

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die chemische Technologie der Brennstoffe

Preßkohlen, Kokerei, Wassergas, Mischgas, Generatorgas, Gasfeuerungen

Fischer, Ferdinand

Braunschweig, 1901

Kokerei

[urn:nbn:at:at-ubi:2-3860](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:at:at-ubi:2-3860)

R o f e r e i.

Die Verkokung in offenen Meilern dürfte wohl überall verlassen sein. Die früher weit verbreiteten Meileröfen oder Schaumburger Defen¹⁾ dienen jetzt nur noch wesentlich für magere Stückkohlen, sind aber des großen Abbrandes wegen meist durch die geschlossenen oder Kammeröfen ersetzt, so daß hier nur darauf verwiesen werden soll.

Die technologisch wichtigen Koksofen kann man zunächst in solche unterscheiden, bei denen die Nebenproducte nicht gewonnen werden, und in solche mit Gewinnung der Nebenproducte; die Trennung ist aber nicht streng durchzuführen. Der Construction nach unterscheidet man:

1. Bienenkorböfen,
2. Stehende Defen,
3. Liegende Defen.

1. Bienenkorböfen.

Diese — auch Backöfen genannten — Koksofen sind in Nordamerika (und England, vergl. S. 64) noch fast ausschließlich im Gebrauch²⁾. Die dortigen Defen³⁾ haben, wie Fig. 46 und 47 (a. f. S.) zeigen, Backofenform und fassen etwa 3,5 t Kohlen.

Man beschickt die Defen durch die obere Oeffnung aus Wagen, deren Inhalt dem Fassungsraume des Ofens entspricht. Die im Ofen aufgehäufte Kohle wird schließlich mit einer Rade geebnet. Dann schließt man die Thür durch Vermauern mit Ziegelsteinen und Verschmieren der Fugen mit einem aus Lehm und scharfkantigem Sande hergestellten Mörtel. In etwa einer halben Stunde entsteigt der RauchöfFnung ein blasser, bläulicher Rauch, der allmählich dunkler und stärker wird. In einer weiteren halben Stunde erfolgt dann gewöhnlich eine Explosion, und damit kommt der Ofen in vollen Brand. Die Kohle brennt von oben aus nieder, der Brand selbst wird durch Luftöffnungen, welche rings um den Gewölbebogen der Thür angebracht sind, geregelt. In 48 bezw. 72 Stunden ist sämmtliche Kohle verkokt. Man erhält

¹⁾ Dingl. 99, 428; 121, 97; Bergz. u. hüttenm. Ztg. 1871, 217; 1883, 383. —

²⁾ Vergl. Fijcher's Jahresber. 1893, 18; 1894, 17 u. 20. — ³⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, 951; Oesterr. Zeitschr. f. Bergz. u. Hüttenw. 1893, 498; Dingl. 290, 65.

eine Ausbeute von etwa 69 Proc. Die rothglühende Masse wird, nach Öffnung der Thür, durch Einspritzen von Wasser abgekühlt. Der Koks wird dann aus dem Ofen gezogen und entsprechend verladen. — Ofen, welche zum

Fig. 46.

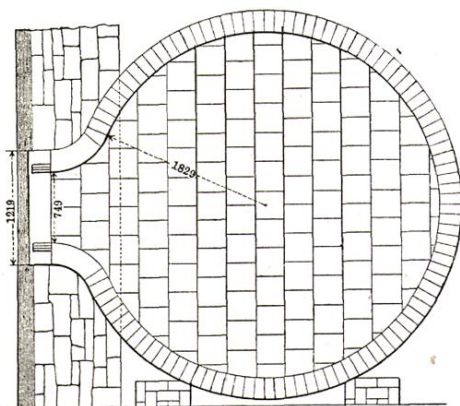
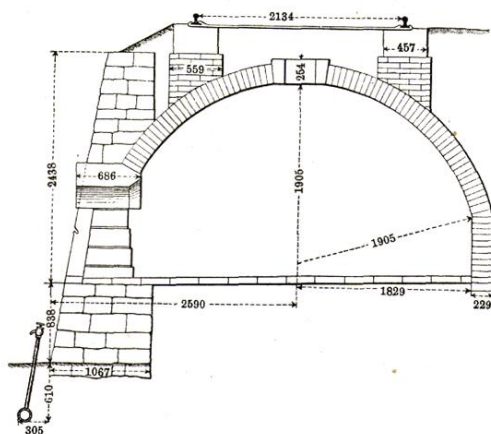


Fig. 47.



ersten Male beschickt worden sind, entzündet man mit Holz oder rothglühenden Kohlen, genau so wie man irgend einen Ofen anzündet. Ein sich seit einiger Zeit in Gebrauch befindender Ofen ist so heiß, daß die in den Mauern aufgespeicherte Hitze die Kohle entflammt.

Der so erhaltbare Koks hat Silberglanz, ist porös, zäh und frei von Unreinheiten, er trägt die schweren Lasten der Hochofenbeschickung leicht.

Nach A. R. Strachan¹⁾ wird die Leistungsfähigkeit der Bienenforböfen erhöht durch die in Fig. 48 und 49 gezeigte Anordnung des Feuerkanals. Der Ofen wird auf gewöhnliche Art durch die Einfüllöffnung beschickt, die Kohle bleibt nach dem Anzünden etwa fünf Stunden in Brand. Dann kann die Zugthür luftdicht verschlossen werden, so daß nur noch am Kopfe des Ofens Luft Zutritt. Der Deckel der Füllöffnung kann in der Regel aufgesetzt werden, doch

hängt dies von der Beschaffenheit der Kohle ab. Die Flamme wird nun zunächst durch den wagerechten Theil des Canals geleitet, steigt niederwärts, folgt dem kreuzförmigen Theile in der Richtung der Pfeile und tritt dann durch den lothrechten Canal aus. Die Erhitzung der Scheidewand zwischen den verschiedenen Abtheilungen des Feuerkanals ruft lebhaften Umlauf der

¹⁾ Americ. Manufact. 1894, 117; Glückauf 1894, 499.

Flamme hervor. Die Stärke des Zuges läßt sich am Austritt und an der Beschickungsöffnung reguliren. Die Luftzufuhr läßt sich ebenfalls jeder Zeit regeln. Einer der Nachtheile der Öfen mit Bienenkorbform besteht in dem unvollständigen Brennen der Kohle am Fuße der Ladung, wodurch schwarze Enden entstehen, welchem

Uebelstande nur durch den nutzlosen Verbrauch einer großen Koks menge vorgebeugt werden kann. Mit Hülfe der Strachan'schen Einrichtung hingegen soll Koks von gleichmäßigem Gefüge erzeugt werden können. Die Hitze wird vor dem Verlassen des Ofens gezwungen, abwärts zum Boden zu steigen, letzteren und die Beschickung zu umspülen und so Boden, Wände und Dorn gleichzeitig zu erhitzen. Dadurch läßt sich eine gewöhnliche 48 stündige Beschickung in kürzerer Zeit verkoken, während sich zugleich Quantität und Qualität des Productes erhöhen soll. Erstere wird deshalb größer, weil die Koks menge, welche in gewöhnlichen Koksöfen zu Asche verbrannt werden muß, um den unteren Theil zu verkoken, gespart wird. Nachdem der Ofen

beschickt und richtig erhitzt ist, findet eine gleichmäßige Verbrennung der Kohle in der ganzen Ausdehnung der Masse statt, und da eine intensive Hitze erzeugt wird, braucht auch die Luftzufuhr weniger groß wie bei anderen Öfen zu sein.

Nach J. Berres und J. Reiter¹⁾ ist zum Zwecke eines regelmäßigen Umlaufes der erzeugten Rohgase durch die Seiten- und Sohlenzüge der das Ofengewölbe umlaufende Canal an drei Stellen durch eine Scheidewand durchquert, um eine Stauung der Gase in den zwischen denselben liegenden Räumen zu bewirken, und dieselben zu nöthigen, durch die Seiten- und Sohlencanäle ihren Lauf zu nehmen und wieder auf der anderen Seite durch die dort angebrachten Seitencanäle aufzusteigen. — A. Marßhall (D. R.-P. Nr. 13 434) führt erhitzte Luft ein.

Luftvertheilungseinrichtung für Bienenkorbkoksöfen mit

Fig. 48.

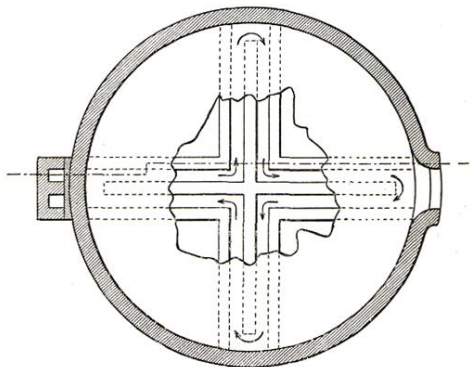
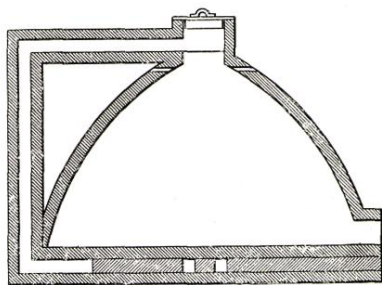


Fig. 49.



¹⁾ D. R.-P. Nr. 55 064; Zeitschr. f. angew. Chem. 1891, 115.

Doppelgewölbe von A. Dickinson (D. R.-P. Nr. 81916) ist dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der unteren und oberen Gewölbedecke flache Kammern, die Lufteinlaß- und die Luftauslaßvorkammer, gebildet werden, von welchen aus eine Vielzahl von Löchern in vertheilter Anordnung durch die untere Gewölbedecke hindurch zum Ofenraum über der Kohlenlage führen, so daß oberhalb der letzteren ein gleichmäßiger Luftübertritt aus der Einlaßvorkammer zu der mit der Abfängleitung verbundenen Auslaßvorkammer erzielt wird.

Adams¹⁾ will die Bienenkorbföfen mit einem beweglichen Boden versehen, um die Entleerung zu erleichtern.

J. Jamieson²⁾ glaubt, daß der gewöhnliche Bienenkorbföfen von allen Koksöfen die besten Koks liefere. Da aber die obere Schicht der erhaltenen Koks schwammig ist, so empfiehlt er, diesen oberen Theil im Koksöfen selbst zu verbrennen, um dadurch die zur Verkokung erforderliche Wärme zu erzeugen, die entwickelten Gase aber anderweitig zu verwerthen. Die sich entwickelnden Gase werden durch Schlitz im mittleren Theile des Bodens und darunter liegende Zweigcanäle nach unten abgesaugt und entsprechenden Condensationsvorrichtungen zur Gewinnung von Theer und Ammoniak zugeführt. Das gereinigte Gas soll zur Beleuchtung oder zum Betriebe von Gasstrahlmaschinen verwendet werden.

Derselbe³⁾ schlägt vor, nach Abscheidung von Theer und Ammoniak die Gase in einen Ofen mit weißglühenden, fertigen Koks zu leiten, damit sich auf diesen durch Zersetzung der schweren Kohlenwasserstoffe Kohlenstoff niederschlage; das übrigbleibende Gas soll dann noch zu Heizzwecken verwendet werden⁴⁾. Bei dieser Behauptung ist offenbar übersehen, daß 100 kg Kohlen kaum 30 cbm Feuchtgas geben und darin nur etwa 1 cbm schwere Kohlenwasserstoffe, woraus sich doch wohl kaum 1 kg Kohlenstoff wird gewinnen lassen, zumal da die im ungenügend gereinigten Gase enthaltene Kohlen Säure und Feuchtigkeit eine entsprechende Menge Kohlenstoff wieder vergast. Berücksichtigt man die unvermeidlichen Verluste durch Abbrand u. dergl., so wird der Erfolg sehr zweifelhaft sein.

Derselbe legt das Hauptgewicht darauf, daß die Destillation und die darauf folgende theilweise Verbrennung der Kohle von oben nach unten fortschreitet, damit die entwickelten flüchtigen Producte möglichst rasch der hohen Temperatur entzogen würden. Die verschiedenen Kohlen ergaben ein Koks-ausbringen von nur 55 bis 69 Proc. Koks und für 100 kg Kohle 0,13 bis 0,57 kg Ammoniumsulfat nebst 1,8 bis 6 Liter Theer. Die entwickelten Gase hatten angeblich folgende durchschnittliche Zusammensetzung:

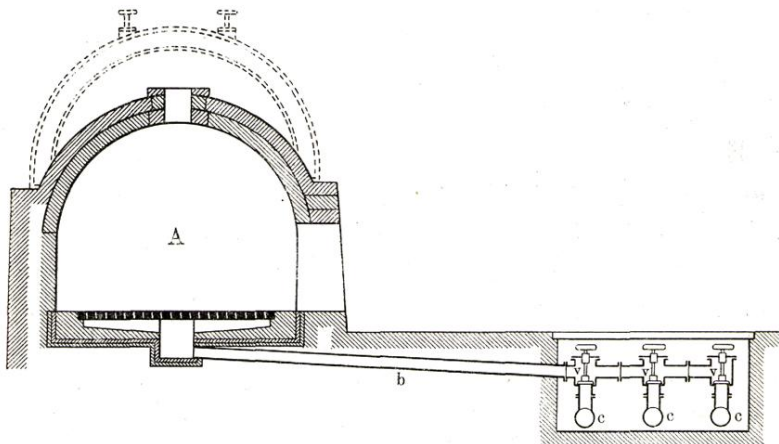
Kohlensäure	4,22 Proc.
Kohlenoxyd	23,88 "
Sauerstoff	3,29 "
Wasserstoff	26,67 "
Stickstoff	41,93 "

¹⁾ Americ. Manufact. 1890, 15; Fischer's Jahressber. 1891, 10. — ²⁾ Eng. Min. J. 35, 331. — ³⁾ Journ. Soc. Chem. Ind. 1883, 114. — ⁴⁾ D. R.-P. Nr. 24915; Fischer's Jahressber. 1884, 1236.

Die Richtigkeit dieser Analyse ist recht fraglich. Die sonstigen Angaben von Jameson, Mitkin, Steavenson u. A. geben keine verwerthbaren Anhaltspunkte, da von keiner Kohle oder den daraus dargestellten Koks eine Analyse ausgeführt wurde, die Zusammensetzung der Kohlen aber bekanntlich sehr verschieden ist. Höchst unwahrscheinlich ist auch die von Stead gemachte Behauptung, daß unter verschiedenen Verhältnissen erhaltene Koks die gleiche Zusammensetzung haben.

Nach fernerem Angaben Jameson's (D. R.-P. Nr. 27 694) werden die zu verkokenden Kohlen mit Theerpech versetzt, welches nach Gewinnung der nutzbaren Producte des Theers zurückbleibt. Um den Grad der Absaugung am Boden des Ofens zu den verschiedenen Zeiten der Koksbereitung ändern zu können, werden bei einer größeren Anzahl von Defen (Fig. 50) mehrere

Fig. 50.



Hauptleitungen *c* angewendet, in denen ununterbrochen verschiedene Spannungen herrschen. Jeder Ofen wird dann mit allen Leitungen durch ein Rohr *b* und Ventile *v* so verbunden, daß man durch Oeffnung eines der Ventile die erforderliche Saugwirkung am Boden des Ofens herbeiführen und die Producte somit in verschiedenen Zeiten getrennt absaugen, z. B. eine Vermischung von armem und reichem Gase, von condensirbaren und nicht verflüssigbaren Producten vermeiden kann. Ferner kann man an den Kühlapparaten Vorkehrungen treffen, um die bei verschiedenen Temperaturen flüssig werdenden Producte von einander zu trennen. Beim Ablöschen des Ofens will Jameson stark ansaugen, um so eine beträchtliche Menge Brenngas und Ammoniak zu gewinnen, welches sonst verloren gehen würde. Um die nach den Defen führenden Zweigröhren, sowie die Oeffnungen im Boden des Ofens von Verstopfungen zu befreien, ist eine besondere Druckleitung vorhanden, mittelst deren gepreßte Luft durch jene Röhren und Oeffnungen geblasen werden kann.

