20	9,95	64,8	61,64	32,32	**65,60**	34,40	55,94	15,13	28,93	4,88
Königin-Louisengrube Poremba Flötz	80,29	4,87	6,71	0,71	1,46	2,43	3,53	94,04	85,38	5,18	9,44	64,6	61,07	32,97	**64,94**	35,06	58,30	14,77	26,93	5,46
Deutschlandgrube .	79,67	4,88	7,47	0,89	1,27	2,93	2,89	94,18	84,59	5,18	10,23	63,8	60,91	33,27	**64,67**	35,33	56,39	14,67	28,94	4,53
Florentine . . .	77,27	4,75	8,99	0,60	1,27	4,14	2,98	92,88	83,20	5,11	11,69	62,5	59,52	33,36	**64,08**	35,92	53,21	14,24	32,55	4,77
Orzesche	74,04	5,20	8,85	1,15	1,33	3,55	5,88	90,57	81,75	5,74	12,51	59,7	53,82	36,75	**59,42**	40,58	55,02	14,15	30,83	9,85
Niederschlesien:																				
Glückhilfgrube Wrangel und v. d. Haydtschacht .	79,72	4,77	4,00	1,19	1,07	2,05	6,74	91,21	87,40	5,23	7,37	68,8	62,06	29,15	**68,04**	31,96	60,58	16,37	23,05	9,80
Friedenshoffnunggrube	79,88	4,98	5,58	1,25	1,14	1,35	5,82	92,83	86,05	5,36	8,59	66,9	61,08	31,75	**65,80**	34,20	59,21	15,69	25,10	8,70
Ostrau-Karwiner Gaskohle . . .	76,98	4,94	6,82	0,84	1,09	1,95	7,38	90,67	84,90	5,45	9,65	65,8	58,42	32,25	**64,43**	35,57	57,55	15,32	27,13	11,22
Dombrauer Gaskohle	79,10	5,08	7,18	0,82	1,20	2,45	4,17	93,38	84,71	5,44	9,85	62,8	58,63	34,75	**62,79**	37,21	58,91	14,62	26,47	6,64

[1]) Nach Bunte, Journ. f. Gasbel 1888. S. 863 u. ff.

Kohlen-Zeche.	Elementar-Zusammensetzung.											Vercokung.								
	100 Teile Rohkohle enthalten:								100 Teile Kohlensubstanz enthalten:			100 Teile Rohkohle geben:			100 Teile Kohlensubstanz geben:		100 Teile flüchtiger Bestandteile enthalten:			100 Teile Coke enthalten Asche
	C	H	O	S	N	H_2O	Asche	Kohlensubstanz	C	H	O + S + N	Coke	Fixen Kohlenstoff	Flüchtige Bestandteile	Coke	Flüchtige Bestandteile	C	H	O + S + N	
Westfälische Kohlen.																				
Rhein-Elbe-Alma .	79,82	4,96	4,79	0,82	1,25	3,00	5,36	91,64	87,10	5,41	7,49	69,9	64,54	27,10	**70,43**	29,57	56,39	18,30	25,31	7,67
Pluto	71,93	4,51	5,30	1,56	1,32	2,42	12,96	84,62	85,00	5,33	9,67	72,1	59,14	25,48	**69,89**	30,11	50,20	17,70	32,10	17,98
Bonifacius . . .	73,28	4,63	4,93	1,50	1,46	2,74	11,46	85,80	85,41	5,40	9,19	70,2	58,74	27,06	**68,46**	31,54	53,73	17,11	29,16	16,32
Wilhelmine Victoria	75,85	4,74	5,81	0,92	1,46	2,60	8,62	88,78	85,44	5,34	9,22	69,4	60,78	28,00	**68,46**	31,54	53,82	16,93	29,25	12,42
Hannibal	76,20	4,80	5,31	1,68	1,42	2,20	8,39	89,41	85,22	5,37	9,41	69,3	60,91	28,50	**68,12**	31,88	53,65	16,84	29,51	12,11
Consolidation . .	78,94	5,21	5,19	0,88	1,52	1,64	6,62	91,74	86,05	5,68	8,27	69,0	62,38	29,36	**68,00**	32,00	56,40	17,75	25,85	9,59
Hibernia	82,97	5,08	5,29	0,81	1,53	2,10	2,22	95,68	86,72	5,31	7,97	67,2	64,98	30,70	**67,91**	32,09	58,60	16,55	24,85	3,30
Zollverein	83,33	5,11	5,76	1,20	1,58	0,97	2,05	96,98	85,93	5,27	8,80	67,8	65,75	31,23	**67,80**	32,20	56,29	16,36	27,35	3,02
Dahlbusch . . .	81,04	5,20	5,04	0,82	1,57	2,12	4,21	93,67	86,52	5,55	7,93	67,6	63,39	30,28	**67,67**	32,33	58,29	17,17	24,54	6,23
Unser Fritz . . .	74,80	4,75	6,10	0,85	1,39	2,46	9,65	87,89	85,11	5,40	9,49	68,4	58,75	29,14	**66,85**	33,15	55,08	16,30	28,62	14,11
Königsgrube . . .	78,93	5,11	5,74	0,94	1,42	2,00	5,86	92,14	85,66	5,55	8,79	66,7	60,84	31,30	**66,03**	33,97	57,80	16,32	25,88	8,79
Hansa	79,16	5,16	5,67	1,85	1,53	1,95	4,68	93,37	84,78	5,53	9,69	66,0	61,32	32,05	**65,67**	34,33	55,66	16,10	28,24	7,09
Holland	77,81	4,96	6,77	1,47	1,48	1,40	6,11	92,49	84,13	5,36	10,51	66,6	60,49	32,00	**65,40**	34,60	54,12	15,50	30,38	9,17
Hugo	79,73	5,22	6,75	0,88	1,43	1,65	4,34	94,01	84,81	5,55	9,64	65,7	61,36	32,65	**65,27**	34,73	56,26	15,99	27,75	6,61
Friedrich der Grofse	79,66	5,13	5,90	1,32	1,65	1,98	4,36	93,66	85,05	5,48	9,47	65,0	60,64	33,02	**64,75**	35,25	57,60	15,54	26,86	6,71
Bismarck	68,15	4,46	6,54	1,56	1,26	5,10	12,93	81,97	83,14	5,44	11,42	65,4	52,47	29,50	**64,01**	35,99	53,16	15,12	31,72	19,77
Ewald	77,38	5,04	5,57	0,82	1,54	2,78	6,87	90,35	85,64	5,58	8,78	63,0	56,13	34,22	**62,13**	37,87	62,10	14,73	23,17	10,90
Saarkohle.																				
Heinitz I.	77,29	4,97	7,48	0,72	1,06	2,00	6,48	91,52	84,45	5,43	10,12	66,4	59,92	31,60	**65,47**	34,53	54,97	15,73	29,30	9,76
Sächsische Kohlen.																				
Plauen'scher Grund von Burgk'sche Kohlenwerke . .	69,29	4,73	5,35	1,73	1,32	4,00	13,58	82,42	84,07	5,74	10,19	64,0	50,42	32,00	**61,17**	38,83	58,97	14,78	26,25	21,22
Hohndorf - Bokwa. Vereinigtes Feld	73,51	4,74	7,26	1,21	1,21	8,60	3,47	87,93	83,60	5,39	11,01	59,1	55,63	32,30	**63,27**	36,73	55,36	14,67	29,97	5,87
Erzgebirgischer Verein	67,87	4,89	7,88	1,05	1,20	6,93	10,18	82,89	81,88	5,90	12,22	58,9	48,72	34,17	**58,78**	41,22	56,04	14,31	29,65	17,01
Vereinsglück Zwickau	72,55	4,81	8,48	0,78	1,21	8,85	3,32	87,83	82,60	5,48	11,92	54,2	50,88	36,95	**57,93**	42,07	58,65	13,02	28,33	6,13
Zwickau - Brückenbergschacht . .	73,27	5,42	7,08	1,27	1,27	6,72	4,97	88,31	82,97	6,14	10,89	56,0	51,03	37,28	**57,78**	42,22	59,66	14,54	25,80	8,88
Zwickau - Oberhohndorf Wilhelmsschacht	72,70	5,03	7,92	0,89	1,27	8,15	4,04	87,81	82,79	5,73	11,48	54,4	50,36	37,45	**57,35**	42,65	59,65	13,43	26,92	7,43
Bürgergewerkschaft	68,75	4,91	7,70	2,13	1,22	7,79	7,50	84,71	81,16	5,80	13,04	54,9	47,40	37,31	**55,96**	44,04	57,22	13,16	29,62	16,66
Böhmische Kohlen.																				
Sulkow	72,59	4,92	7,81	0,73	1,35	6,80	5,80	87,40	83,06	5,63	11,31	58,6	52,80	34,60	**60,41**	39,59	57,20	14,22	28,58	9,90
Thurn u. Taxis . .	71,97	5,36	8,11	0,71	1,36	5,61	6,88	87,51	82,24	6,13	11,63	56,6	49,72	37,79	**56,82**	43,18	58,88	14,18	26,94	12,16

Chemische Zusammensetzung in deutschen Gasanstalten gebräuchlicher Zusatzkohlen.

	Bezeichnung und Herkunft	Elementare Zusammensetzung: 100 Teile Rohkohle enthalten: Kohlenstoff C	Wasserstoff H	Sauerstoff C	Schwefel S	Stickstoff N	Wasser bei 110°	Asche	Gehalt der Rohkohle an Kohlensubstanz	100 Teile Kohlensubstanz enthalten: Kohlenstoff C	Wasserstoff H	Sauerstoff O (inkl. S + N)	disponiblen Wasserstoff H	Vercokung: 100 Teile Rohkohle liefern: Coke	fixen Kohlenstoff	flüchtige Bestandteile ohne hygroskopisches Wasser	100 Teile Kohlensubstanz liefern: fixen Kohlenstoff	flüchtige Bestandteile	100 Teile flüchtige Bestandteile enthalten: Kohlenstoff C	Wasserstoff H	Sauerstoff O (inkl. S + N)
Deutsche Zusatz-Kohlen	Consolidation Cannel Gaswerk Karlsruhe . . .	80,88	5,70	5,62	1,23	1,27	0	5,30	94,70	85,41	6,02	9,62	**4,82**	60,60	55,30	39,40	**58,39**	41,61	64,24	12,47	20,59
	Böhm. Plattelkohle Würfel, Gaswerk München . .	59,96	5,56	7,93	1,08	1,00	3,23	21,24	75,53	79,38	7,36	13,26	**5,70**	52,13	30,89	44,64	**40,90**	59,10	65,11	12,45	22,44
	Böhm. Plattelkohle Stücke, Gaswerk München . .	60,07	5,00	7,76	1,16	1,16	3,04	21,15	75,81	79,24	7,46	13,30	**5,80**	51,99	30,84	44,97	**40,68**	59,32	65,00	12,58	22,42
	Böhmische Braunkohle (Falkenau), Gaswerk Karlsruhe	63,50	6,38	8,41	3,12	0,41	10,75	7,43	81,82	77,61	7,80	14,59	**6,00**	31,68	24,25	57,57	**29,64**	70,36	68,18	11,08	20,74
	Böhmische Braunkohle (Falkenau) Gaswerk München	63,51	6,80	8,15	3,19	0,51	9,00	8,74	82,26	77,33	8,27	14,40	**6,47**	28,77	20,03	61,30	**24,34**	75,66	70,01	10,93	19,06
Ausländische Zusatz-Kohlen	Tyne Boghead Cannel Gaswerk Darmstadt . . .	73,09	5,73	5,66	0,67	1,29	0,15	13,41	86,44	84,55	6,63	8,82	**5,53**	60,22	46,81	39,68	**54,15**	45,85	66,30	14,46	19,24
	Tyne Boghead Cannel Gaswerk Karlsruhe . . .	67,35	5,35	3,79	3,27	1,01	0	19,23	80,77	83,37	6,62	10,01	**5,37**	61,20	41,97	38,80	**51,96**	48,05	65,38	13,78	20,84
	Kilbride, Cannel Gaswerk Karlsruhe	74,54	6,38	9,20	0,66	1,43	4,46	3,33	92,21	80,84	6,92	12,24	**5,39**	46,46	43,13	53,84	**46,77**	53,23	64,01	13,00	22,99
	Plidderie Cannel, Gaswerk Altona	76,61	6,75	7,25	0,66	1,24	1,77	5,72	92,51	82,82	7,29	9,89	**6,04**	46,79	41,07	53,21	**44,40**	55,60	69,10	13,11	17,79
	Earl of Hopetown Cannel, Gaswerk Altona . . .	74,91	6,07	7,87	1,61	1,26	4,83	3,45	91,72	81,67	6,62	11,71	**5,16**	43,72	40,27	56,28	**43,84**	56,16	67,36	11,79	20,85
	Earl of Hopetown Cannel, Gaswerk Darmstadt . .	76,38	6,35	6,54	2,02	1,82	1,60	5,29	93,11	82,03	6,82	11,15	**5,43**	45,37	40,08	49,34	**43,04**	56,96	68,45	11,97	19,58
	Schottische Woodville Boghead, Frankfurter Gaswerk	76,39	6,57	7,37	1,76	1,22	3,09	3,60	93,31	81,87	7,04	11,09	**5,65**	44,00	40,40	52,91	**43,30**	56,70	68,02	12,42	19,56
	Schottische Star Boghead, Frankfurter Gaswerk .	69,86	7,35	7,31	0,58	1,14	2,54	11,22	86,24	81,01	8,52	10,47	**6,21**	40,71	29,49	59,29	**34,19**	65,81	71,15	12,95	15,90
	Australische Shale Boghead, Frankfurter Gaswerk	69,81	8,43	4,35	0,54	0,81	0,29	15,77	83,94	83,17	10,04	6,79	**9,18**	30,58	14,81	69,23	**17,63**	82,37	79,57	12,19	8,24

Die Beurteilung der Analysen.

Fasst man die angeführten Analysen nach den einzelnen Kohlenbecken zusammen, so ergibt die durchschnittliche Zusammensetzung der Kohlensubstanz für die verschiedenen Kohlenbecken und Zusatzkohlen folgende mittlere Werte:

100 Teile Kohlensubstanz enthalten durchschnittlich:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff (+N+S)
Westfälische Gaskohle	85,39	5,44	9,17
Schlesische Gaskohle	84,80	5,30	9,90
Saarkohle	84,45	5,43	10,12
Böhmische Kohle	82,65	5,88	11,47
Sächsische Kohle	82,38	5,74	11,88
Böhmische Plattenkohle	81,95	7,27	10,78
Falkenauer Braunkohle	78,81	8,05	13,14

Der Sauerstoff.