Nach A. M. Chambers und Th. Smith (D. R.-P. Nr. 31 169) hat der Bienenkorbföfen, bei welchem die Destillationsproducte durch den Boden abgeführt werden, eine luftdicht verschließbare Thür *b* (Fig. 51 bis 53). Um die Kappe des Ofens und dicht hinter die feuerfeste Bekleidung ist ein Rohr *g* gelegt, dessen eines Ende zur Vorderseite des Ofens geführt und dort mit einem Absperrventile *h* versehen ist. Dieses Rohr läuft wagerecht um den Ofen und ist bei *i* mit dem offenen Ende schräg aufwärts durch die Umfassungsmauer geführt, so daß die eingepreßte Luft nicht unmittelbar auf die zu verkokende Kohle trifft. In der Sohle des Ofens ist eine Anzahl von

Fig. 51.

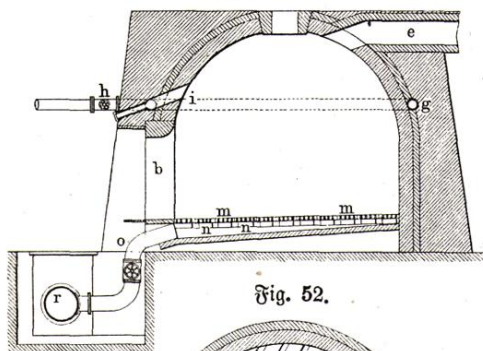


Fig. 52.

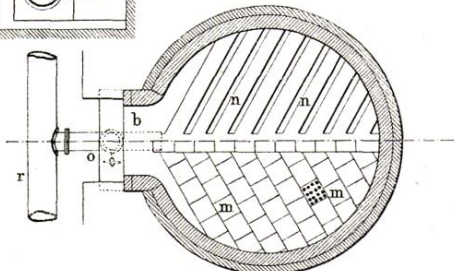


Fig. 53.

Canälen *n* angebracht, welche entweder offen gelassen oder mit durchlöchernten Steinen *m* bedeckt werden. Alle diese Canäle *n* laufen gegen den tiefsten Punkt der Sohle zusammen, wo sie mit dem Rohre *o* in Verbindung treten; letzteres ist zu dem Rohre *r* niedergeführt, welches mit irgend einem der bekannten Kühlapparate in Verbindung steht.

Die in das Rohr *g* eingeblasene Luft erwärmt sich in demselben und tritt bei *i* aus. Sind nun alle anderen Oeffnungen des Ofens geschlossen, so werden die Verbrennungsproducte und Gase durch die Kohle nach unten dringen und durch die durchlöchernten Steine *m* und Ca-

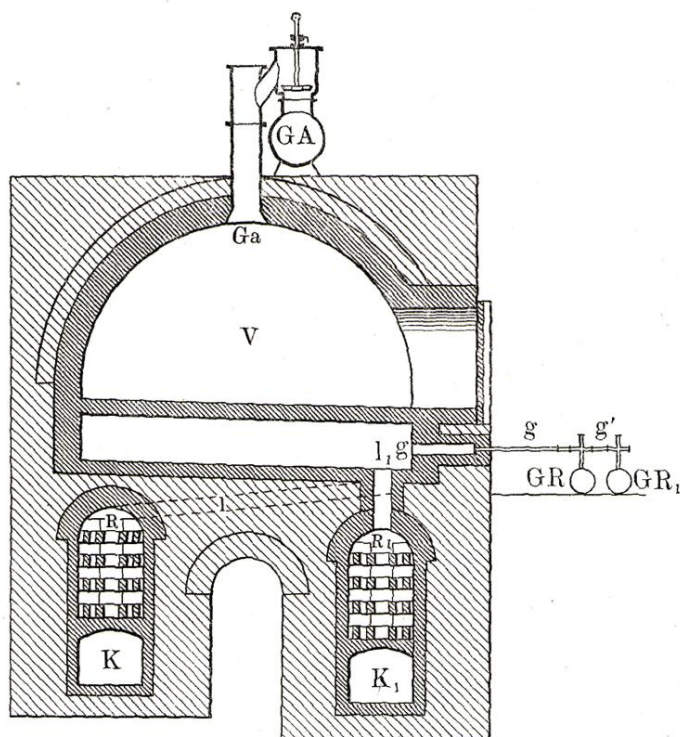
näle *n* zum Rohre *o* und zum Kühlapparate gelangen. Ist die Verkokung genügend, so kann der obere Ofentheil durch den Canal *e* mit einem Schornsteine verbunden werden, wobei man die Lufteströmung entweder absperrt oder durch das Rohr *g* für genügende Zeit Luft eintreten läßt.

Bienenkorbföfen für Gewinnung der Nebenproducte versehen Otto & Co. und die Bergwerks-gesellschaft Hibernia u. Shamrock (D. R.-P. Nr. 37 280) mit Lusterhitzern, welche neben, über oder nach Fig. 53 unter den Koksföfen angebracht werden. Wenn das Gas durch die Gasrückleitung *GR* und die Zuleitungen *g* in die Sohlenanäle der Verkokungskammer *V* geleitet wird, tritt die Luft in den (Fig. 54) Lusterhitzer *R* und durch die Canäle *l* in die Sohlenanäle der Verkokungskammer. Die Verbrennung erfolgt bei dem Zusammentritt von Gas und Luft. Die Verbrennungsproducte ziehen durch die Sohlenanäle durch *l*₁ nach *R*₁ und durch den Schacht *a* zum Schornsteine *S*.

Nach einiger Zeit werden Theer und Luft in bekannter Weise umgestellt. Die Entgasungsproducte entweichen durch *Ga*.

Pernolet¹⁾ versieht diese Öfen mit besonderer Sohlenheizung.

Fig. 54.



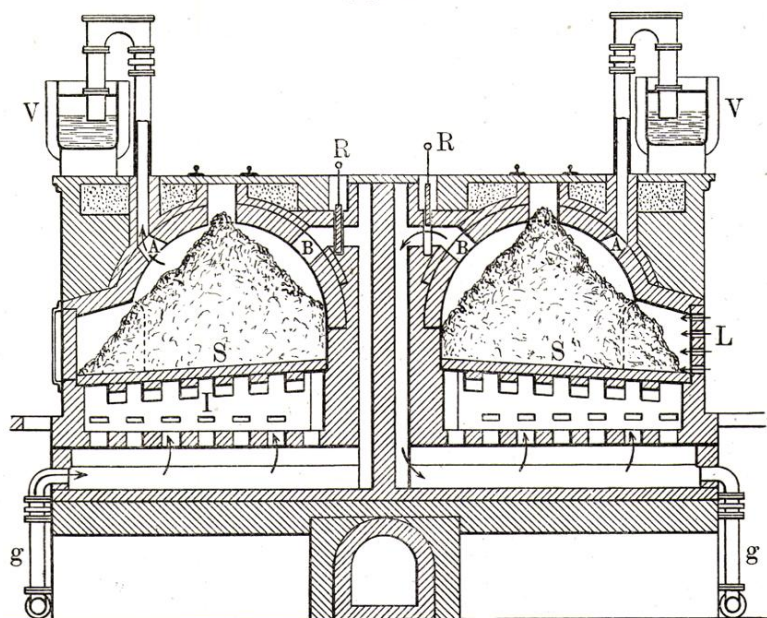
2. Stehende Koksöfen.

Den Uebergang von den Bienenkorböfen mit Sohlenheizung zu den stehenden Koksöfen mit wesentlich seitlicher Heizung bilden die Öfen von Heltawski und Rahner (D. R.=P. Nr. 24438), F. Brund (D. R.=P. Nr. 25499 und 29018) und A. Klönne (D. R.=P. Nr. 25673). Nach letzterem wird die Sohle (Fig. 55 a. f. S.) durch die Gase nach Abscheidung von Ammoniak und Theer geheizt, welche durch Rohre *g* Zutreten. Die Destillationsproducte entweichen bei *A* in eine Vorlage *V*, nachdem der zweite Ausgang *B* geschlossen ist (1. Periode). Wenn so Theer und Ammoniak möglichst ausgetrieben ist, wird der Schieber *R* geöffnet und dann zum Zwecke der directen Verkokung bei *L* Luft in den Ofen gelassen. Die Verkokung fährt nun von oben nach unten fort (2. Periode). Die erzeugten halb verbrannten

¹⁾ Rev. univ. des Mines 1883, Tafel 4.

Gase ziehen durch die Oeffnung *B* ab, werden durch zugeführte Luft, welche in Canälen vorgewärmt bei *l* eintritt, vollständig verbrannt und treten in Canäle,

Fig. 55.



welche in der ersten Periode mit den von Theer und Ammoniak befreiten Leucht- oder Generatorgasen geheizt waren.

Der Converter-Koksofen von E. v. Kunowski (D. R.-P. Nr. 7625) bildet einen unten völlig geschlossenen, oben durch einen Deckel verschließbaren Hohlzylinder aus feuerfesten Ziegeln, welche durch einen Blechmantel zusammengehalten werden. Er hängt in einem Ringe von Schmiedeeisen und kann wie eine Bessmerbirne gekippt werden. Die bei der Verkokung gebildeten Gase gehen durch sechs Canäle in den Seitenwänden abwärts, verbrennen mit der durch Oeffnungen dieser Canäle eintretenden Luft und gehen dann senkrecht durch den kurzen cylindrischen Hals nach unten ab. Er dürfte ebensowenig Verbreitung finden, wie der Schachtofen zum ununterbrochenen Verkoken von E. Stauber¹⁾ (D. R.-P. Nr. 67189).

Der Koksofen von Gebr. Appolt²⁾ erlangte bald nach seiner Einführung (1856) eine ansehnliche Verbreitung, die aber in den letzten Jahren zurückgegangen ist. Die etwa 5 m hohen Schächte *a* (Fig. 56 und 57) sind unten durch Klappthüren *l*, oben durch Deckplatten geschlossen und durch Binder *d* gegen einander und gegen das Rauhgemäuer abgestützt. Abzugs-

¹⁾ D. R.-P. Nr. 67189; Zeitschr. f. angew. Chem. 1893, 177. — ²⁾ Vergl. Berg- u. hüttenm. Ztg. 1856, 137; 1859, 100 u. 224; 1860, 83 u. 424; 1864, 224; 1865, 103 u. 139; 1869, 363; 1872, 157; 1874, 272.

öffnungen *e* führen die Gase nach den Räumen *b*, wo sie mit der bei *f* eintretenden Luft verbrennen. Die Verbrennungsgase ziehen durch die lothrechten

Fig. 57.

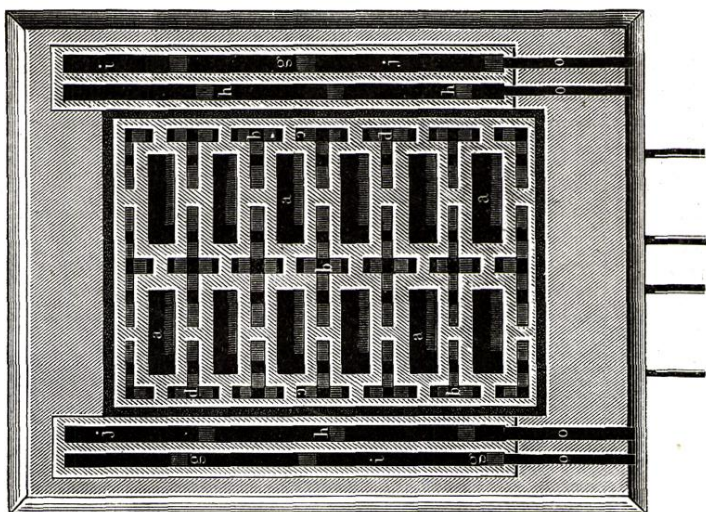
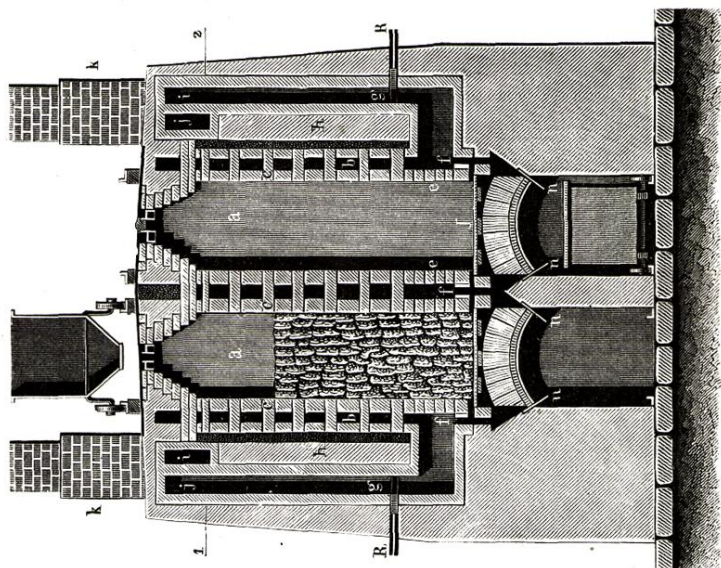


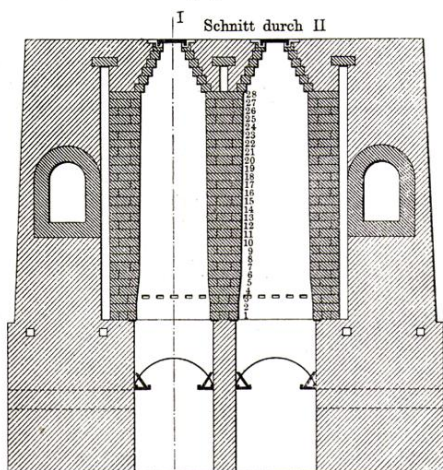
Fig. 56.



Canäle *g* und *h* und die wagerechten Züge *m* und *n* zum Schornstein. Die Defen bewährten sich besonders für die Verkokung wenig backender, gasreicher Kohlen.

E. Palm (D. R.-P. Nr. 10934) änderte den Appolt'schen Kofsofen dahin, daß der Ofen zwei Reihen stehender Kammern enthält, in welchen baf-

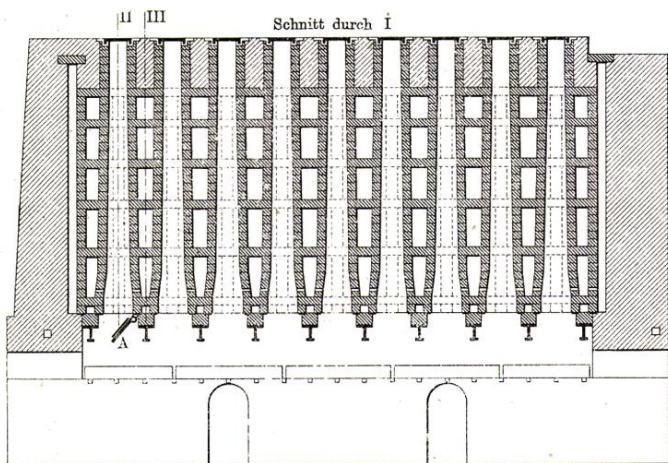
Fig. 58.



fähige Klein- der Staubkohle
vermittelst Erwärmung der
Außenwände der Kammern
durch Verbrennung der aus
den Kammern tretenden Gase
verkokt wird (Fig. 58 bis 60).
Die Kammern mit der zu ver-
kokenden Kohle werden durch
die obere mit einem eisernen
Deckel verschließbare Deffnung
7 bis zur 28. Ziegellage ge-
füllt, nachdem vorher die un-
tere Deffnung durch die in
Fig. 59 abgebildete und mit
A bezeichnete eiserne Thür ge-
schlossen ist, welche letztere zum
Schutz gegen die Hitze etwa
28 cm hoch mit Löschte bedeckt
ist. Nach Beendigung der

Verkokung wird die obere Deffnung und sodann die untere Thür geöffnet,
worauf die Koks in einen darunter geschobenen Wagen fallen; darauf wird die

Fig. 59.

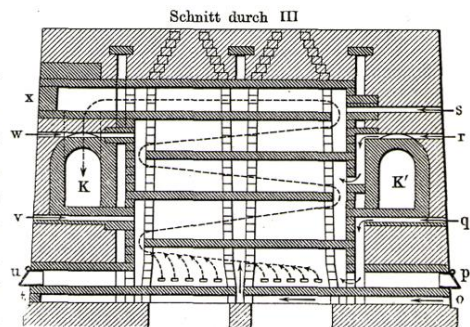


untere Thür wieder geschlossen und mit Löschte bedeckt, die Kammer von Neuem
gefüllt und die obere Schüttöffnung wieder geschlossen. Die Verkokung ist
beendet, wenn durch die Schläge keine Gase mehr aus den Kammern treten.