Sieht man zunächst von den Beimengungen der Kohle ab und betrachtet nur die Zusammensetzung der Kohlensubstanz, so zeigt dieselbe in ihrem Sauerstoffgehalt die gröfsten Unterschiede, während der Wasserstoff auffallend gleich bleibt. Bunte hat durch eingehende Versuche, welche auch in den Versuchen von Sainte Claire Deville eine weitergehende Bestätigung fanden, auf die Beziehungen hingewiesen, in welchen der Sauerstoff zu den Eigenschaften der Gaskohlen steht. An dem Prozefs der Gasentwickelung ist der Sauerstoff nur insofern beteiligt, als er bei der trockenen Destillation Kohlensäure und Kohlenoxyd, die beiden einzigen sauerstoffhaltigen Bestandteile des Leuchtgases, bildet. Anderseits ist der Sauerstoff der Kohle auch auf die Menge der entstehenden Nebenprodukte von Einflufs, da der gröfste Teil des Sauerstoffs sich bei der trocknen Destillation der Kohle mit dem Wasserstoff zu Wasser verbindet. Es ist daher im allgemeinen von einer sauerstoffreichen Kohle zu erwarten, dafs sie mehr Kohlenoxyd, Kohlensäure und namentlich mehr Wasser bei der Vergasung liefert, als eine an Sauerstoff arme Kohle. Aber auch das sonstige Verhalten der Kohle bei der Vergasung steht, wenn auch nicht in unmittelbarer Abhängigkeit, so doch in einem gewissen Zusammenhang mit dem Sauerstoffgehalt der Kohle. Deville ging an Hand seiner Versuche so weit, dafs er die Einteilung der Gaskohlen nach ihrem Sauerstoffgehalt vornahm.

Diese Versuche ergaben in vieler Hinsicht interessante Aufschlüsse, wenn man auch mit der Einteilung in 5 streng nach dem Sauerstoffgehalt abgegrenzte »Kohlentypen«, wie sie Deville vorschlägt, nicht in jeder Hinsicht einverstanden sein kann[1]).

Der Wasserstoff liefert, zumal wenn man nur den sog. »disponiblen« Wasserstoff in Betracht zieht, gewisse Anhaltspunkte über die Menge der vergasbaren Bestandteile. Dies versteht sich leicht, wenn man erwägt, dafs, um 12 Gewichtsteile Kohlenstoff als CH_4 zu verflüchtigen, nur 4 Gewichtsteile Wasserstoff erforderlich sind. Eine Kohle, welche reich an disponiblem Wasserstoff ist, wird also auch im allgemeinen viel flüchtige Bestandteile bei der Vergasung liefern, die teils in das Gas, teils aber auch in den Teer und das Gaswasser übergehen.

Nur geringe Anhaltspunkte vermag der Kohlenstoffgehalt zu geben, da es ganz von der Menge des Wasserstoffs und Sauerstoffs abhängt, wieviel von demselben verflüchtigt werden kann. Es ist jedoch bekannt, dafs mit wachsendem Alter der Kohlen deren Prozentgehalt an Kohlenstoff zunimmt und gleichzeitig der der flüchtigen Bestandteile abnimmt.

Dem Stickstoffgehalt der Gaskohlen hat man, seit die Ammoniakgewinnung als Nebenbetrieb vieler Gasanstalten eingeführt ist, erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt; obwohl derselbe keinen direkten Mafsstab bildet für die zu erwartende Ammoniakausbeute, so kann man doch im allgemeinen von einer stickstoffreichen Kohle auch erwarten, dafs sie mehr Stickstoff bei der Destillation als Ammoniak verflüchtigt. Der Stickstoffgehalt der Kohle rührt, wie Muck annimmt, hauptsächlich aus der Luft her, welcher die Kohle allmählich den Sauerstoff entzogen hat; zum Teil stammt derselbe jedoch auch noch aus der Bildungsperiode der Steinkohle her.

Der Stickstoffgehalt der Kohlen bewegt sich in sehr engen Grenzen, meist zwischen 1 und 1½ % der Kohle.

Wenn sonach die Elementaranalyse für die Praxis zwar nur wenig direkte Anhaltspunkte bezüglich des zu erwartenden Verhaltens der Kohle bei der

[1]) Die Ergebnisse Deville's, soweit sie den Zusammenhang der Vergasungsergebnisse mit dem Sauerstoffgehalt der Kohle erkennen lassen, sind im folgenden Abschnitte zusammengestellt.

Vergasung bietet, so ist sie doch zur Kontrolle und zum Vergleich der Kohlen untereinander unerläfslich.

Allgemein pflegt man der Elementaranalyse die sog. Vercokungsprobe an die Seite zu stellen[1]). Diese Vercokung hat einerseits den Zweck, die Menge des nicht vergasbaren Rückstandes, sowie dessen Beschaffenheit zu prüfen, anderseits aus der Menge und Art der zwischen Tiegelrand und Deckel entweichenden Gase auf das Verhalten der Kohle beim Vergasen zu schliefsen. Die Menge des Cokerückstandes kann selbstverständlich nicht derjenigen entsprechen, welche im Betriebe der Gasanstalten erhalten wird, bietet jedoch ein wesentliches Merkmal zum Vergleiche verschiedener Kohlensorten.

Neben der eigentlichen Elementaranalyse und der dieselbe ergänzenden Vercokungsprobe bieten die Bestimmung von Wassergehalt, Asche, Schwefel und Stickstoff eine Reihe wertvoller Aufschlüsse über die Güte einer Kohle. — Im allgemeinen sind diese Faktoren bei ein und derselben Kohle weit gröfseren Schwankungen unterworfen als die Kohlensubstanz, welche, wie aus Buntes Untersuchungen[2]) über deutsche Gaskohlen hervorgeht, für eine und dieselbe Kohlensorte, auch wenn sie an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten untersucht wurde, nahezu gleich bleibt.

Der Wassergehalt der Kohlen äufsert auf die bei der Vergasung auftretenden gasförmigen Erzeugnisse einen schädlichen Einflufs, insofern er durch seine Zersetzung an den heifsen Retortenwänden einerseits die Temperatur und damit die Gasausbeute herabdrückt, und anderseits indem er zur erhöhten Bildung von Kohlensäure im Gase Veranlassung gibt. — Die Bestimmung des Wassergehaltes ist daher von ziemlich hoher praktischer Bedeutung. Unter Wassergehalt ist hier nur derjenige Gehalt an Feuchtigkeit verstanden, welchen die lufttrockene Kohle besitzt, und ist von der sog. „Grubenfeuchtigkeit" abgesehen. Es ist also damit derjenige Wassergehalt gemeint, den die Kohle (welche gleich anderen festen Körpern auf ihrer Oberfläche Wasserdampf zu verdichten vermag) nach einigem Verweilen an der Luft noch zurückhält. Diese von der lufttrockenen Kohle zurückgehaltenen Mengen Wasser sind zwar abhängig vom Feuchtigkeitsgehalt und der Temperatur der umgebenden Luft, aber unter gleichen Bedingungen ungleich grofs bei verschiedenen Kohlen. Diese Eigenschaft der Kohlen ist bedingt durch ihre verschieden grofse Flächenanziehung. Nach Richters wird in der Regel die „Hygroskopicität" bei den wasserstoff- und sauerstoffreichsten Kohlen am gröfsten, am geringsten aber bei den anthrazitischen Kohlen sein. Sie ist auch sehr viel gröfser bei Braunkohlen, wo sie über 20% betragen kann und bei Ligniten gröfser als bei älteren Braunkohlen, während sie bei Steinkohlen zwischen 2 und 7,5% liegt und nicht oft über 4% geht.

Die mineralischen Bestandteile der Kohle, die Asche[1]), welche teils aus dem Reste der Mineralbestandteile der Mutterpflanzen, zum gröfsten Teil aber von der die Kohle einschliefsenden Gesteinsart herrührt, ist von direktestem Einflufs auf die Gasausbeute der Kohle, indem sie deren Gehalt an eigentlicher wertvoller Kohlensubstanz bedingt. Die Erklärung für die Verschiedenartigkeit der Mineralbestandteile ergibt sich daraus, dafs die Gesteinssedimente, zwischen welchen die Kohlenflötze eingeschlossen sind, innerhalb langer und weit auseinanderliegender Zeiträume erfolgt sein müssen und gerade deshalb recht verschieden zusammengesetzt gewesen sein können.

Aufser diesen Aschebestandteilen enthält die Kohle oft eine Reihe von Substanzen, deren Vorkommen man sich durch späteres Eindringen von Lösungen (Infiltration) in die Spalten erklärt; es gehört hierzu in erster Linie der für die Gasbereitung schädliche Schwefelkies, dem die Kohle hauptsächlich ihren Schwefelgehalt verdankt.

Der Schwefel[2]) in der Kohle kann aufser als Schwefelkies noch in der Form von Sulfat (Gips) oder in organischer, noch nicht näher ermittelter Verbindung enthalten sein. Zu letzterer Annahme führt die Thatsache, dafs in den Kohlen meist nicht so viel Eisen gefunden werden kann, als zur Bindung des Schwefels zu Schwefeleisen erforderlich

[1]) Vgl. S. 3.

[2]) Bunte, Zur Kenntnis deutscher Gaskohlen. Journ. für Gasbel. 1888, S. 863 u. ff.

[1]) Vgl. Dr. F. Muck, Über Steinkohlenasche. Ad. Stumpf, Bochum 1878.

[2]) Vgl. F. Muck, Über die Bindung des Schwefels in Steinkohle und Coke. »Stahl & Eisen«, 1886, Bd. 6 S. 468.

wäre. Die Bestimmung des Schwefels ist für die Gasbereitung deshalb von hohem Interesse, weil ein hoher Schwefelgehalt der Gas-Kohlen ihren Wert für die Gasbereitung bedeutend beeinträchtigt.

Andere Beimengungen der Kohlen, wie Chlor und Phosphor, sind für die Gasbereitung von geringerer Bedeutung.

Vergasungsergebnisse aus verschiedenen Gaskohlen.

So wertvoll die Analyse zur Kontrolle der Kohlen ist, so vermag sie doch nicht, über die wichtigsten Fragen, nämlich über die zu erwartende Gasmenge und über die Leuchtkraft des Gases zu entscheiden. Es gibt zwar die Vercokungsprobe schon einen allgemeinen Anhalt darüber, ob eine Kohle zur Gasbereitung brauchbar ist, oder nicht, allein es lassen sich doch quantitativ in dieser Hinsicht keine Schlüsse daraus ziehen. In England hat man vielfach einen Laboratoriumsapparat in Gebrauch, mit welchem in gufseiserner Retorte 1 kg der Durchschnittskohlenprobe vergast wird. Die Resultate weichen meist erheblich von der Wirklichkeit ab. So wünschenswert es ist, durch einen Laboratoriumsversuch rasch ein Urteil über das Verhalten einer Kohle gewinnen zu können, so ist es doch äufserst schwierig, auf diese Weise Resultate zu bekommen, welche mit der Praxis übereinstimmen, und ferner ist es nahezu unmöglich, genaue Zahlen über die Leuchtkraft zu erhalten. Bei der geringen Menge der zu vergasenden Kohle einerseits und den verhältnismäfsig kleinen Differenzen in der zu messenden Leuchtkraft verschiedener Gassorten anderseits wird man durch Laboratoriumsversuche schwerlich zu genauen Zahlen gelangen. Die Zuverlässigkeit von Kohlenversuchen ist um so gröfser, je gröfser die Menge der vergasten Kohlen ist. In Deutschland haben daher mehrere Gas-Anstalten einzelne Retorten oder ganze Öfen des Betriebes mit einer eigenen Versuchsanstalt verbunden, welche eine genaue Kontrolle der einzelnen Erzeugnisse zuläfst und speziell zu Kohlenvergasungen von mindestens 5000 kg für einen Versuch dienen. Wo eine solche Versuchsanstalt nicht eingerichtet werden kann, läfst sich während des kleinen Sommerbetriebes oft leicht ein Versuch mit einer ganzen Gasanstalt ausführen. Solche Versuche im Grofsbetrieb haben zwar, streng genommen, nur einen für die betreffende Anstalt gültigen Wert, trotzdem aber sind sie, namentlich mit einer gut eingerichteten Versuchsanstalt ausgeführt, das sicherste Mittel um genaue und brauchbare Werte über das Verhalten der Kohlen bei der Vergasung, über Gasausbeute, Leuchtkraft und Nebenerzeugnisse wenigstens für eine und dieselbe Gasanstalt, resp. für die gleichen Versuchsbedingungen zu liefern.

Die Ausbeute an Vergasungserzeugnissen hat Bunte für einige typische deutsche Gaskohlen durch Vergasungsversuche mit einer Versuchsanstalt ermittelt. Die chemische Zusammensetzung der vergasten Kohlen war folgende:

Tabelle I.

Elementarzusammensetzung.

	Westfälische Kohle Consolidation	Englische Kohle Boldon	Saar-Kohle Heinitz I	Böhmische Kohle Thurn u. Taxis	Sächs. Kohle Bürgergewerkschaft	Plattenkohle
Chemische Zusammensetzung der Gaskohlen.						
Kohlenstoff % C	78,94	80,18	77,18	71,97	68,75	67,41
Wasserstoff % H	5,22	5,01	4,97	5,36	4,91	5,98
Sauerstoff[1]) % O	7,59	8,47	9,27	10,18	11,05	8,87
Wasser % H_2O	1,64	0,74	2,00	5,61	7,79	3,33
Asche % A	6,62	5,61	6,48	6,88	7,50	14,43
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Gehalt der Rohkohle an Kohlensubstanz nach Abzug von Wasser und Asche.						
	91,74	93,64	91,52	87,51	84,71	82,25
Zusammensetzung der Kohlensubstanz.						
Kohlenstoff % C	86,04	85,63	84,44	82,25	81,16	81,95
Wasserstoff % H	5,69	5,35	5,43	6,12	5,80	7,27
Sauerstoff[1]) % O	8,27	9,02	10,13	11,64	13,04	10,78
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Die Vergasungsergebnisse sind auf folgender Seite in Tabelle II zusammengestellt.

Saint Claire Deville stellte auf der Versuchsgasanstalt der Pariser Gasgesellschaft zu La Vilette 12 Jahre hindurch Vergasungsversuche über Gaskohlen an; es wurden 1012 vollständige Versuche ausgeführt, welche sich über 59 verschiedene Kohlensorten erstreckten. Um über diese verschiedenen Kohlen eine Übersicht zu gewinnen,

Tabelle II.