Die Gase treten durch Schlitze in der dritten Ziegellage aus den Kammern in den Feuerraum, gehen in der Richtung der gestrichelten Pfeile durch die Schlote yy' nach den Sammelcanälen KK' und von da in die Essen ZZ' . Die

Verbrennungsluft wird in der Richtung der vollgezeichneten Pfeile zugeführt. Die Regelung der Flamme in den Canälen x erfolgt durch wagerechte Thonschieber, mit welchen die Schlote yy' verdeckt werden können, und an den Luftcanaleingängen $vwoqrs$ durch Schieber oder Thonpfropfen. Die eisernen Thüren vor u und p werden nur geöffnet, wenn die Züge von sich ansetzender Schlacke gereinigt werden müssen. Während des Betriebes sind die Klappen geschlossen und luftdicht verschmiert. In der Mitte der Klappen befindet sich nur ein etwa 1 mm großes Schauloch zur Beobachtung der Flamme.

Fig. 60.



Während des Betriebes sind die Klappen geschlossen und luftdicht verschmiert. In der Mitte der Klappen befindet sich nur ein etwa 1 mm großes Schauloch zur Beobachtung der Flamme.

Appolt'sche Defen in Verbindung mit Dampffesseln und verschiedenen Abänderungen beschreibt Marle ¹⁾.

Der Koksofen von M. Kleist (D. R.-P. Nr. 56488 und 56489) steht auf Säulen mit einem Trägergerüst, welches mit gußeisernen Platten A (Fig. 62 u. 63, S. 72 u. 73) überdeckt ist und in welchen unterhalb der Defen Löcher mit Schiebern angebracht sind, um die Kammern entleeren zu können. Die je 1750 kg Kohlen fassenden Kammern B sind von rechteckigem, unten sich erweiterndem Querschnitt, in zwei Reihen parallel mit einem Zwischenraum C zu einander angeordnet. Die Räume C sind mit Züge bildenden Platten D und mit Bindesteinen E versehen. Die aus den Kammern B durch die Löcher F in die Sammelcanäle K und L und in die Räume C strömenden Gase erhalten durch die Oeffnungen G in der Stirnwand Luft zugeführt und verbrennen, während sie um die Platten D herumziehen, damit die Kammern B von beiden Seiten heizend, um schließlich durch den Canal H in den oder die Schornsteine J abzuführen. Die Bindesteine E übertragen den von den Kohlen ausgeübten Druck auf das äußere, den ganzen Ofen einschließende Mauerwerk. Um einerseits den Verkokungsproceß näher beobachten, andererseits die in den Kammerwänden befindlichen Gasaustrittsöffnungen F bei etwaiger Verstopfung wieder reinigen zu können, sind Schauöffnungen M angebracht.

Zur Gewinnung von Theer und Ammoniak werden die Gasaustrittsöffnungen F an den Kammern und die Sammelcanäle K an der Stirnwand des Ofens durch Schieber geschlossen. Als dann werden die Gase durch die am oberen Ende der Kammern angebrachten Oeffnungen N abgesaugt,

¹⁾ Stahl und Eisen 1894, 383.

geköhlt und vermittelst der drei Oeffnungen *O* die übrig bleibenden Gase dem Ofen unter die erste Deckschicht *D* wieder zugeführt, welche wie vorher um die Platten *D* herumziehen, verbrennen und die Kammern heizen. Die zur Verbrennung dieser Gase nöthige Luft wird nicht direct den Aufsteinströmungs-

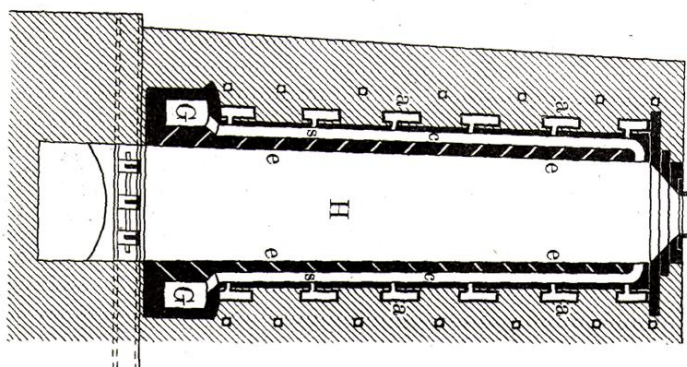


Fig. 61.

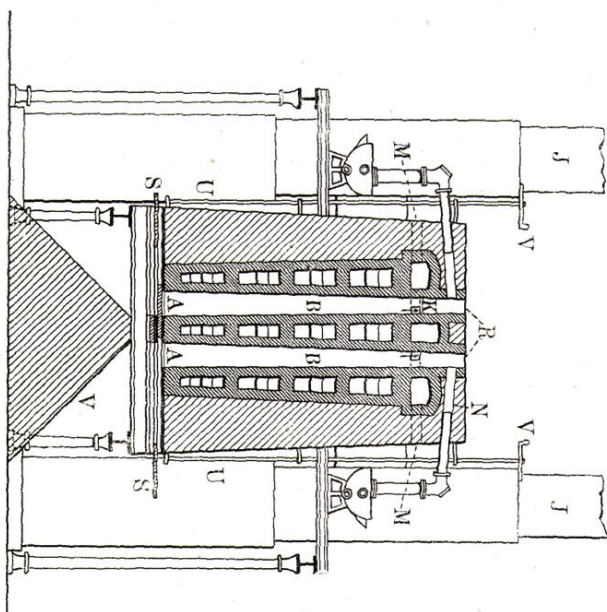
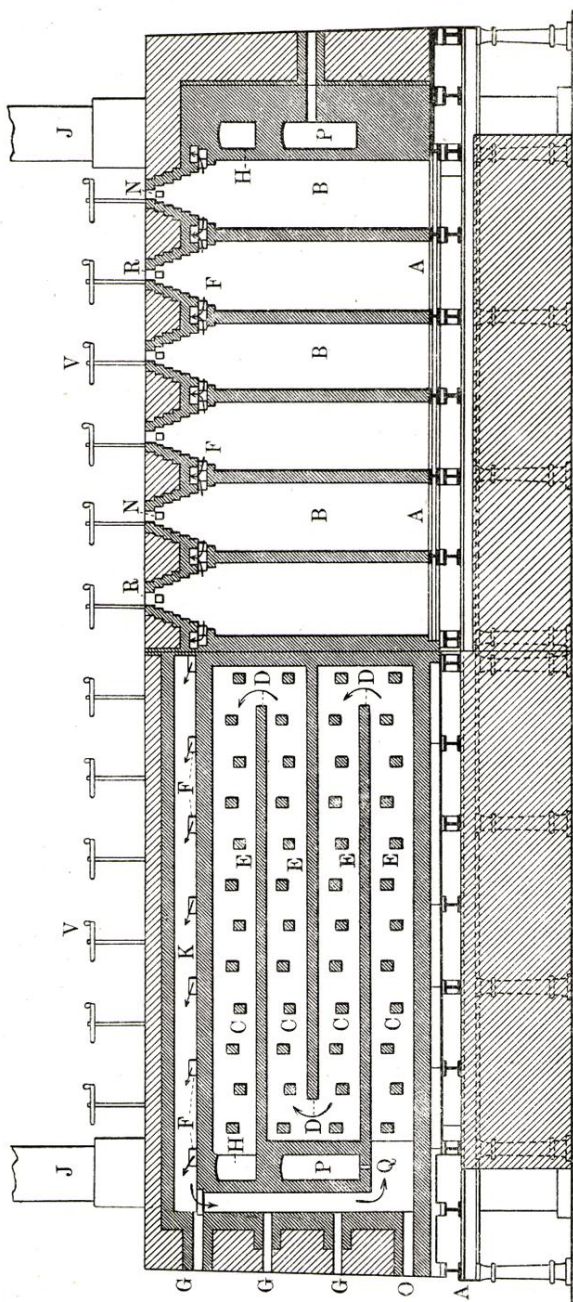


Fig. 62.

öffnungen *G* zugeführt, sondern tritt zunächst in den unter dem Canale *H* angelegten Lufteerwärmungschanal *P* und aus diesem durch die unten angebrachten Oeffnungen *Q* zu den unter die erste Deckschicht *D* eingeführten Gasen.

Die Kohlen werden durch die Einschüttöffnungen *R* in die Kammern eingebracht und diese Oeffnungen mit gußeisernen Deckeln verschlossen und mit

Fig. 63.



Lehm abgedichtet. Nach beendetem Verkokungsproceſſe werden Schieber, welche die unteren Oeffnungen der Kammern *B* verschließen, zurückgezogen und die Koksstücken fallen durch ihr Eigengewicht auf die unter dem Ofen befindliche doppelt schiefe Ebene *V*, worauf die Oeffnungen durch die Schieber wieder geschlossen und die Kammern von Neuem wieder besetzt werden.

Bei dem Schachtkokssofen von E. Franzen in Angleur, Belgien (D. R.-P. Nr. 21867 und 24279), treten die in dem Verkokungsraume *H* (Fig. 61, S. 72) entwickelten Gase durch Spalten *e* in die senkrechten Canäle *c*, in welchen sie mit der aus den horizontalen Canälen *a* durch Schläge *s* zutretenden Luft verbrennen. Die Canäle *a* stehen, durch Stöpsel regulirbar, mit der atmosphärischen Luft in Verbindung. Die Verbrennungsproducte sammeln sich in dem Canale *G* und gelangen von diesem in den Schornstein.

Die Lothringer Eisenwerke (D. R.-P. Nr. 32841) wollen dadurch die schwere Zugänglichkeit der Appolt'schen Koksöfen vermeiden und außerdem

Fig. 64.

Fig. 65.

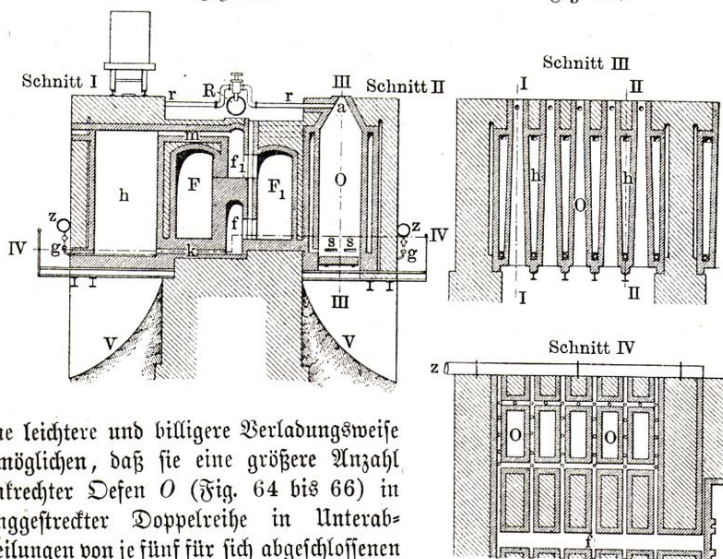


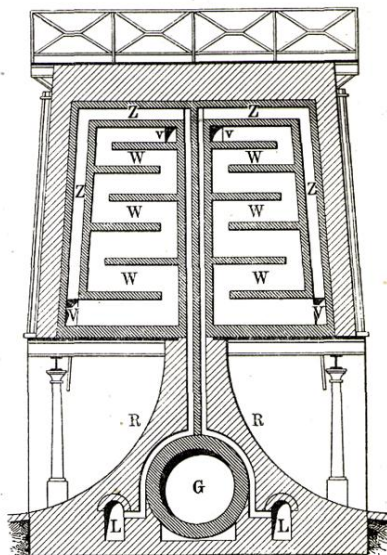
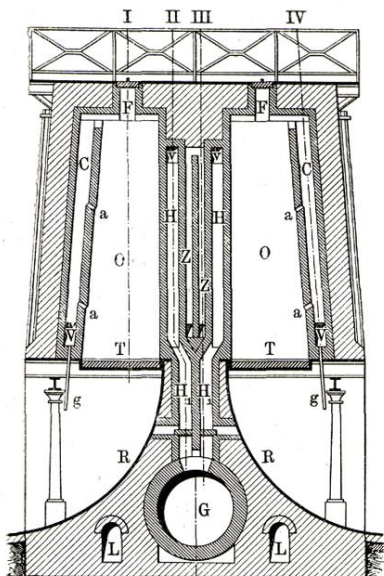
Fig. 66.

eine leichtere und billigere Verladungsweise ermöglichen, daß sie eine größere Anzahl senkrechter Defen *O* (Fig. 64 bis 66) in langgestreckter Doppelreihe in Unterabtheilungen von je fünf für sich abgeschlossenen Kammersystemen zusammenbauen. Zwischen diesen beiden Ofenreihen liegen die Feuer- canäle *F* und *f*. Nachdem der Ofen *O* durch die Füllöffnung *a* geladen ist, treten die sich entwickelnden Gase durch die am unteren Ende des Ofens befindlichen Schlitz *s* in den Heizraum *h*, woselbst sie mit der durch die Canäle *k* kommenden heißen Luft verbrennen. Die Verbrennungsgase werden am oberen Ende des Heizraumes *h* durch die Canäle *m* nach dem Sammelcanale *f*₁ abgeführt, von welchem aus sie durch die Hauptcanäle *F* bezw. *F*₁ zu den Kesseln geleitet werden. — Bei Betrieb der Defen mit Gewinnung der Nebenproducte sind die Schlitz *s* in den Defen geschlossen und die sich entwickelnden Gase treten durch das Rohr *r* in das über der ganzen Ofengruppe liegende

Sammelrohr *R*, von wo aus sie nach den Apparaten zur Gewinnung der Nebenproducte gelangen. Nachdem die Gase von Theer und Ammoniak befreit sind, werden dieselben durch die Rohre *s* und die Zweigrohre *g* zwischen je zwei Kammern in den Verbrennungsraum *h* geführt. Die Sohle dieser Verbrennungsräume ist durch hohle, feuerfeste Steine gebildet. Beim Austritte der Gase aus den Oeffnungen verbrennen sie mit der durch den Canal *k* zu tretenden heißen Luft. — Die kalte Luft geht durch den vorher von den abziehenden Gasen erhitzten Hauptcanal *F*, erwärmt sich hier und tritt dann in den Vertheilungscanal *f*, aus welchem sie durch die Einzelcanäle *k* in die Ver-

Fig. 67.

Fig. 68.

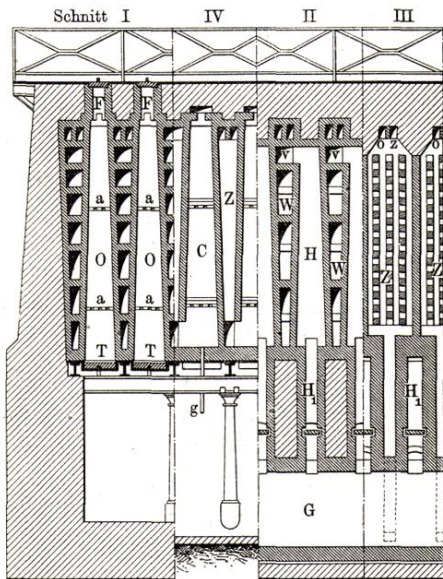


brennungsräume *h* unten eintritt, um hier mit dem zuströmenden Gase zu verbrennen. Die Verbrennungsproducte dagegen treten durch die sich am oberen Ende des Verbrennungsraumes *h* befindlichen Abzugscanäle *m* in den Sammelcanal *f*₁, von welchem aus sie den Heizcanal *F*₁ vorwärmen. Der Wechsel in der Luftzuführung wird durch Umstellen von Schiebern erreicht; zu gleicher Zeit müssen die Canäle *F* und *F*₁ abwechselnd mit der Luft bezw. dem Kamine in Verbindung stehen. Bei Beendigung des Verkokungsprocesses werden die Thüren der Defen heruntergeklappt, so daß die Koksäule durch ihr Eigengewicht auf die schräge Ablösch- und Verladerrampe *V* fällt.