Vergasungsergebnisse.

	Temperatur im Ofen	100 kg Kohle geben Gas	Leuchtkraft[1])	100 kg Kohlen gaben				
				Coke	Teer	Gaswasser	Gas	Verlust
	° C.	cbm	Kerzen	kg	kg	kg	kg	kg
Westfälische Kohle	1360 — 1385	30,33	11,15	71,4	4,09	4,44	16,95	3,12
Saarkohle	1205 — 1290	30,18	10,27	68,3	5,33	6,90	17,71	1,76
Böhmische Schwarzkohle . .	1240 — 1350	28,47	10,20	63,3	5,79	9,06	18,52	3,33
Zwickauer Kohle	1180 — 1240	25,46	10,59	62,7	5,22	11,89	15,81	4,38
Plattenkohle	1180 — 1350	30,38	18,17	56,3	8,81	6,45	25,72	2,72

teilte er sie je nach ihrem Sauerstoffgehalt in folgende fünf Typen ein:

I. Typus von 5,0 bis 6,5 % Sauerstoff
II. » » 6,5 « 7,5 % »
III. » » 7,5 » 9,0 % »
IV. » » 9,0 » 11,0 % »
V. » » 11,0 » 13,0 % »

Diese Einteilung stimmt mit der Einteilung, welche Regnault für die Kohlen aufgestellt hat, folgendermafsen zusammen.

Regnault	Deville
I. Anthracit	(0,62 O + N)
II. fette, harte Kohle	(4,47 O + N)
III. fette Schmiedekohle	(5,74 O + N) Typus I u. II
IV. fette Kohle mit langer Flamme, Gaskohle	(8,89 O + N) Typ. III u. IV
V. trockene Kohle mit langer Fl.	(16,39 O + N) Typ. V

Von den vielen Versuchen, welche im Laufe von 12 Jahren auf der Versuchsanstalt in La Vilette ausgeführt worden sind, sind im Folgenden nur die Mittelwerte, welche sich in den verschiedenen Richtungen für obige Kohlentypen ergeben, zusammengefafst. Die Tabellen zeigen die Variationen der Zusammensetzung der Kohle, wie der Vergasungserzeugnisse mit dem Sauerstoffgehalt derselben.

Für den Gehalt der Kohle an Schwefel und Chlor läfst sich ein Zusammenhang mit dem Sauerstoff nicht finden, vielmehr scheint derselbe durch lokale Verhältnisse bedingt und deshalb in verschiedenen Becken verschieden zu sein. Ebenso steht der Aschengehalt in keinem strengen Abhängigkeitsverhältnis von dem Sauerstoff; trotzdem sieht man, dafs im allgemeinen die sauerstoffreichen Kohlen die aschenreichsten sind.

[1]) Deutsche Ver.-Kerzen bei 127½ l Gasverbrauch im Schnittbrenner.

Tabelle I.

Elementarzusammensetzung.

	Typus I	Typus II	Typus III	Typus IV	Typus V
Chemische Zusammensetzung der Steinkohlen:					
	%	%	%	%	%
Kohlenstoff	78,47	78,48	76,85	72,93	67,86
Wasserstoff	4,49	4,85	4,83	4,84	4,69
Sauerstoff u. Stickstoff	5,83	6,91	7,80	9,71	10,55
Hygroskop. Wasser .	2,17	2,70	3,31	4,34	6,17
Asche	9,04	7,06	7,21	8,18	10,73
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Gehalt der Rohkohle an Kohlensubstanz (nach Abzug von Wasser und Asche):					
	%	%	%	%	%
	88,79	90,24	89,48	87,48	83,10
Zusammensetzung der Kohlensubstanz:					
	%	%	%	%	%
Kohlenstoff	88,38	86,97	85,89	83,37	81,66
Wasserstoff	5,06	5,37	5,40	5,53	5,64
Sauerstoff	5,56	6,66	7,71	10,10	11,70
Stickstoff[1])	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	%	%	%	%	%
Der Schwefelgehalt ergab sich zu . . .	0,77	1,06	1,18	1,02	1,04
Vercokungsprobe der Rohkohle.					
	%	%	%	%	%
Flüchtige Bestandteile	26,82	31,59	33,80	37,34	39,27
Coke	73,18	68,41	66,20	62,66	60,73
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Berechnet man, wieviel Wasser dem Sauerstoffgehalt der Kohlensubstanz entspricht, so zerfallen

[1]) Es wurde angenommen, dafs der Stickstoff bei den Gaskohlen sehr wenig von 1 % abweicht.

die obigen flüchtigen Bestandteile, auf Kohlen-Substanz bezogen in:

	Typus I	Typus II	Typus III	Typus IV	Typus V
	%	%	%	%	%
berechnetes Wasser	6,25	7,49	8,67	11,36	13,16
flüchtige Kohlenstoffverbindungen	23,23	26,39	27,75	29,30	30,83
	29,48	33,88	36,42	40,66	43,99

Aus diesen Zahlen geht ganz deutlich hervor, wie mit dem Sauerstoff das Wasser und die Menge der flüchtigen Bestandteile zunimmt. Im folgenden sind die Resultate der Destillation obiger Kohlentypen zusammengestellt.

Tabelle II.

Gaserzeugung.

	Typus I	Typus II	Typus III	Typus IV	Typus V
Gesamte Gaserzeugung					
	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm
Gas aus 100 kg Kohle	30,13	31,01	30,64	29,72	27,44
Gas aus 100 kg flüchtigen Bestandteilen der Kohlensubstanz	33,13	33,37	33,07	32,59	30,75
Gaserzeugung in den einzelnen Vergasungsabschnitten.					
	%	%	%	%	%
Gasausbeute in Procenten des gesamten erzeugten Gases in der 1. Stunde	24,9	25,0	24,7	24,1	23,4
» » 2. »	29,9	28,4	29,2	29,6	26,9
» » 3. »	28,8	28,6	29,8	29,4	29,0
» » 4. »	16,4	18,0	16,3	16,9	20,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Temperatur d. Ofens[1])	1326,7	1328,3	1312,3	1282,3	1222,6

Bezüglich dieser Zahlen ist zu bemerken: Die aus einer Kohlensorte erzeugte Gasmenge hängt viel mehr von der Vergasungstemperatur ab, als von der Zusammensetzung der Kohle. Ferner wurde der Versuchsofen stets mit der aus der untersuchten Kohle gewonnenen Coke geheizt, so dafs bei den Typen IV und V, welche schlechte Coke liefern, auch die Temperatur nicht so hoch gehalten werden konnte, wie bei den andern. Es dürfen daher obige Werte über die Gasausbeute nicht allein aus dem Sauerstoffgehalte gefolgert werden.

[1]) Durch Kalorimeter bestimmt.

Tabelle III.

Zusammensetzung und Leuchtkraft des reinen Gases.

	Typus I	Typus II	Typus III	Typus IV	Typus V
	%	%	%	%	%
Kohlensäure	1,47	1,58	1,72	2,79	3,13
Kohlenoxyd	6,68	7,19	8,21	9,86	11,93
Wasserstoff	54,21	52,79	50,10	45,45	42,26
Sumpfgas und Stickstoff	34,37	34,43	35,03	36,42	37,14
Aromatische Kohlenwasserstoffe	0,79	0,99	0,96	1,04	0,88
Schwere Kohlenwasserstoffe	2,48 } 3,27	3,02 } 4,01	3,98 } 4,94	4,44 } 5,48	4,66 } 5,54
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Aromatische Kohlenwasserstoffe in Gramm pro 1 cbm Gas	29,67	37,02	35,96	38,94	33,02
Spez. Gewicht des Gases	0,352	0,376	0,399	0,441	0,482
Gasverbrauch für 1 Carcel Liter	132,1	111,7	103,8	102,1	101,8
Lichtmenge (Carcel) aus 100 kg Kohle	227	278	295	291	269

Tabelle IV.

Nebenerzeugnisse.

	Typus I	Typus II	Typus III	Typus IV	Typus V
A. Feste:					
	hl	hl	hl	hl	hl
Volumen Coke aus 100 kg Kohlen	1,970	1,966	1,778	1,696	1,627
	kg	kg	kg	kg	kg
Gewicht von 1 hl Coke	36,3	34,4	36,5	35,9	35,7
Gewichtsmenge Coke aus 100 kg Kohle	71,5	67,6	64,9	60,9	57,8
Cokestaub pro 100 kg Coke	11,09	9,71	12,64	15,94	20,0
B. Flüssige:					
	kg	kg	kg	kg	kg
Teer aus 100 kg Kohle	3,902	4,652	5,079	5,478	5,592
Gaswasser aus 100 kg Kohle	4,584	5,567	6,805	8,616	9,861
	8,486	10,219	11,884	14,094	15,453

Fafst man die Ergebnisse der Versuche Deville's kurz zusammen, so sieht man, dafs dieselben innerhalb gewisser Grenzen sich bewegen, indem sie mit dem Sauerstoffgehalt der Kohlensubstanz wachsen oder abnehmen.

Während der Sauerstoff von 5,50 auf 12 % wächst, zeigen folgende Posten

eine Zunahme:

Flüchtige Bestandteile der Kohle	von 26 bis 40 %
Spez. Gewicht des Gases	» 0,35 bis 0,49
Leuchtkraft	» 135 l » 101 l pro 1 Carcel
Kohlensäure	» 1,40 » 3,13 %
Kohlenoxyd	» 6,50 » 12 %
Sumpfgas	» 34 bis 37 %
Schwere Kohlenwasserstoffe der Fettreihe	» 2,50 bis 4,80 %
Teer	» 3,9 bis 5,6 %
Gaswasser	» 4,5 » 10 %

eine Abnahme:

Wasserstoff	von 55 bis 42 %
Cokevolumen	» 2 » 1,6 hl
Temperatur, erhalten durch Verbrennung der Coke in den Retortenöfen	» 1330° bis 1220°

Unabhängig vom Sauerstoffgehalt sind die aromatischen Kohlenwasserstoffe, der Schwefelgehalt der Kohle und der Aschengehalt der Kohle.

Die Kohlen von Typus III sind die besten Gaskohlen. Sie liefern reichliches und gutes Gas und Coke von guter Qualität. Die Kohlen von Typus I und II geben viel Coke, dagegen ein schlechtes Gas. Typus IV und V gibt ein Gas von oft sehr grofser Leuchtkraft, jedoch wenig und schlechte Coke.

Vergasungsergebnisse aus Zusatzkohlen.

Mit Untersuchung der wichtigsten »Zusatzkohlen« beschäftigte sich Schiele[1]) in seinem Aufsatz: Die Aufbesserungsstoffe für die Leuchtgasindustrie, dem die Tabellen auf S. 16 u. 17 entnommen sind.

Die Versuche sind in gleicher Weise ausgeführt wie die im Handbuch p. 69 aufgeführten Versuche über Gaskohlen und bilden eine sehr schätzenswerte Ergänzung derselben. Die Leuchtkraft von 50 l Gas ist immer, die von 113 l, soweit dies ohne Rufsen der Flamme möglich war, direkt ermittelt worden; in den Fällen des Rufsens und überall bei 150 l stündlichem Verbrauch ist sie dagegen nur berechnet worden; die berechneten Zahlen sind fett gedruckt.

[1]) Schiele: Die Aufbesserungsstoffe für die Leuchtgasindustrie. Journ. f. Gasbel. 1887, S. 3.

Verwendung der Zusatzkohlen.

Die Zusatzkohlen werden meistens nur in geringen Mengen der eigentlichen Gaskohle beigegeben, um die vorschriftsmäfsige Leuchtkraft des Gases zu erzielen. Gewöhnlich bewegt sich die Menge der Zusatzkohlen zwischen 10 und 20 % des gesamten Vergasungsmaterials. Das Gas der Zusatzkohlen verdankt seine Leuchtkraft hauptsächlich der gröfseren Menge an schweren Kohlenwasserstoffen; da diese teilweise im Gase nur als Dämpfe vorhanden sind, so ist klar, dafs bei Abkühlung des Gases sich diese wertvollen Bestandteile leicht wieder abscheiden können. Auch tritt, da das spez. Gewicht des Gases aus Zusatzkohlen meist ein viel höheres ist, in den Gasbehältern bei längerem Stehen des Gases oft eine Entmischung desselben ein, so dafs die Leuchtkraft des Gases eine sehr schwankende werden kann. Die Temperatur, bei welcher sehr schwere Gase gewonnen werden, ist im allgemeinen niedriger zu nehmen, als die, bei welcher die Gaskohlen vergast werden können. In Fällen, wo daher entweder sehr geringwertiges Gas aufgebessert, oder direkt Gas mit sehr hoher Leuchtkraft hergestellt werden mufs, empfiehlt es sich, nach Schiele, die Zusatzstoffe bei niederen Temperaturen getrennt zu vergasen, und beide Gase nachträglich zu mischen.

In den meisten Fällen genügt jedoch die gewöhnliche Art der Beimischung der Zusatzkohle und Vergasung in der gewöhnlichen Weise. Die sich ergebende Leuchtkraft kann allerdings nur sehr annähernd als proportional der Leuchtkraft der einzelnen Bestandteile und proportional ihrem Mischungsverhältnis berechnet werden. Die Berechnung geschieht in folgender Weise: Nimmt man z. B. an, es geben 100 kg einer Gaskohle 28 cbm Gas von 14,5 Kerzen bei einem gewissen Gasverbrauch, und 100 kg einer Zusatzkohle 31 cbm Gas von 24 Kerzen bei dem gleichen

(Fortsetzung Seite 18.)

Versuche von S. Schiele.