Bei dem senkrechten Koksofen von J. Collin (D. R.-P. Nr. 36518) werden die Kammern *O* (Fig. 67 und 68) durch die Oeffnungen *F* gefüllt. Die fertigen Koks fallen beim Ausziehen der Bodenverschlüsse *T* über die Rutschflächen *R* nach dem Löschplatze. Die Gase ziehen aus *O* durch die Oeffnungen *a*, welche behufs Verhinderung des Eindringens von Kohlen bogen-

förmig aufwärts gehen, nach dem Canale *C*, gelangen durch die Verbindungsöffnung *V* in die unteren Wandcanäle und ziehen schlangenförmig ansteigend in dem Canale *W* (vergl. Fig. 69) nach der oberen Verbindungsöffnung *v*, um endlich durch den senkrechten hinteren Canal *H* und die Flüchse *H*₁ nach dem Hauptgascanale *G* zu entweichen. Die Verbrennungsluft hingegen zieht von den parallel zum Gascanale *G* angeordneten Canälen *L* durch die Luft-

Fig. 69.



züge *Z* gleichfalls nach *V*, wo sie mit den von *C* herkommenden Gasen zusammentrifft. Durch diese Einrichtung werden die äußeren Ofenwände stark erhitzt und durch die ausstrahlende Wärme derselben soll daher die Verkokung bedeutend befördert werden.

Die Einrichtung ermöglicht es, die Ofen sowohl mit, als auch ohne Gewinnung der Nebenproducte zu betreiben. Im ersteren Falle treten die Gase, welche in beliebiger Höhe an der Vorderseite der Ofen entnommen werden können, durch die gewöhnlichen Gasaustrittsöffnungen aus den Kammern in den Canal *C*, dessen Verbindung mit den Wandcanälen *W* nunmehr

unterhalb der unteren Reihe der Gasaustrittsöffnungen unterbrochen wird. Von hier aus werden die Gase durch in *C* einmündende Rohre nach der Condensationsvorrichtung geleitet. Nach Abgabe der Nebenproducte treten die Gase bei *V* oder auch höher in die Seitencanäle *W* mit der vorgewärmten Luft wieder ein. Um den Zeitpunkt der Entleerung beobachten zu können, ist unten an jedem Ofen ein Stück Gasrohr *g* angebracht, welches bis in den Canal *C* führt.

Nach H. Stier (D. R.-P. Nr. 24714, 26897 und 35120) soll abwechselnd in der einen Kammer eines Koksofens eine Vergasung durch Heizgaserzeugung oder vollständige Verbrennung, in der anderen Kammer eine Entgasung durch die von der ersten Kammer gelieferte Hitze stattfinden¹⁾.

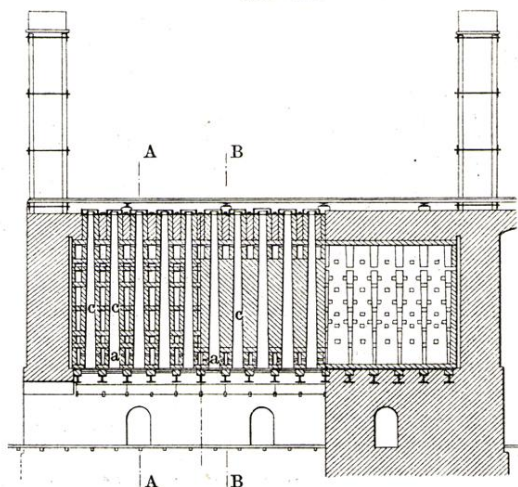
H. Nitten (D. R.-P. Nr. 28068) leitet während der Verkokung in den Raum über der Kohle überhitzten Wasserdampf ein und entnimmt die Destillationsproducte am Boden. Um das Eindringen von Luft in die Appolt'schen Ofen zu vermeiden, läßt Nitten die Luft nicht ansaugen, sondern treibt die

¹⁾ Dingl. 260, 376.

zur Verbrennung erforderliche Luft in die betreffenden Züge ein, so daß die Defen unter Druck arbeiten.

Stehender Koksöfen von Th. v. Bauer und R. Gödecke (D. R.-P. Nr. 7825). Bei der Verarbeitung von mageren Kohlen treten die Gase durch die am Boden befindlichen Löcher *a* (Fig. 70 und 71) aus, um in dem Räume zwischen den Defen

Fig. 70.



verbrannt zu werden. Der beim Beginn des Verkokungsprocesses gebildete Wasserdampf entweicht aus der in jeder Längswandung angebrachten Oeffnung *b*. Die einzelnen Kammern *c* sind durch eine Zunge *d* von einander getrennt, welche die ausgetretenen Gase verhindert, sofort nach den Kaminanälen zu strömen, sie vielmehr zwingt, die hinteren halben Seitenwände und die schmalen Rückenwände der Kammern zu bestreichen, auf der anderen Hälfte der Kammerlängswände wieder herunter zu gehen, ehe sie durch den Abzugscanal *e* entweichen. Die zur

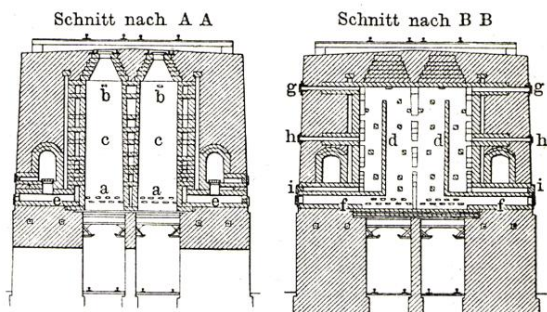


Fig. 71.

Verbrennung des aus den Löchern *a* heraustretenden Gases erforderliche Luft wird durch den Canal *f* zugeführt. Außerdem kann man auch noch durch die Canäle *g*, *h* und *i* Luft Zutreten lassen, um den Verbrennungsproceß in beliebiger Weise zu leiten und die Wärme gleichmäßig zu vertheilen. — Man kann auch die Verbandsteine fortlassen¹⁾.

Bei den stehenden Koksöfen von Th. Bauer (D. R.-P. Nr. 28530) treten die Destillationsproducte der Kohlen aus der Kammer *K* (Fig. 72

¹⁾ Dingl. 237, 453.

bis 74) durch eine doppelte Spaltenreihe in den Canal S und vereinigen sich da mit der von rückwärts nächst der Ofenmitte bei a zugeleiteten vorerwärmten Luft.

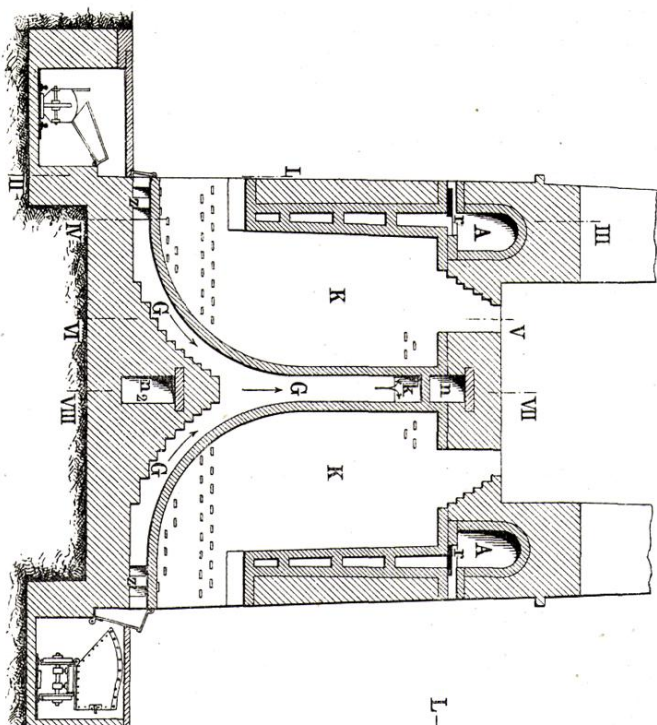


Fig. 72.

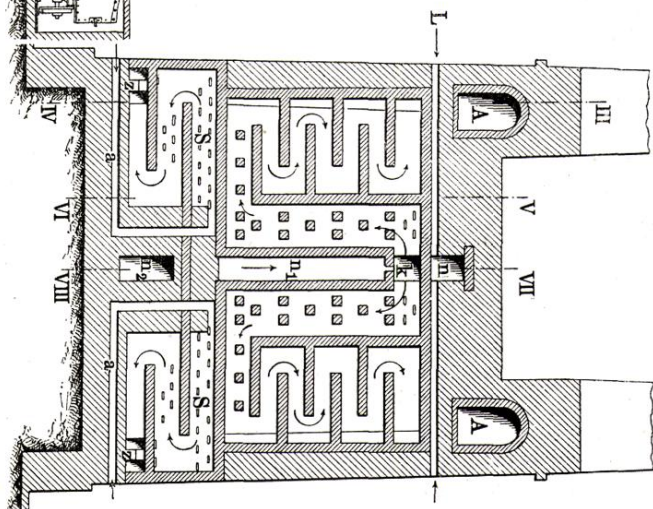
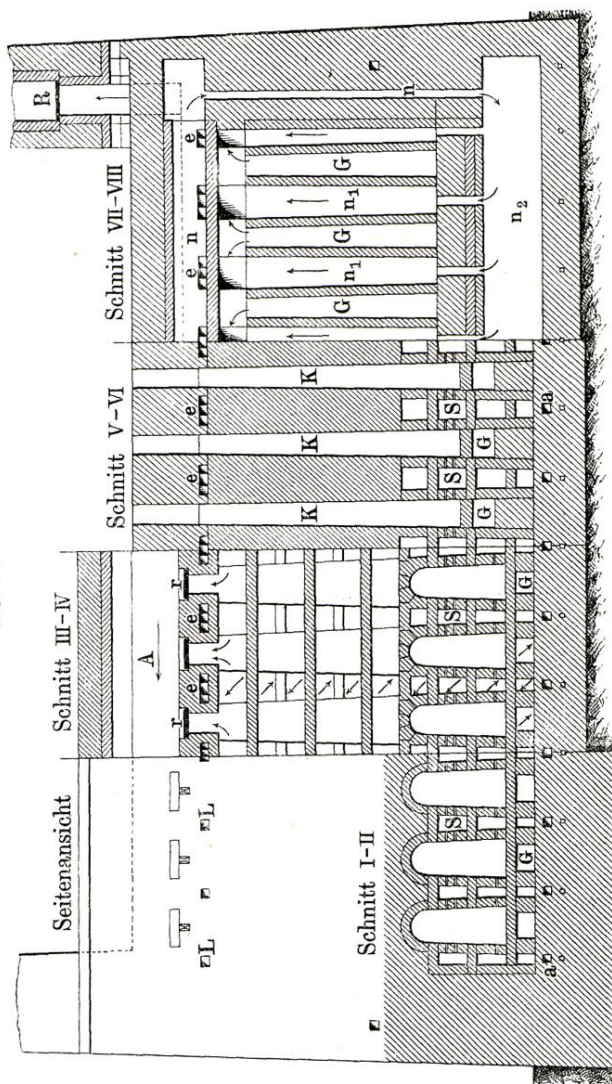


Fig. 73.

Vom hinteren Ende des Spaltencanales S ziehen die Gase mit der Luft lebhaft verbrennend nach vorn und gehen bei z unter die Kammersohle. Unter

der Bogensohle G strömen sie nun aufwärts, zuletzt in senkrechter Richtung, um endlich in einigen Steinschichten unter der Deckschicht der Verbrennungsräume in gleicher Höhe mit der bedeutend vorerhitzten Verbrennungsluft L und mit

Fig. 74.



dieser sich kreuzend auszumünden. Die Luft L wird von außen ebenso wie a durch Schieber geregelt, zieht durch Canäle über der Deckschicht der Verbrennungsräume ein, sammelt sich in einem oberen Längscanal n , fällt durch in der Seitenmauer ausgehaltene Luftschächte abwärts, um sich in einem Längs-

canale n_2 , welcher unten in der Ofenmitte sich befindet, zu sammeln und von da durch Schlitze in die zwischen den Gascanälen G liegenden senkrechten Luftcanäle n_1 zu gelangen, welche wieder mit einem Schlitze an der Berührungsstelle mit den Gascanälen in den Canal k endigen. In der Nähe der Berührungsstelle besitzen die Kammern K noch einige Gasaustrittsspalten und ziehen nun auch die hier austretenden Gase des oberen Kammertheiles, im Vereine mit den aus den Gascanälen kommenden Gasen und mit der hoch erhitzten Luft bei e , die weiteren mit Pfeilen bezeichneten Wege bis zu den Registern r ; jede Kammer hat an ihrer äußeren Schmalseite ein Register, das den Zutritt in den Längscanal regelt, welcher beiderseitig auf dem Ofen angebracht ist und in die Kamine oder in aufgesetzte senkrechte Röhrenkessel mündet. Diese besitzen je ein Haupt- bzw. Kaminregister R , um die in dem Abzugscanale A (bzw. Längscanal oben) sich sammelnden verbrannten Gase nach Bedarf und dem Ofengange entsprechend zu entlassen.

Die Entnahme der Gase zur Gewinnung von Theer und Ammoniak kann entweder nächst der mit einem Schamottefutter versehenen Ofenthür am tiefsten Punkte der Kammersohle, oder auch unterhalb der eisernen Sichtdeckel erfolgen.

Nach dem Zusatzpatent Nr. 32235 theilt derselbe bei seinem senkrechten Koksöfen den Luftcanal in zwei Stränge, wobei der obere seine Bestimmung zur Luftzuführung beibehält, der untere Canal aber zur Aufnahme der von der Nebenproductgewinnung zurückkehrenden Gase dient und zu diesem Zwecke in die aufsteigenden Luftcanäle mündende Schlitze besitzt.

Nach fernerer Angaben desselben (D. R.-P. Nr. 41901) ist ein Gasammelraum G und ein Luftammelraum (Fig. 75 und 76) vorgesehen. Aus ersterem sollen die sämtlichen Sohl- und Seitenzüge einer ganzen Koksöfengruppe ununterbrochen gespeist werden; durch die freie Verbrennung des Gasgemisches, welches entsteht durch das Zusammentreffen der aus den geöffneten Kammerraumregistern K und aus dem von der Condensation N kommenden Retourgase mit der erwärmten Verbrennungsluft v , entsteht eine einheitliche Gasquelle von höchster Temperatur in dem Luft- und Gasammelraume G , welche ein ganz gleichmäßiges Heizgas für die Umspülung aller Kammern K bis zu den Regulirungsschiebern s hin im Verbrennungsraume liefert.

Wenn ohne Nebengewinnung gearbeitet wird, also der Canal n zu den Saugrohren für die Nebengewinnung abgeschlossen ist, gehen die ganzen directen Kammergase durch die Register und den Gasraum G in den Contactcanal zur Verbrennung.

Diese Ofen sind durch Th. Bauer u. Niederer (D. R.-P. Nr. 50331) dahin geändert, daß Kofst R (Fig. 77 a. S. 82) zum Anheizen dient, bzw. bei sehr schwer gasenden Kohlen, Braunkohlen u. dergl., zur Unterstützung der Destillationsgase durch besondere Feuerung. Der große Gas- und Luftammelraum wird durch Zwischenwände, entsprechend den einzelnen Kammern, abgetheilt. Im oberen Ofentheile ist eine directe Verbindung mit dem Kamine hergestellt. Die Verbrennungsräume bleiben am Fuße der Sohlen in Zu-

Fig. 75.