Versuchs-Jahr	Namen der Rohstoffe	1 hl wog kg	100 kg gaben			1 hl gab		1 hl wog bei		Des Gases Leuchtkraft in Normalkerzen			Spezifisches Gewicht des Gases	Bemerkungen über Rohstoffe und Coke
			Gas cbm	Coke kg	Gries kg	Coke hl	Gries hl	Coke kg	Gries kg	von 50 l	von 113 l	von 150 l		
	Cannelkohlen.													
	Aus Schottland:													
1885	Abrams	62,80	36,7	46,8	5,6	0,8	0,1	37,2	83,0	9,8	**27,0**	**36,0**	0,529	Kohle: frisch. Coke: schön, fest, Stubenbrand.
1882	Airdriehill I	62,00	35,0	43,6	7,8	0,7	0,1	37,7	45,0	10,6	**30,0**	**40,0**	0,548	Kohle: frisch und 3 Monate alt, gemischt. Coke: gut für Stubenbrand.
1879	Arniston	60,50	31,3	42,1	7,3	0,7	0,9	38,2	46,6	8,1	**22,7**	**30,0**	0,534	Kohle: 3 Monate auf Lager. Coke: kleinstückig, glänzt, brennt gut.
1884	Augenhead-Main-Lesmahago	63,10	33,5	47,8	5,0	0,8	0,1	38,4	44,0	10,2	25,3	**34,7**	0,518	Kohle: frisch gekommen. Coke: klein, fest, brennt gut.
1883	Balbardie	63,60	36,9	48,9	6,2	0,8	0,1	39,6	55,5	6,5	21,1	**28,0**	0,460	Kohle: 1 Monat alt, gemischt.
1883	desgl.	64,70	38,9	48,2	5,7	0,8	0,1	39,7	51,5	6,5	21,3	**28,0**	0,468	Kohle: 1 Monat alt, nur Stücke. Coke beider: klein, hart gut.
1880	Bellsdyke	61,00	33,1	48,3	4,3	0,8	0,1	35,0	43,7	9,8	**27,0**	**36,0**	0,543	Kohle: frisch angekommen.
1881	desgl.	56,00	37,0	46,5	0,5	0,8	0,1	34,8	42,5	9,3	21,0	**28,0**	0,509	Kohle: frisch angekommen, aber von einem andern Lieferer. Coke: kleinstückig, fest, gut,
1880	Bromfield	56.2	37,0	46,9	4,8	0,8	0,1	34,8	46,7	8,8	22,3	**31,0**	0,502	Kohle: 7 Monate auf Lager. Coke: kleinstückig, gut brennend.
1878	Cairntable	55,3	37,5	33,3	9,8	0,5	0,1	35,4	47,0	9,4	**26,0**	**35,0**	0,572	Kohle: 5 Monate gelagert. Coke: kleinstückig, gut heizend.
1880	Gartleeroad	56,0	36,6	47,1	5,7	0,7	0,1	36,0	55,3	8,0	20,0	**27,0**	0,514	Kohle: 6 Monate auf Lager. Coke: kleinstückig, gut brennend.
1881	Glen-Lesmahago . . .	61,6	34,8	50,9	6,2	0,8	0,1	40,9	53,0	6,9	17,0	**23,0**	0,524	Kohle: frisch. Coke: fest, sehr guter Brennstoff.
1880	Grange	65,0	34,9	60,1	5,8	0,9	0,1	42,3	64,7	7,0	17,9	**24,0**	0,468	Kohle: 8 Monat gelagert Coke: wenig backend, brennt gut.
1880	Longlee	62,8	33,4	55,1	5,5	1,0	0,1	33,5	45,0	4,7	16,1	**21,5**	0,487	Kohle: 7 Monate auf Lager. Coke: klein, nicht gebacken, gut.
1879	Mill	66,4	32,6	51,2	7,8	0,8	0,1	43,7	62,0	7,9	**22,0**	**30,5**	0,504	Kohle: kleinstückig, 7 Monate gelagert. Coke: glänzend, schichtig, gut.
1886	Muirkirk I	74,5	24,9	52,4	8,2	0,8	0,1	47,4	56,7	11,3	**31,6**	**42,0**	0,558	Kohle: frisch angekommen.
1886	desgl. (andere Sendung)	71,0	28,3	50,9	9,0	0,8	0,1	47,0	59,3	12,2	28,3	**38,0**	0,560	Coke: klein, als Stubenbrand gut.
1884	Newbattle	59,0	34,5	42,5	6,8	0,7	0,1	37,0	37,7	10,8	25,5	**34,0**	0,547	Kohle: desgl. 2 Monate auf Lager. Coke: kleinstückig, gut.
1881	Roughcraig	60,2	36,6	48,8	4.9	0,8	0,1	39,1	41,5	7,7	19,3	**26,0**	0,508	Kohle: frisch angekommen.
		60,2	37,9	48,8	4,9	0,8	0,1	39,1	41,5	8,0	**22,0**	**30,0**	0,489	Coke: kleinstückig, gut.
1880	Stanrigg	63,8	36,9	52,7	5,3	0,8	0,1	41,6	52,7	8,4	19,4	**26,0**	0,546	Kohle: frischer Lieferung. Coke: kleinstückig, guter Brennstoff.
1879	Thrashbush	64,0	34,7	47,1	8,7	0,8	0,1	30,2	57,5	9,4	**26,0**	**35,0**	0,515	Kohle: frisch angekommen. Coke: glänzend, schieferig, klein sehr gut.
1878	Torrburn, frisch . . .	61,5	31,7	46,0	7,5	0,7	0,1	41,8	57,8	9,2	**26,0**	**34,0**	0,527	Kohle: s. vorn. Coke: klein zum Brennen geeignet.
1879	desgl. (12 Monate alt).	59,3	32,6	46,3	7,8	0,8	0,1	36,5	58,0	10,0	**28,0**	**37,0**	0,539	Kohle: desgl.

Versuche von S. Schiele.