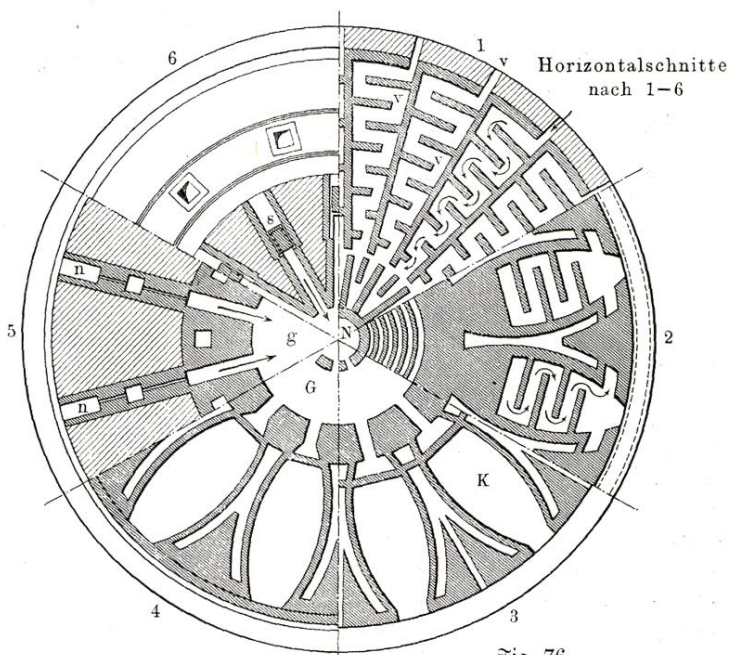
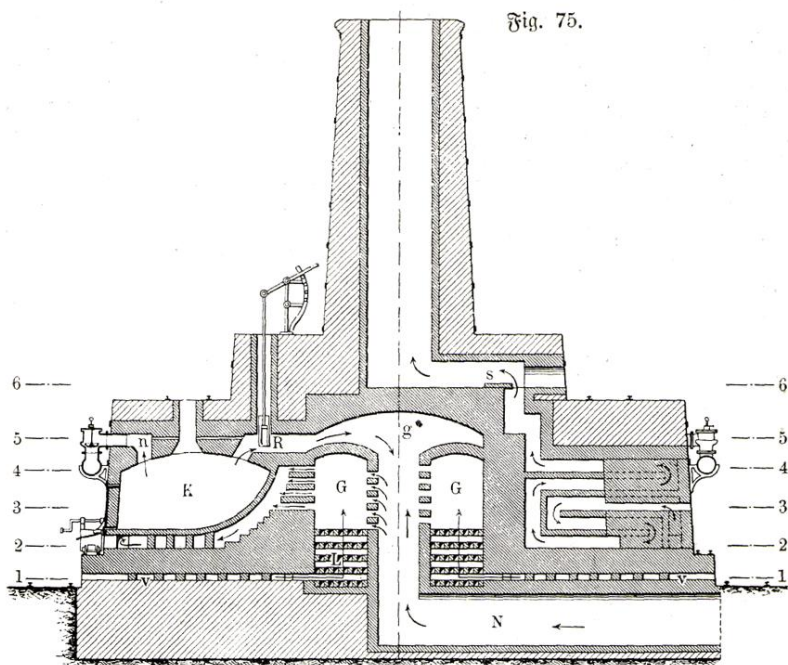
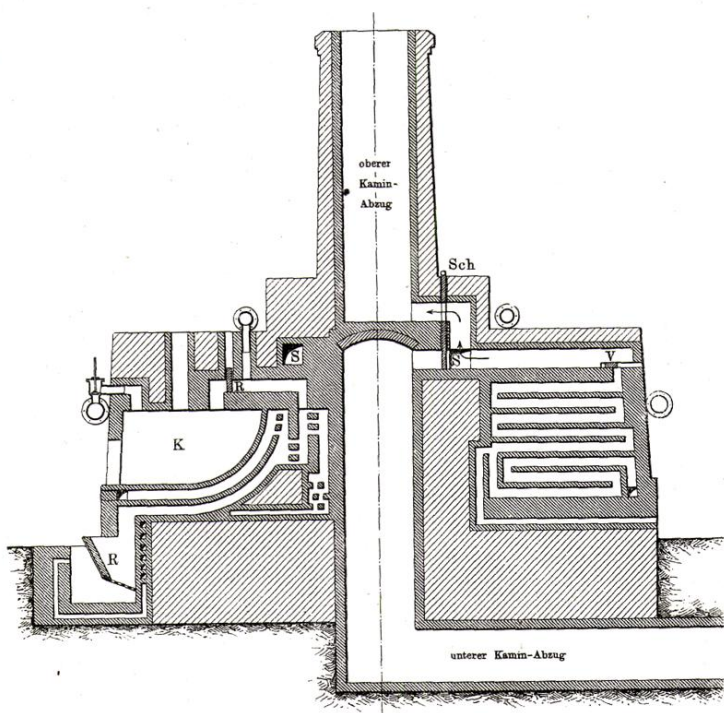


Fig. 76.

sammenhang, derselbe kann aber am Ende der Sohlen leicht aufgehoben werden, wonach also jede Kammer mit den ihrer Füllung entströmenden Gasen für sich allein arbeiten kann, indem die Gase am oberen, der Mitte der Gruppe zu gelegenen Ende der Sohle durch eine mittelst Registersteine *R* verschließbare Oeffnung, nachdem sie für sich, innig mit regelbarer bezw. vorgewärmer Luft gemischt, unter der Sohle nach abwärts ziehen; unten angekommen, gehen sie,

Fig. 77.



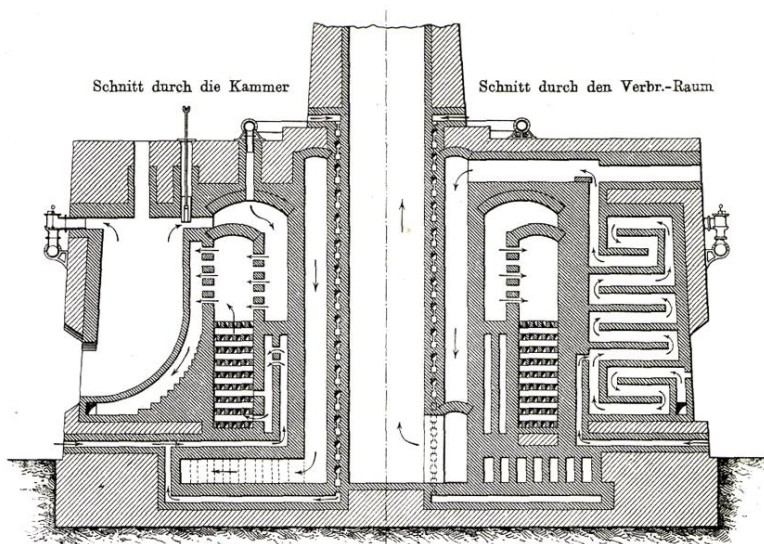
in dem zur einen Seite der Kammer gelegenen Verbrennungsraum kreisend, nach oben zum Verbrennungsraumregister *V*, während die Gase der Nachbarkammer, in derselben Weise ziehend, die andere Kammerwand erhitzen.

Durch den Fuchstein ist die erwähnte Trennung einfach hergestellt; da dieser Stein leicht entfernbar, so kann man nach Belieben eine Kammer mit der neben ihr liegenden oder mehrere oder alle mit einander verbinden, in welchem Falle die Gase jeder Kammer am Fuße derselben nach beiden Seiten abziehen und aufwärts bis zum Verbrennungsraumregister streichen. Ferner ist die Anordnung getroffen, daß die aus dem Verbrennungsraumregister kommenden verbrannten Gase, ehe sie in den Kamin gelangen können, in einen kreisförmigen, durch Zwischenwände in beliebige Sektoren getheilten Sammelcanal *S* kommen, aus dem sie je nach Schluß oder Oeffnen eines Kamin-

schiefers Sch in den Abzug nach oben (aufgesetzter Kamin) oder nach unten (seitwärts stehender Kamin oder Kesselheizung) abziehen können.

Nach Angabe von Th. Bauer ¹⁾ führten fortgesetzte praktische Erfahrungen den Wunsch, äußerst sparsame Kohlen und Kohlenmischungen noch auf gute Producte und billig verarbeiten zu können, sowie mit einer einzigen Gruppe den Bedarf eines Hochofens vollständig decken zu können (60 bis 70 t in 24 Stunden) zur Construction des in Fig. 78 dargestellten Ofens. Derselbe hat bei 15 m Durchmesser der Gruppe 40 Kammern mit je 2½ t Kohlenfassungsräum für 24 Stunden = 100 t für jede Gruppe, so daß, je nach dem festen Kohlenstoffgehalt der zur Verarbeitung kommenden Kohlen oder deren

Fig. 78.



Mischungen mit Anthracit (60 bis 85 Proc.) in 24 Stunden in einer solchen Gruppe 60 bis 85 t Koks erzeugt werden können, da das Ausbringen dem theoretischen fast ganz gleichkommt. Bei sehr mageren Mischungen, wie z. B. in le Creusot (50 bis 55 Proc. Anthracit auf 50 bis 55 Proc. Halbfettkohlen von St. Etienne), betrug der Stückkoksfall 92 Proc., der Kleinkoks 4 Proc., die Lösch 4 Proc. vom gesammten Koksabbringen. Diese Gruppen sind mit einer besonderen Vorerhitzung der Verbrennungsluft durch die abziehenden Gase ohne Zugumkehr und Regeneratoren ausgerüstet. Die Gruppe enthält in ihrer Mitte das Abzugskamin, dessen Schacht aus starken Steinen hergestellt ist, welche von außen und innen durch die abziehenden Gase bestrichen werden, wodurch in innerhalb der mittelfst verticaler Oeffnungen mit einander verbundenen Kreiscanäle ziehende Luft erhitzt wird.

¹⁾ Glaser's Ann. 1887, Sonderabdruck.

Einen ringförmig angeordneten stehenden Koksöfen beschreibt auch E. Gödecke (D. R.-P. Nr. 9853).

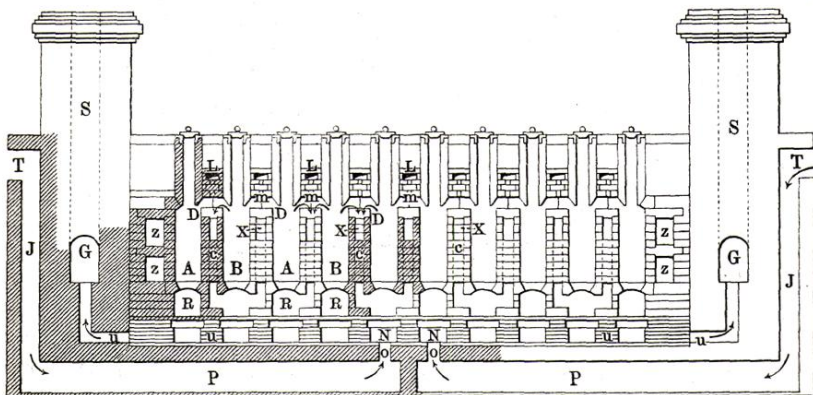
Nach J. McCulloch und Th. Reid (*D. R.-P. Nr. 31158) ruhen die kreisförmig angeordneten Koksöfen auf eisernen Säulen. Die auf den Säulen liegenden eisernen Platten sind mit Oeffnungen für die Böden der Retorten versehen.

Nach The Economic Gas and Coke Comp. (D. R.-P. Nr. 59893) liegen die Ofenpaare zwischen je einer für beide Ofen des Paares gemeinsamen Verbrennungskammer einerseits und einem gleichfalls gemeinsamen Gassammelraum andererseits und stehen mit diesen Räumen durch Canäle in Verbindung. Jeder Ofen bildet eine schmale aufrechte Kammer; der Boden und die Decke haben eine Neigung von etwa 33° , während die Seiten- und Endwände lothrecht stehen¹⁾.

3. Liegende Koksöfen.

Koksöfen von E. Coppée (D. R.-P. Nr. 9908). Die einzelnen Ofen A und B (Fig. 79) sind durch Mauern aus feuerfesten Steinen abgetheilt. Die entwickelten Gase treten durch 18 seitliche Oeffnungen D in die

Fig. 79.

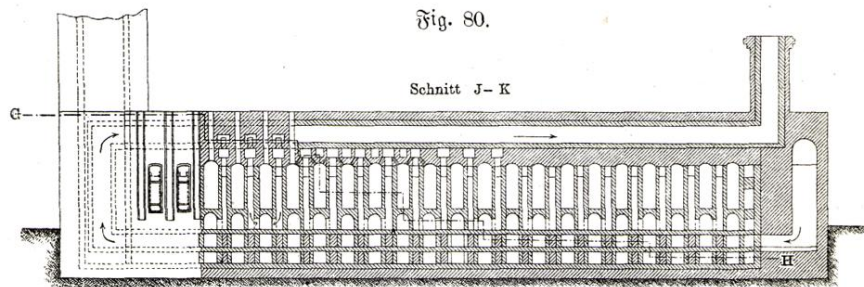


horizontal laufenden Züge X und gehen durch die senkrechten Züge c in die Canäle R, um zum Schornstein zu gelangen. Kleine Züge L laufen den Ofen entlang und führen die zum Verbrennen der Gase erforderliche vorgewärmte Luft durch Oeffnungen m in die Züge X. Die zum Kühlhalten der Ofenmauern dienende Luft tritt durch seitliche Oeffnungen T ein, geht durch Canäle J abwärts in die vier gewölbten Gänge P, steigt durch acht Oeffnungen o in die beiden Gallerien N und vertheilt sich in die Züge u, um von dem Sammelcanale G aus durch den Schornstein S zu entweichen. Werden die Ofen nach je zwei Tagen gewechselt, so entleert man den Ofen A

¹⁾ Fischer's Jahrbuch. 1892, 9.

24 Stunden später als den damit zusammenhängenden Ofen *B*, so daß dessen Flammen Sohle und Wände des Ofens *A* während des Einfüllens erhitzen. Ist dieser Ofen mit Kohle gefüllt, so entweichen die Gase zu beiden Seiten der Wölbung durch die Oeffnungen *D*, treffen in den Canälen *X* mit den heißen Gasen der Ofen *B* und der bei *m* eintretenden Luft zusammen und verbrennen. Die Flamme geht nun durch die senkrechten Züge *c* nach unten in den unter

Fig. 80.



Horizontalschnitt G-H

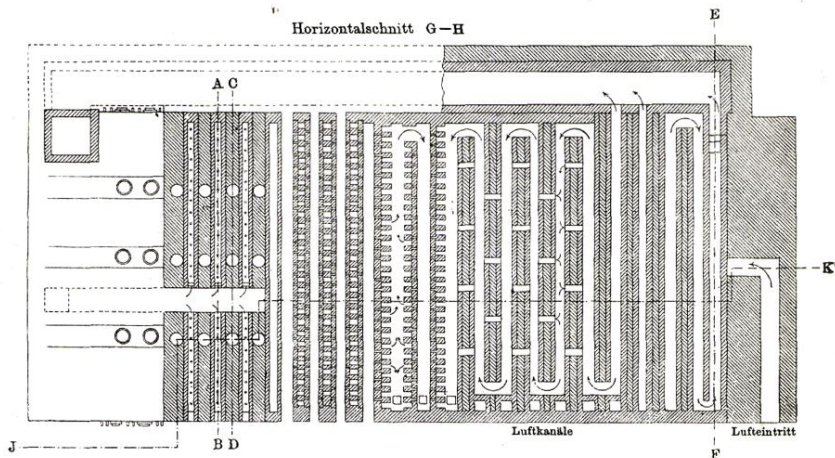


Fig. 81.

der Sohle des Ofens *A* befindlichen Zug *R*, dann unter die Sohle des Ofen *B* und entweicht zum Schornstein. Beim Betriebe der seitlichen Ofen gehen die heißen Gase von den Zügen *R* aus zunächst durch die horizontalen Züge *z*, bevor sie zum Schornstein gelangen.

Nach neueren Mittheilungen¹⁾ haben die jetzt von der betreffenden Firma ausgeführten Ofen die durch Fig. 80 bis 84 dargestellte Form. Die Größenverhältnisse des 48stündigen Ofens sind gewöhnlich 0,6 bis 0,7 m breit, 2 bis 2,3 m Höhe, 9 bis 10 m Länge. Die Gase strömen am Ofenobertheile, in

¹⁾ Glückauf 1894, 1432; Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1896; Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1899, 17; Fischer's Jahrbuch. 1890, 3, 1895, 11.

jeder Kammer und auf jeder Seite durch 28 Oeffnungen, in die Canalisation ab. Die Defen gehen vier und vier zusammen. Die Gase des gefüllten Ofens treffen unmittelbar bei ihrem Austritt die Gase zweier Nachbaröfen, die in vollem Betriebe sind, da sie 12 oder 24 Stunden früher in Gang kamen. Diese Gase mengen sich in einem wagerechten Canale oder Verbrennungsraume, der sich oben über die ganze Ofenlänge erstreckt. Ueberdies wird dem Gas-

Fig. 82.

Schnitt A-B

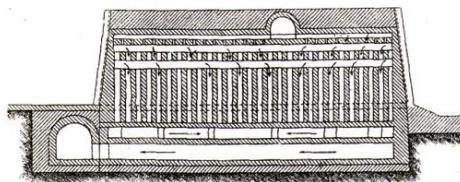


Fig. 83.

Schnitt C-D

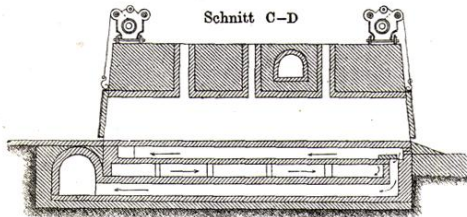
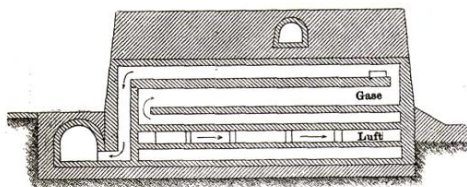


Fig. 84.

Schnitt E-F

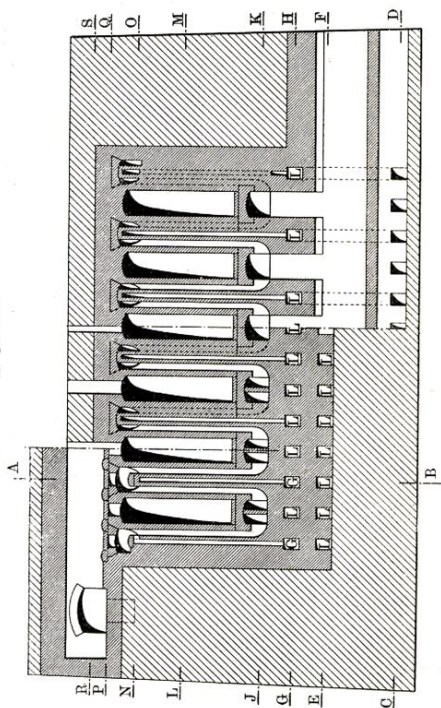
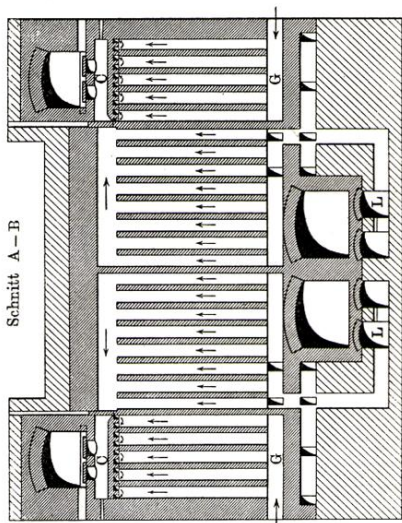


gemenge im Verbrennungsraume Luft zugeführt. Nach der Verbrennung ziehen die Gase durch 28 lothrechte Züge hinab und münden unter der Sohle der Kammer; gleichzeitig gelangen ebenda die Gase eines Nachbarmassivs hinzu, so daß unter der Sohle eine neue Gas Mischung erfolgt. Diese nach einander erfolgenden Mengungen tragen dazu bei, die Ofentemperatur wesentlich zu erhöhen. Schließlich durchströmt das Gemenge die Sohle von einem Ende zum anderen und beim Rückzuge gelangt es von einem der beiden Enden noch unter die Sohle einer Nachbarkammer, die es wieder in der ganzen Länge durchzieht, um endlich in den großen Sammelcanal zu fallen, der unter den Defen liegt. Dieser Canal ist bisweilen auch außerhalb angebracht.

Die Wärmeentwicklung durch die Gasverbrennung in den Sohlencanälen ist so stark, daß die Grundmauer bisweilen schmilzt; man hat es demnach nöthig gefunden, die Canäle von der Grundmauer durch einen Luftcanal zu isoliren. Die Luft wird in Gewölben unter den Kammern der Batterielänge nach zugeführt, sie kommt in die Mitte der Batterie, steigt durch wagerechte Canäle in der Längenrichtung der Kammern empor und kehrt gegen die Widerlager zurück, wo sie dann durch eine kleine Specialeffe oder durch den Ofen selbst in den wagerechten Canal angesaugt wird, der über dem Verbrennungsraume liegt.

Die Luft wird vorgewärmt der Verbrennung zugeführt. Es war ziemlich

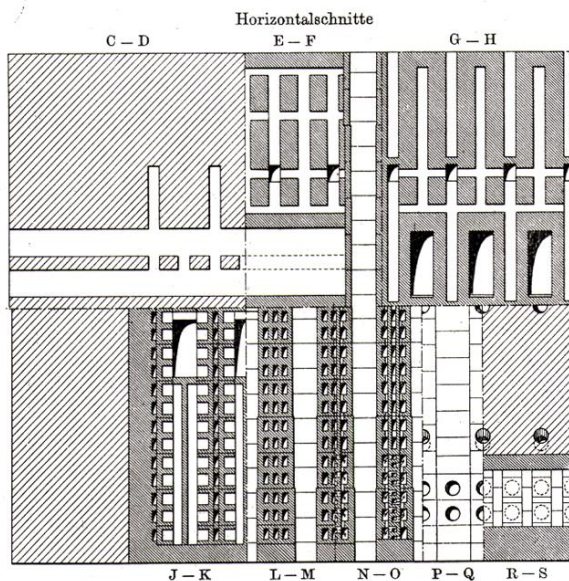
schwierig, für das Ofenmassiv, das eine Breite von 33 bis 45 cm hat und von einer Menge wagerechter Canäle durchzogen wird, eine solide Construction zu erhalten. Dieser wie ein Block solide Bau wurde durch eine Reihe von ineinander greifenden Steinen erzielt; die ganze Construction, die Sohlen, Defen, Canäle bestehen aus Gewölben. Bei seiner letzten Anlage ist Coppée zu folgenden Productionen gelangt: 24 Stunden Branddaueröfen produciren in 24 Stunden aus Kohlen mit 17 bis 18 Proc. flüchtigen Bestandtheilen durchschnittlich 25 hk; 48 Stunden Branddaueröfen liefern in 48 Stunden aus Kohlen mit 20 bis 25 Proc. flüchtigen Bestandtheilen 55 bis 60 hk und Apparate für zwölfstündige Branddauer ergeben in 24 Stunden aus Kohlen mit 14 Proc. flüchtigen Bestandtheilen 30 hk. Das industrielle Ausbringen in allen diesen Defen ist demnach annähernd gleich dem theoretischen im Tiegel. Diese große Production wird durch die eigenthümliche Gascirculation und durch die Mischung mit heißer Luft in besonderen Canälen erreicht. Zu einer Tagesproduction von 100 t Koks braucht man 40 Defen für 24 Stunden Branddauer oder 36 Defen für 48 Stunden Branddauer. Mit einem Ofensystem, daß in 24 Stunden nur 18 hk liefert, was ein guter Durchschnitt ist, würde man 56 Defen nöthig haben. Außer diesen Vortheilen gestattet der Coppée-Ofen das Verkoften von Kohlen, die



früher dazu ungeeignet erschienen. Auf vielen belgischen Gruben liefern diese Defen einen ausgezeichneten Koks aus Kohlen mit nur 14 bis 16 Proc. flüchtigen Bestandtheilen.

Liegender Kokssofen von Th. Bauer (D. R.-P. Nr. 67275 und 73701) bezweckt, durch eine besondere Anordnung der Luft- und Gasführungszüge mit einem geringeren Luftüberschusse, als dies bisher bei Koksöfen der Fall war, arbeiten zu können und dadurch weniger und heißere Verbrennungsproducte zu erzielen. In Folge dessen wird die Anwendbarkeit geringerer Querschnitte der Züge und Canäle, sowie schwächerer Wandungen möglich, ohne

Fig. 87.



Beeinträchtigung der Haltbarkeit, und die Anlagen für die Winderhitzung und Nebenproductgewinnung werden bei gleichem Erfolge minder groß und theuer (Fig. 85, 86 a. v. S. und Fig. 87).

Beim Betriebe ohne Condensation werden die Register der Sammelcanäle und der Verbrennungsräume entsprechend geöffnet. Dadurch werden die im Canale G sich ansammelnden Gase gezwungen, nach Bedarf in die Contacträume C zu ziehen, wo sie sich mit der regulirbar zuströmenden heißen Luft L mischen, welche sturzflammenartig in die Verbrennungsräume gelangen, deren Anordnung sie abwärts, aufwärts und wieder abwärts zum Abzugscanale führt. Die Gasüberschüsse in den Sammelcanälen werden durch besondere Register abgeleitet.

Beim Betriebe mit Condensation werden die Gase durch Gasometerdruck bei G eingeblasen; die Luft tritt bei L ein. Die Register der Defen in dem Sammelcanale werden entsprechend geöffnet und die Gase an den Enden

der Sammelcanäle abgesaugt. Die Register von dem Contactraum in den Sammelcanal bleiben ganz geschlossen. Die Gase treten durch die Gitterung oben in den Contactraum, mischen sich mit der regulirbar zugeleiteten heißen Luft und machen ihren weiteren Weg, wie zuvor angegeben.

Die Gesellschaft Schneider u. Co. in Creusot hat eine Gruppe von 40 Bauer'schen Koksofen (D. R.=P. Nr. 32660), welche wogerecht angeordnet, sonst aber Pat. Nr. 28530 entsprechen, herstellen lassen, welche seit Mai 1886 vollendet, in 24 Stunden 60 t Koks liefern. In Creusot wurden 50 Proc. Anthracitstaub mit 50 Proc. Backkohlen von St. Etienne verarbeitet. Dabei gaben 182355 k genannter Kohlenmischung 134693 k Koks. Wenn man die Rasse der gewaschenen Kohlen in Rechnung brachte, so gelangte man zu einem Ausbringen von 75 Proc. Koks einschließlich des Aschengehaltes von 5,75 Proc.

Demnach berechnet sich 1 t Koks, unter Berücksichtigung der in Frankreich bestehenden Preise, wie folgt:

87 530 k Kohle St. Etienne zu	20 Frs. =	1750 60
87 530 „ Anthracit zu	6 „ =	525 18
	Frss.	2275 78
Hiervon ab für die Asche	„	86 45
	Frss.	2189 33

Erzeugung: 1345 t Koks.

Der Preis für 1 t Koks stellt sich also auf . .	„	16,28
Kosten, Amortisation des Ofens und Arbeitslohn . .	„	0,96
Allgemeine Auslagen	„	0,50
	Frss.	17,74

Die Werke in Creusot arbeiten sogar selbst mit 45 Proc. Backkohle und 55 Proc. Anthracit¹⁾.

Liegender Koksofen von Gebr. Röchling (D. R.=P. Nr. 33956, 35001 und 38312). Die Gase treten durch das Rohr *a* (Fig. 88, 89 a. f. S. und Fig. 90 a. S. 91) in den Canal *b* und aus diesem durch die Spalten *c* in den Sohlcanal *d*. Die Luft tritt durch den Canal *e* in die Canäle *f*, umspült den Abhitzecanal *g* und steigt durch die Spalten *h* in den Sohlcanal *d*, wo sie hoch erhitzt mit dem Gase zusammentrifft und die Verbrennung desselben bewirkt. Die brennenden Gase steigen durch die Züge *i* aufwärts, durch die Züge *k* abwärts in den Abhitzecanal *g* und von da nach dem gemeinschaftlichen Kamine. Der Zutritt von Gas und Luft wird durch auf die Spalten *c* und *h* gelegte verschiebbare Steinplatten geregelt.

Fr. Lürmann hat in einer Anzahl von Patenten²⁾ Dessen beschrieben, in denen die Kohlen ununterbrochen vorgeschoben wurden. Es werden z. B. die Gasaustrittsöffnungen *a* (Fig. 91 a. S. 91 und Fig. 92, 93 a. S. 92) in den Seitenwänden angebracht. In Folge dessen füllt sich der Entgasungsraum in seinem nicht mit Koks besetzten Theile mit Gasen an, welche eine

¹⁾ Glaeser's Ann. 1887, 28. — ²⁾ D. R.=P. Nr. 12432, 13021, 15512, 16118, 16134, 16741, 17055, 17179, 17203, 18128, 18693, 18927, 20211, 29088, 29557.

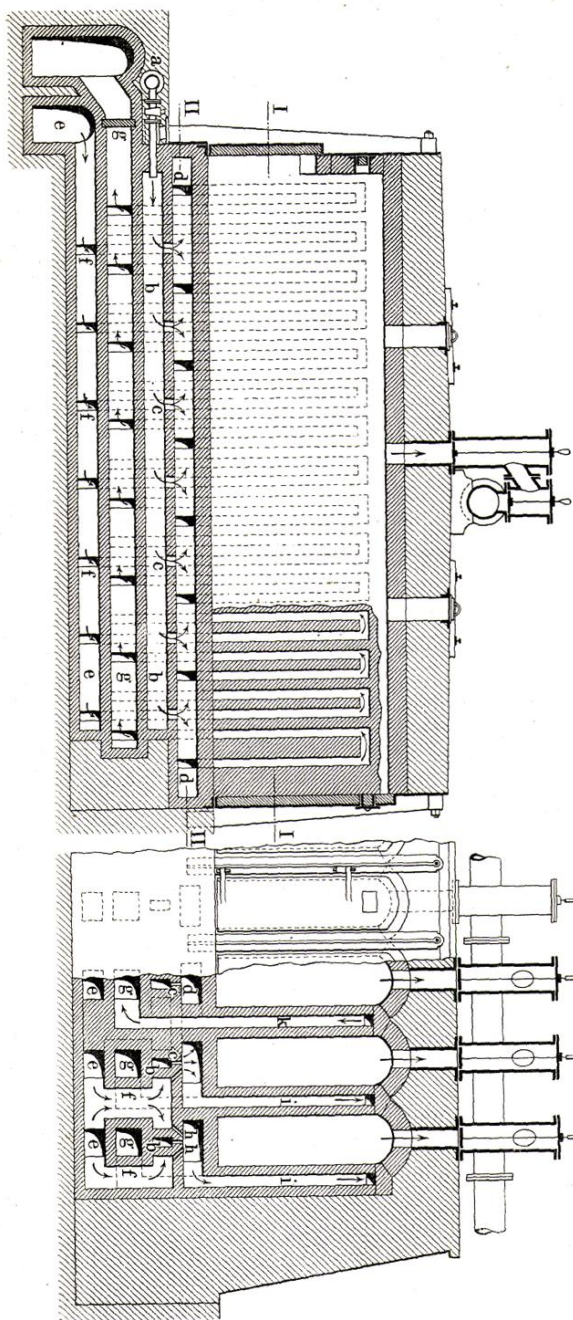


Fig. 88.

Fig. 89.

gewisse Spannung haben und so den Zutritt der Luft entweder ganz verhindern, oder sich mit dieser verbinden, so daß die Koks von der Luft nicht verzehrt werden. Die Gase treffen dann in den Gasammelräumen *D* mit der zur Verbrennung erforderlichen kalten oder erhitzten Luft zusammen, welche durch Canäle *m* bis *o* zugeführt wird. Die Verbrennungsgase gelangen durch Oeffnungen *i* in den Abhitze canal *J*. Die niederfallenden Züge sind mit *d* bis *d*₂, die aufsteigenden mit *f* bis *f*₂, die wagerechten mit *e* bis *e*₂ bezeichnet. Ferner können außer den Gasaustrittsoeffnungen *a* in den Seitenwänden auch noch solche Oeffnungen *g* in dem Gewölbe der Entgasungsräume angebracht werden.

Die Betriebsverbaunisse mit Lürmann'schen Defen waren anfangs nicht sonderlich ¹⁾. Nach

¹⁾ Stahl u. Eisen 1883, 397.

späteren Nachrichten¹⁾ lieferte eine Gruppe von zehn solcher Defen im Wurmreviere aus 11 725 t Kohlen 8850 t Koks. Die aufgegebene Mischung bestand aus 10 bis 12 Proc. Brei, 13 bis 18 Proc. Koks-kohlen und dem Reste magerer Kohlen des Wurmreviers. Ein Koksofen verarbeitete täglich 3,2 t Kohlenmischung und erzeugte 2,4 t Koks. Diese durchschnittliche

Fig. 90.