Versuchs-Jahr	Namen der Rohstoffe	1 hl wog kg	100 kg gaben: Gas cbm	100 kg gaben: Coke kg	100 kg gaben: Gries kg	1 hl gab: Coke hl	1 hl gab: Gries hl	1 hl wog bei: Coke kg	1 hl wog bei: Gries kg	Des Gases Leuchtkraft in Normalkerzen: von 50 l	von 113 l	von 150 l	Spezifisches Gewicht des Gases	Bemerkungen über Rohstoffe und Coke
1886	Tyne	71,9	30,9	56,8	4,7	0,9	0,1	47,6	47,0	11,6	26,7	**36,0**	0,557	Kohle: frisch angekommen.
	desgl. (i. heifser Retorte)	71,7	32,5	56,3	4,0	0,9	0,1	43,5	61,5	10,4	23,4	**32,0**	0,532	Coke: hart, dicht, grofsstückig. gut.
1885	Woodville	63,3	37,2	49,8	0,6	0,8	0,1	41,7	54,5	10,2	**28,0**	**38,0**	0,538	Kohle: eben angekommen. Coke mittelgrofs, schieferig, Ofenbrand.
	Plattenkohlen.													
	Aus Deutschland:													
1882	Zeche Consolidation (Westfalen)	71,0	30,9	59,3	6,5	0,9	0,1	47,2	64,5	6,8	19,6	**26,1**	0,475	Kohle: frisch angekommen.
1885	desgl. neues Flötz	72,3	36,3	49,8	6,6	0,9	0,1	41,1	67,0	7,2	20,2	**27,0**	0,469	Coke: klein, hart, rein gut.
	Braunkohlen.													
	1. Aus Deutschland:													
1880	Odenwald	?	26,3	47,4		?		?		0	4,4	**6,0**	0,579	Kohle: mit 32% Feuchtigkeitsverlust, in Booten geliefert. Rückstände: ganz unbrauchbar.
	2. Aus Böhmen:													
1886	Grünlaser	69,5	29,7	39,1		0,5		53,8		8,8	20,7	**28,0**	0,530	Kohle: erdpechartig, hart. Coke: griesig, unbrauchbar.
	3. Aus Brasilien:													
1882	Turfa	46,3	32,7	36,3		0,4		42,0		4,7	17,4	**23,0**	0,493	Kohle: weich, gelb, glaubig. Rückstände: fein, glimmen nur.
	Bituminöser Schiefer.													
	Aus Schottland:													
1885	Airdriehill II	58,0	34,6	48,2	1,1	0,8	0,1	36,4	49,3	7,7	23,0	**31,0**	0,520	Kohle: frisch angekommen. Rückstände: 56% Asche, unbrauchbar.
1882	Gartleerod	58,7	36,8	43,0	6,3	0,8	0,1	32,1	51,5	9,3	**26,0**	**35,0**	0,512	Kohle: 3 Monate auf Lager. Rückstand als Brennstoff unbrauchbar.
1879	Greenhill	68,7	24,7	56,5	10,6	0,8	0,1	46,9	65,5	7,6	**21,3**	**29,0**	0,538	Kohle: 4 Monate auf Lager. Rückstände: hart, schieferig, unbenutzbar.
1882	Lothian	57,8	39,5	34,1	9,7	0,7	0,1	27,6	39,0	10,5	**29,0**	**39,0**	0,546	Kohle: 3½ Monate gelagert. Rückstände: als Brennstoff unbrauchbar.
1878	Standard	74,5	26,0	54,3	11,8	0,8	0,1	50,0	67,5	4,9	17,0	**22,5**	0,609	Kohle: sehr hart, 12 Monate auf Lager. Rückstände: schwer, steinartig, unbrauchbar.
	Aus Australien:													
1880	Kerosene Shale	51,6	40,2	20,9	9,2	0,3	0,1	40,4	44,3	13,5	**37,0**	**50,0**	0,606	Kohle: gerade eingetroffen. Rückstände: schieferig, kein Heizstoff.
1881	(Boghead-Cannel)	51,6	41,6	21,2	12,7	0,3	0,1	38,4	45,8	13,0	**36,0**	**48,0**	0,626	desgl. mit 55 bis 87% Asche.
1882	Verschiedene Sendungen gemischt	53,9	40,3	20,9	9,2	0,3	0,1	40,4	44,3	13,1	**36,7**	**50,0**	0,601	desgl. mit 55 bis 87% Asche.
1884	Dunklere, schwarze	52,6	39,5	28,5	7,5	0,5	0,1	31,1	44,0	13,6	**38,0**	**51,0**	0,582	» » 44% Asche.
1884	Hellere, braune	49,5	41,5	17,7	13,6	0,3	0,2	30,7	37,8	14,9	**41,0**	**55,0**	0,590	» » 73% »

Verbrauch, und es sei zu berechnen, wieviel Zusatzkohlen beigegeben werden müssen, um ein Gas zu erhalten, welches bei demselben Verbrauch 16 Kerzen Leuchtkraft gibt, so liefern

100 kg Gaskohle	28 cbm	$\times$ 14,5	= 406 Kerzen
y » Zusatzkohle	x »	$\times$ 24	= $24\,x$
sonach geben	$28 + x$ cbm		$= 406 + 24\,x$ Kerzen.

Da die Mischung 16 Kerzen ergeben soll, so mufs $\frac{406 + 24\,x}{28 + x} = 16$ sein, oder $406 + 24\,x = 16\,(28 + x)$ und hieraus berechnet sich

$24\,x - 16\,x = 448 - 406$ und $x = 5{,}25$ cbm.

Da nun 100 kg Zusatzkohlen 31 cbm geben, so geben y kg Zusatzkohlen 5,25 cbm

und $y \times 31 = 5{,}25 \times 100$ oder

$$y = \frac{5{,}25 \times 100}{31} = 16{,}9 \text{ kg.}$$

Es müssen also pro 100 kg Gaskohlen 16,9 kg Zusatzkohlen zugesetzt werden. Die Mischung enthält sonach in Prozenten $116{,}9 : 16{,}9 = 100 : x$; $x = 14{,}5$ % Zusatzkohle.

II. Kapitel.

Die Vergasung der Steinkohle.

Die Vergasungstemperatur.

Die Steinkohle erleidet beim Erhitzen unter Luftabschlufs durchgreifende Zersetzungen, welche in einem stufenweisen Abbau der die Steinkohle bildenden kohlenstoffreichen Verbindungen bestehen. Dieser Abbau steht im Verhältnis zu der aufgewendeten Vergasungstemperatur und ist im allgemeinen um so weitgehender, je höher diese Temperatur ist. Während die aufserhalb der Retorte herrschende Temperatur im Ofen während des ganzen Vergasungsvorganges unverändert bleibt, ist dieselbe im Innern der Retorte steten Schwankungen unterworfen. Einerseits wird sie durch die Menge der eingebrachten Kohlen und andererseits durch die Zeitdauer bedingt, während welcher die Temperatur auf die zu vergasenden Kohlen einwirkt. Eine hohe Aufsentemperatur bei starker Kohlenladung bietet deshalb die günstigsten Verhältnisse dar, weil sie den gröfsten Temperaturunterschied zu beiden Seiten der Retortenwände und deshalb die rascheste Wärmezufuhr nach dem Innern der Retorte ermöglicht. In der Retorte selbst herrschen während der Vergasung nicht nur zu verschiedenen Zeiten, sondern auch an verschiedenen Stellen ganz verschiedene Temperaturen. Heintz[1]) hat versucht, dieselben durch Schmelzung von Metalllegierungen zu bestimmen. Er fand, dafs die Temperatur nach frischer Beschickung in halber Retortenlänge sehr niedrig war und erst nach einer Stunde 420° erreichte.[2]) Nach 3 Stunden stieg die Temperatur auf 960°, während in 5½ Stunden 1075° erreicht wurden. Die gleichzeitig gemessene äufsere Ofentemperatur betrug (mit Seger'schen Kegeln gemessen) 1400°.

Mit wachsender Vergasungstemperatur nimmt die Menge des erzeugten Gases zu, während dessen Leuchtkraft abnimmt. Bildet man jedoch das Produkt aus diesen beiden Faktoren, die sogenannte Wertzahl, so nimmt dieselbe, wie aus nachstehenden Versuchen von Wright[1]) hervorgeht, mit wachsender Temperatur zu.

Die Versuche, welche mit englischen Kohlen in gufseiserner Retorte vorgenommen wurden, ergaben pro 1000 kg Kohle:

	Gas cbm	Leuchtkraft engl. Kerzen	Produkt aus beiden (Wertzahl)
1. Dunkelrotglut	233,6	20,5	4789
2. } gesteigert	274,5	17,8	4886
3. } bis zur	306,4	16,8	5148
4. Hell-Orangeglut	339,5	15,6	5296

Die Zusammensetzung des bei diesen Temperaturen gewonnenen Gases war:

		1.	2.	4.
Wasserstoff	H	38,09	43,77	48,02
Kohlenoxyd	CO	8,72	12,50	13,96
Methan	CH_4	42,72	54,50	30,70
Schwere Kohlenwasserstoffe	$C_m H_n$	7,55	5,83	4,51
Stickstoff	N	2,92	3,40	2,81
		100,00	100,00	100,00

Besonders beachtenswert ist die Abnahme der schweren Kohlenwasserstoffe und die Zunahme des Wasserstoffs, Thatsachen, welche mit der Abnahme

[1]) Journ. f. Gasbel. 1886, S. 294.

[2]) Es wurden bei dem Versuche niederschlesische Kohlen in viermaliger Ladung pro 24 Stunden vergast.

[1]) Whrigt, Journ. f. Gasbel. 1884, S. 298