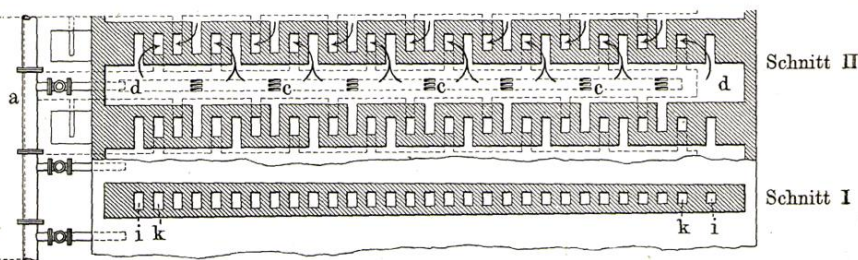
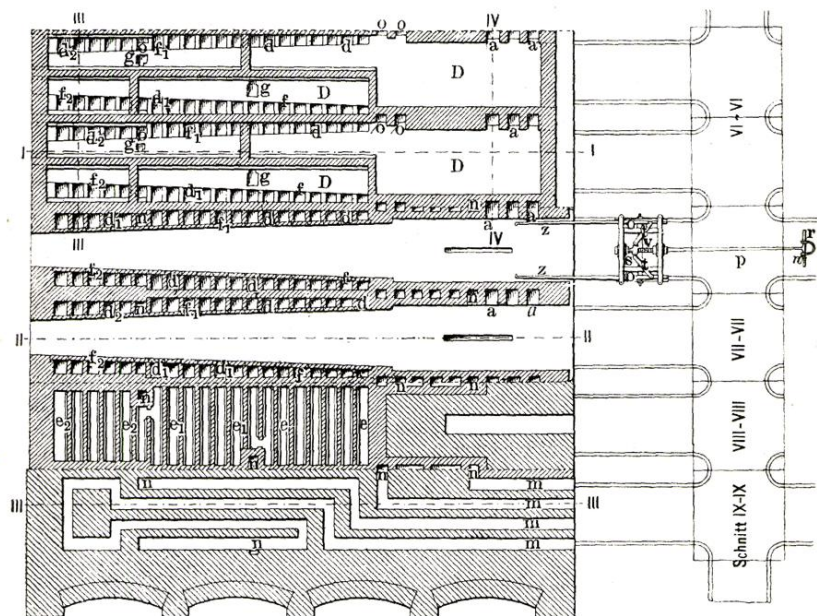


Fig. 91.

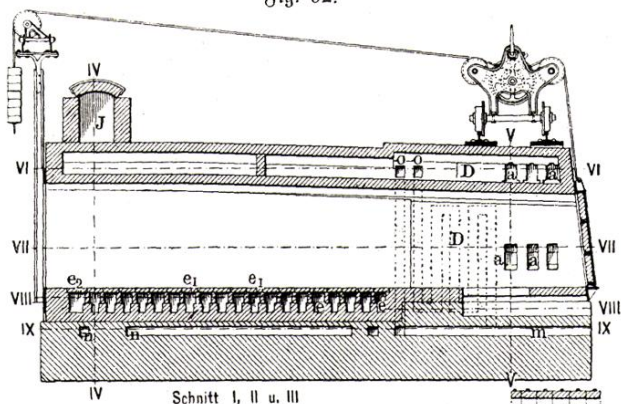


Leistung ist derjenigen der Koksofen anderer Systeme gleich, in welchen die obigen Mischungen jedoch nicht verkokt werden können. Die Beschickung der Koksofen mit Kohlen wird in Kokscheid durch eine für eine Reihe Defen gemeinschaftliche Maschine bewirkt, welche den Koks-ausdrückmaschinen gewöhnlicher

¹⁾ Stahl und Eisen 1890, 821.

Ofen ähnlich ist, und wie diese vor jeden Ofen gestellt werden kann. Die Ofen werden mit Hilfe dieser Maschine täglich viermal mit etwa 1 t Kohlen von einer Seite der Gruppe aus beschickt, wobei der fertige Koks aus der Thür des Ofens auf der anderen Seite der Gruppe herausgeschoben wird. Durch diese Einrichtungen, welche sich in Kokscheid seit September 1888 im Betriebe

Fig. 92.



befinden, sind alle bei den Lürmann-Koksöfen früher aufgetretenen Schwierigkeiten beseitigt und ist die Betriebsfähigkeit dieser Ofen für obige Mischungen sowohl, als für schwer kokende Kohlen dargethan.

Liegende Koksöfen mit wagerechten Feuerzügen. F. Brzezowski (D. R.-P. Nr. 29228) will Koksöfen mit wagerechten Gascanälen dadurch eine größere Festigkeit geben, daß er den aus den Generatorkammern kommenden Gasstrom in zwei oder mehrere Zweige theilt, wodurch es ermöglicht wird, den Querschnitt der Canäle entsprechend zu verkleinern.

E. Peig (D. R.-P. Nr. 81660) beschreibt einen Koksöfen mit wagerechten Feuerzügen in den Pfeilerwänden, wobei die Durchgangsquerchnitte, welche die wagerechten Feuercanäle mit einander verbinden, abwechselnd in der einen und in der entgegengesetzten Richtung zunehmen.

Der entsprechende Koksöfen von H. Stinnes (D. R.-P. Nr. 88389) ist als Doppelofen gebaut, d. h. mit zwei Systemen von Heiz- und Gascanälen und mittleren getrennten Abzugscanälen der Verbrennungsproducte. Er besteht aus den Destillationskammern, welche von der Seite sowohl, wie auch von unten erwärmt werden, hier durch den Sohlencanal, in dem die Verbrennung der Gase stattfindet, unter Zuführung der vom Ofen selbst hoch erhitzten Luft¹⁾.

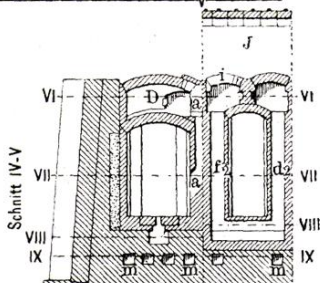


Fig. 93.

¹⁾ Fischer's Jahressber. 1896, 20.

Um bei liegenden Koksöfen mit Gewinnung der Nebenproducte das Ungarbleiben der Koksfluchenköpfe zu vermeiden, legt F. W. Meinhauß (D. R.-P. Nr. 94016) die erste Zunge bei den Verbrennungspunkten auf beiden Seiten des Ofens nur 20 cm von der Kopfwand entfernt, während die übrigen Zungen 55 cm von einander entfernt liegen. Es wird hierdurch bewirkt, daß die Feuergase, ehe sie in die Längswand eintreten, zunächst den äußersten Kopf der Wand bestreichen und diesen scharf heizen.

Nach G. Martin (D. R.-P. Nr. 72803) werden die Heizgase von den Sohlenkanälen nach dem unteren Wandcanale geleitet, um dann nach dem zweiten und dritten Wandcanale aufzusteigen und schließlich senkrecht nach dem Fuchs abzufallen. Durch diese Anordnung in Verbindung mit der besonderen Beheizung mit Gas des unteren und oberen Wandcanales, sowie des Sohlencanales und der Zuführung der stark erhigten Luft zum Sohlencanal und unteren Wandcanal, soll erreicht werden, daß die Sohlenkanäle und der untere Wandcanal besonders hoch erhigt werden, daß die Brenngaszuführung zu den Sohl- und Wandcanälen nur von einer Seite der Koksöfen (der Preßmaschinenseite) aus geschieht, sowie daß die Zugregelung jedes einzelnen Ofens durch die einfache Bewegung eines Schiebers ermöglicht wird.

Beim Koksöfen von F. Ströhmmer (D. R.-P. Nr. 46595) sind die drei oberen Canäle durch Oeffnungen mit einander verbunden und an ihrer Sohle mit Oeffnungen versehen, auf denen mit Böchern versehene Scharmotteplatten liegen, so daß man dieselben öffnen oder verschließen und so zwei neben einander liegende Ofen mit einander und mit einem Canale verbinden kann. In derselben Weise sind die unter der Sohle der Ofen gelegenen Canäle mit einander zu verbinden¹⁾.

Koksöfen von R. Witzkeß (D. R.-P. Nr. 2005). Das Eigenthümliche dieses Ofens besteht in dem unter der Ofensohle befindlichen Luftcanal, welcher durch die aus dem Verkokungsraume abziehenden Gase dieselbe Temperatur wie dieser Raum erhält und daher auch die Luft, welche er dem Verkokungsraume durch Spalten in der Sohle derselben zuführt, entsprechend erwärmt. In Folge der hohen Temperatur der Luft, welche dem Kohlenfuchen zugeführt wird, kommt ein Theil der sich aus demselben entwickelnden Gase unmittelbar zur Verbrennung, hierdurch wird eine raschere und vollkommene Verkokung erreicht, als dies bei den Koksöfen der bekannten Constructionen möglich ist.

Die Ofenkammer *a* (Fig. 94 bis 98 a. f. S.) wird während des Betriebes durch die Fülllöcher *b* mit Staub, bzw. Kleinkohlen beschickt und die eingefüllten Kohlen mittelst eiserner Kraken durch die an beiden Enden der Ofenkammer angebrachten Verschlussthüren geebnet. Die Thüren bestehen aus zwei Hälften, wovon die untere Hälfte während des Beschickens geschlossen ist, die obere dagegen während des Ebens der Kohle geöffnet bleibt. Der Kohlenbesatz erreicht in der Ofenkammer eine Höhe von etwa 60 cm. Die Entleerung des Ofens erfolgt mittelst einer Ausstoßmaschine. Während der Kokungsperiode

¹⁾ Fischer's Jahresber. 1889, 12.

werden die zur Heizung der Ofenwände zu verwendenden Gase aus der Ofenkammer *a* durch die Züge *c* nach den in der Scheidewand angebrachten Canälen *d*, aus diesen in die unter der Sohle des Luftcanales *h* liegenden Canäle *l*, und aus letzteren durch die aufwärtsgehenden Canäle *f* dem gemeinschaftlichen Sammelcanale *g* zugeführt, um durch letzteren in die seitwärts stehende Esse zu gelangen. Die zur Verbrennung der Gase erforderliche Luft wird zugeführt

Fig. 94.

Fig. 95.

Fig. 98.

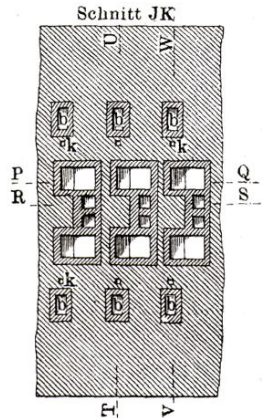
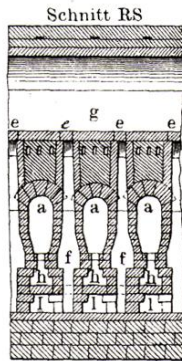
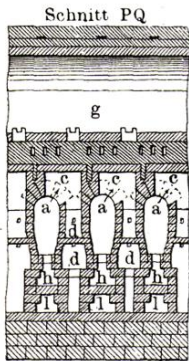
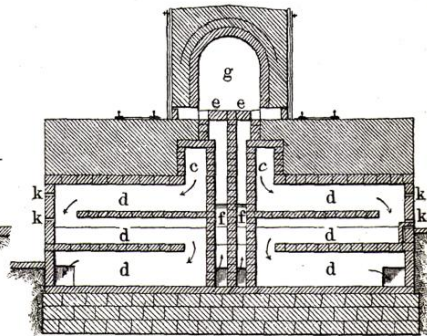
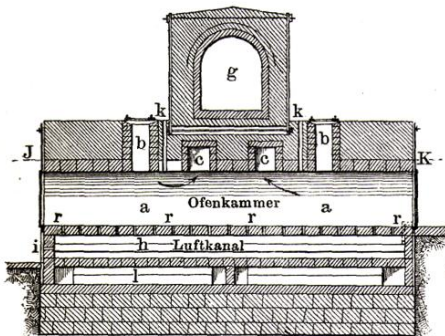


Fig. 96.

Fig. 97.



durch die Oeffnungen *i* dem Luftcanale *h* und aus letzterem erhitzt durch die Spalte *r* der Ofenkammer. Erforderlichen Falles kann auch noch durch die an beiden Enden der Scheidewände und im Ofengewölbe angebrachten Oeffnungen *k* Verbrennungsluft zugeführt werden. Die Regelung der Gasableitung bezw. Luftzuführung wird durch die im gemeinschaftlichen Sammelcanale *g* angebrachten Horizontalschieber *l* bewirkt.

Nach dem Zusatzpatent Nr. 26131 treten die bei der Verkokung entwickelten Gase durch Spalten *r* (Fig. 99 bis 101) der Ofensohle in den Canal *h*, von hier, nach Entfernung der Schieber *o*, durch Oeffnungen *v* in

den Raum *s*, dann durch die Oeffnungen *e* in Horizontalzüge *d*, um durch letztere in den gemeinschaftlichen Sammelraum *g* zu gelangen. Gleichzeitig wird in den Raum *s* Verbrennungsluft eingeführt, welche in den Canälen *n* und *p* vorgewärmt wird.

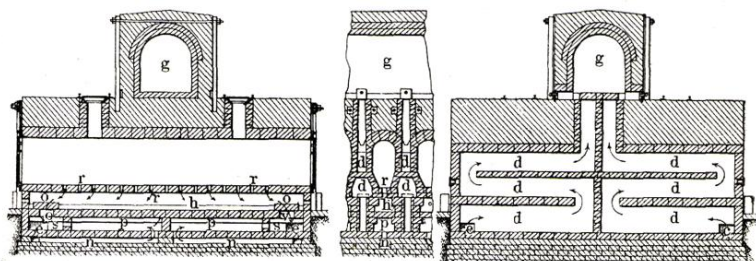
D. Dilla (D. R.-P. Nr. 53860) beschreibt Anordnungen der Züge ohne oder mit Gewinnung der Nebenproducte¹⁾.

Der älteste Koksofen mit Gewinnung der Nebenproducte ist von Knab²⁾ erbaut; man benutzte kein Sauggebläse und verwandte nur Sohlenheizung. Carvès verbesserte dieselbe besonders durch Anwendung der Wandheizung³⁾. Die in Bessèges betriebenen Carvès'schen Defen⁴⁾ wurden nach mehrfachen Versuchen nur 0,6 m breit gebaut. Ueber der kleinen Koks-

Fig. 99.

Fig. 100.

Fig. 101.



feuerung *d* (Fig. 102 bis 107 a. f. S.) mündet das Rohr *e*, welches die bei der Verkokung gebildeten Gase, nach Abscheidung des Theers und Ammoniakwassers, zuführt. Die Verbrennungsgase gehen durch den Canal *c* unter der Ofensohle um die Zunge *n* herum, steigen dann aufwärts bis zu dem obersten der drei in den Zwischenwänden liegenden Züge *a* und gehen durch diese nach unten in den zum Schornsteine führenden Canal *s*. Die einzelnen Verkokungsräume *A* werden durch Oeffnungen *g* mittelst Wagen *h* gefüllt; die gleichmäßige Ausbreitung der Füllung geschieht mittelst einer durch Oeffnung *i* eingeführten Krücke. Die entwickelten flüchtigen Producte entweichen durch Rohr *k*, gehen dann durch eine Anzahl liegender Rohre (Fig. 106 und 107), die durch ein Siebrohr *w* mit Wasser berieselt werden, und darauf durch Scrubber, um von Theer und Ammoniak befreit durch Rohr *e* in den Verbrennungsraum geführt zu werden.

Den Bemühungen Hüffener's und R. Möller's ist es wesentlich zu verdanken, daß in Westfalen ein Versuch im großen Maßstabe mit diesen Defen gemacht wurde, welcher die Gründung der Actiengesellschaft für Kohlendestillation in Essen und den Bau von 50 Carvès'schen Defen bei Gelsenkirchen zur Folge hatte. Bei diesen von Hüffener verbesserten Defen⁵⁾ ge-

¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1890, 636. — ²⁾ Dingl. 1859, 154, 97; Stahl und Eisen 1897, 1001. — ³⁾ Wagner's Jahresber. 1863, 753; Dingl. 142, 414; 160, 394. — ⁴⁾ Bull. Soc. l'industr. min. 1880, 283; Eng. and Min. J. 1885, 71; Stahl u. Eisen 1883, 560; 1885, 358. — ⁵⁾ Stahl u. Eisen 1883, 403.

langt die Beschickung durch vier Oeffnungen *g* (Fig. 108 bis 110) in den Entgasungsraum *A*, welcher an den Kopfenden durch zwei Angelthüren geschlossen ist und dessen Entleerung in gewöhnlicher Weise mittelst Pressmaschine geschieht. Die Stirn der zwischen je zwei Ofen befindlichen Wände ist mit

Fig. 102.

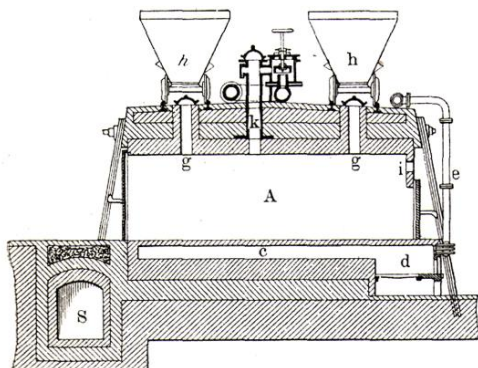


Fig. 103.

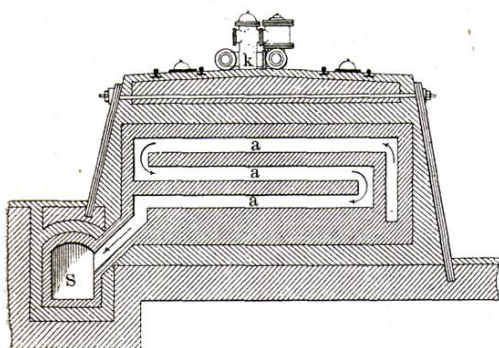


Fig. 106.

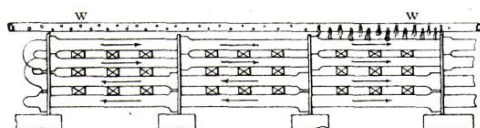


Fig. 104.

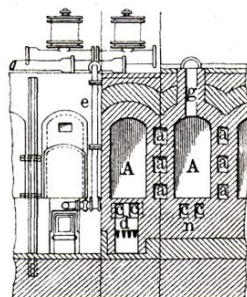


Fig. 105.

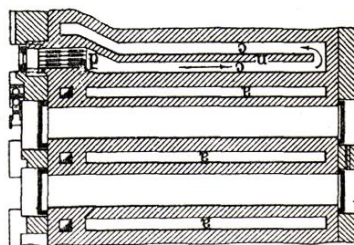
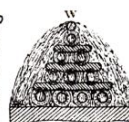


Fig. 107.



gemauerten Pfeilern *t* abgestrebt, welche gleichzeitig die Canäle vor dem Eindringen atmosphärischer Luft möglichst schützen sollen. Die Gase werden durch den Gasfang *k* in die Condensations- und Waschapparate abgesaugt und durch Röhre *e* in den Feuerraum *d* gedrückt, während die Verbrennungsgase die drei wagerechten Canäle *a* durchziehen und durch den Fuchs *r* in den an der Löschseite liegenden Abhitzecanal *S* entweichen. Das Stück am Röhre *e*, welches die Gase bei *d* eintreten läßt, ist ein ringförmiges Doppelrohr, dessen inneres

mischt; schließlich leitet er noch Gas bei *u* ein, wodurch der Erfolg erzielt wurde, daß die Kofsfenerung außer Betrieb gesetzt werden konnte, so daß die Defen lediglich durch das selbsterzeugte Gas geheizt werden.

Die Retorte der Kohlendestillationsgesellschaft ist 9 m lang, conisch, im Mittel 0,575 m breit, 1,8 m hoch. Ihr nutzbarer Raum ist 88 Proc. des Gesamttraumes und faßt je 5,5 t fein gesiebter, trockener Kofskohlen, 1 cbm derselben zu 690 k gerechnet. Die Destillation ist seit November 1882 in ununterbrochenem Betriebe. Anfänglich wurden fein gesiebte Gaskohlen von Gelsenkirchen verarbeitet; die Kohlen waren verhältnißmäßig, weil nicht gewaschen, zu unrein, der Absatz machte Schwierigkeiten; außerdem entstand aus der Unreinheit zu viel Löfche, so daß man es vortheilhafter fand, namentlich auch wegen der zeitigen Preisverhältnisse, statt Gaskohlen zum größeren Theile Fettkohlen zu verwenden. Die Garungsdauer, anfänglich 72 Stunden, wurde allmählich durch richtigere Vertheilung der Gase in die Canäle auf 52 bis 56 Stunden heruntergedrückt. Um eine periodische Regelmäßigkeit der Beschickungen und Entleerungen der Retorte zu erreichen, erfolgen dieselben gegenwärtig innerhalb 60 Stunden für den Ofen. Das Ausbringen betrug bei:

	Gaskohlen Proc.	Fettkohlen Proc.
Stückkoks	61,70	75,0
Kleinkoks	3,50	0,8
Löfche	9,18	1,2
Theer	2,72	2,77
Schwefelsaures Ammoniak . . .	0,924	1,10

Der erhaltene Theer ist sehr dünnflüssig; 100 k desselben ergaben 58,83 Proc. Destillate, 39,51 Proc. Pech und 1,66 Proc. Verlust. Die nähere Untersuchung des Theers lieferte:

An Benzol, scharf mit Schwefelsäure und Natron gereinigt und mehrfach fractionirt:

von 80 bis 100° siedend	0,59
„ 100 „ 140° „	0,49
also von 80 bis 140° siedend . . .	1,08
Sogen. „Solvent Naphthalin“	0,39
Phenol, scharf gereinigt	1,37
Reinanthracen nach Luft mit Schwefelsäure . . .	0,95,

während in allen Gastheeren bisher nur höchstens 0,25 bis 0,3 Proc. gefunden wurden.

Die Rohgase haben in der Vorlage über den Defen einen Druck von 2 mm Wassersäule und eine Durchschnittstemperatur von 75 bis 80°; die gereinigten Brenngase haben hinter den Wäschern in der Brenngasleitung durchschnittlich 90 bis 110 mm Wassersäule Druck und 15°. Die aus der Verbrennung und nach der Heizung der Retorten entstandenen Rauchgase, im vorliegenden Falle klare Abhize, enthielten durchschnittlich:

Kohlenjäure	8,1 Proc.
Kohlenoxyd	0,4 „
Sauerstoff	0,3 „

und verdampften nach den vorliegenden Betriebszusammenstellungen etwa 0,91

bis 1 k Wasser für 1 k in die Retorten eingebrachter Kohle. Die Gaswasser, wie sie auf der Kohlendestillation bei Gelsenkirchen gleich zu schwefelsaurem Ammoniak verarbeitet werden, enthalten bei einer mittleren Grädigkeit von $3,5^{\circ}$ B. durchschnittlich 1,65 Proc. Ammoniak.

Der Ofen zur Verkokung von Steinkohlen von L. Semet und E. Solvay in Brüssel (*D. R.-P. Nr. 18935) enthält zu beiden Seiten der die Gewölbe tragenden Mauern *a* (Fig. 111 bis 116) große Hohlsteine *e* von geringer Wandstärke, welche, neben einander gestellt, senkrechte (Fig. 111 und 112), auf einander gelegt, wagerechte Züge (Fig. 115 und 116) bilden. Die

Fig. 111.

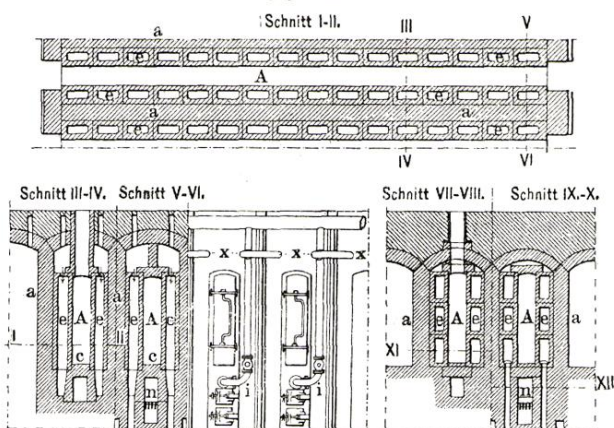
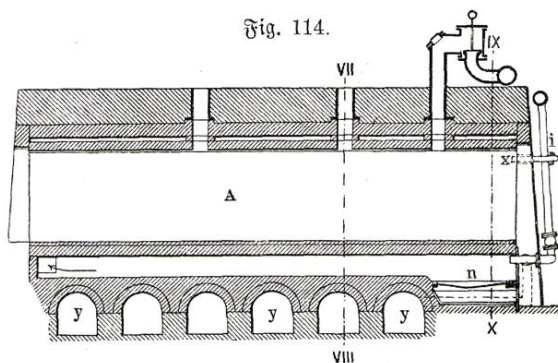


Fig. 112.

Fig. 113.

Fig. 114.



Flammen streichen von den Rosten *n* aus unter den Böden *c* der so gebildeten Kammern *A* hin, theilen sich am hinteren Ende der Öfen in zwei Ströme, welche die seitlich angeordneten Reihen der Hohlsteine durchziehen und schließlich beim Schieber *s* zum Schornsteine entweichen. Wenn erforderlich, kann man außerdem durch entsprechende, von den Gasleitungsröhren *i* abgehende Zweigrohre bei *x* Gas eintreten lassen, sowie in den Mauern *a* senkrechte Canäle

anbringen, welche in den Canälen *y* unter der Ofensohle erwärmte Luft bis an die Gaseinführungsöffnungen bei *x* leiten.

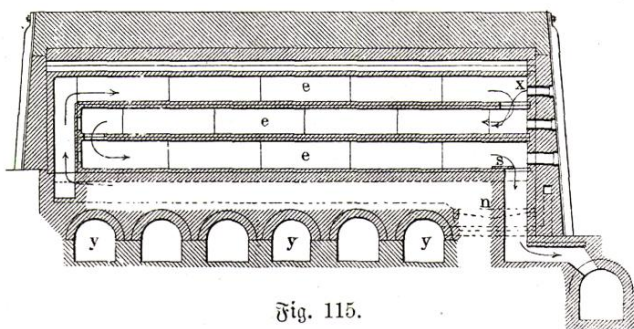
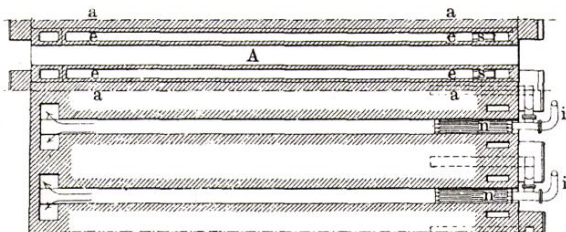


Fig. 115.

Fig. 116.



Schnitt XI-XII.

Vertheilung des Brenngases bei Koksöfen. Um die Koksöfen gleichmäßig zu heizen, genügt es nach L. Semet (D. R.-P. Nr. 52 538), an der Gashauptzuleitung *H* (Fig. 117 und 118), die Einrichtung so zu treffen, daß sich darin ein gleicher Druck constant und selbstthätig aufrecht erhält und

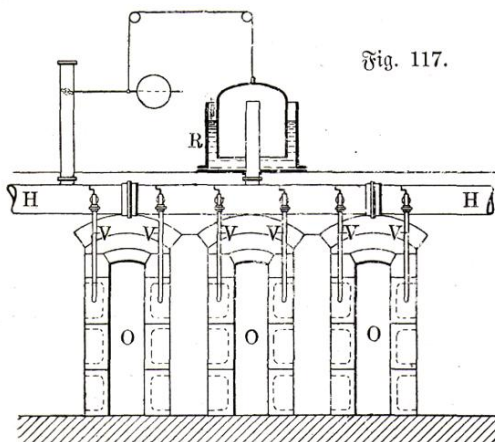
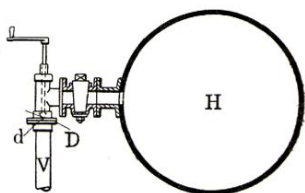


Fig. 117.

jedes der nach den Einzelöfen *O* abzweigenden Vertheilungsrohre *V* mit dem gleichen Durchströmungsquerschnitte zu versehen. Zu dem Ende ordnet er in jedem Vertheilungsrohre *V* ein Diaphragma *D* mit Loch *d* an und giebt den Löchern *d* aller vorhandenen Diaphragmen *D* die gleiche Weite. Die Löcher *d* können mittelst Regulirventile *v* um gleiche Beträge bezüglich ihrer Weite verändert

werden. Zur Aufrechterhaltung eines gleichmäßigen Druckes in der Hauptleitung *H* versieht er diese mit einem Druckregler *R* bekannter Construction, welcher gestattet, den nöthigen Druck in der Hauptleitung herzustellen und dann diesen Druck selbstthätig aufrecht erhält.

Fig. 118.



Demanet¹⁾ hat Versuche mit Koksöfen von Semet ausgeführt. 163 t gewaschener Kohlen mit durchschnittlich 11 Proc. Wasser, somit 145 t trockene Kohlen lieferten 115,34 t Stückfoks, 0,98 t Kleinfoks und 1,58 t Abfall, oder berechnet auf Trockensubstanz zusammen 114,5 t, somit 79 Proc. Ferner wurden erhalten 2719 k Theer, d. h. 18,7 k auf 1 t Kohle und 165 hl Ammoniakwasser. Für je 1 t Kohlen berechnet sich der Werth des erhaltenen Theers auf 0,60 Mk., der des Ammoniakwassers auf 1,10 Mk. Versuche zu Crensol mit Semet'schen Defen und unter Anwendung folgender Gemische:

	I.	II.
Fettkohlen	62	60
Halbfette Kohlen	19	20
Anthracit	19	20
	100	100

deren Immediatanalyse:

Wasser	9,65 Proc.	9,75 Proc.
Flüchtige Stoffe	20,35 "	20,08 "
Asche	11,00 "	10,66 "

ergaben für je 1 t trockener Kohle:

Koks, trocken	80,07 Proc.	79,51 Proc.
Ammoniakwasser von 10 ⁰ B.	4,08 hl	3,00 hl
Theer	26,9 k	15,8 k

J. Fürmann²⁾ lobt die Semet-Solvay-Defen; sie sollen sich in Laar bei Ruhrort bestens bewähren. Von anderen Seiten³⁾ wird bestritten, daß sie den Otto-Hoffmann-Defen (S. 120) irgendwie vorzuziehen wären. In

	Koks von Bearparkgrube, hergestellt in					
	Simon-Carvès =			Bienenforböfen:		
	Original- foks	Geglühter Koks	Glüh- verlust	Original- foks	Geglühter Koks	Glüh- verlust
Kohlenstoff	86,36	84,75	1,61	87,60	86,58	1,02
Wasserstoff	0,51	0,17	0,34	0,25	0,10	0,15
Sauer- u. Stickstoff	1,77	0,89	0,88	1,20	0,55	0,65
Schwefel	1,07	1,02	0,05	1,05	0,98	0,07
Asche	7,94	7,94	—	8,52	8,43	—
Wasser	2,35	—	2,35	1,38	—	1,38
	100,00	94,77	5,23	100,00	96,64	3,27

¹⁾ Rev. univ. des mines 13, 593; Fischer's Jahressber. 1890, 23. — ²⁾ Stahl u. Eisen 1892, 186, 831 und 878; 1895, 1070; Fischer's Jahressber. 1892, 15. — ³⁾ Stahl u. Eisen 1892, 913, 1057.

Frankreich hat die Co. Drocourt 60 Semet-Solvay'sche Ofen im Betriebe, während im Departement du Nord ausschließlich Coppé'sche Ofen verwendet werden. In England sind außer Bienenkorböfen bei Durham auch Carvé-Ofen im Betriebe, welche 10 Proc. Kalkausbeute mehr liefern als jene, ferner Benzol und Ammoniak. Bell¹⁾ gab vorstehende Vergleichsanalysen (s. Tabelle auf voriger Seite).

In Syracus, N. Y., ist seit einiger Zeit eine Batterie von 12 Semet-Solvay-Ofen in Betrieb, deren Ergebnisse sich (1896) im Vergleiche zu den bei den alten Bienenkorböfen erlangten, wie folgt stellen:

	Semet-Solvay-Ofen	Bienenkorböfen
Zahl der Ofen	12	12
Verkokungsdauer (Durchschn. einer Woche)	20 Std.	51,5 Std.
Zahl der während 24 Stunden entleerten Ofen	14,4	5,5
In 24 Stunden verbrauchte Kohle . . .	71 668 k	27 760 k

Menge der Erzeugnisse (in 24 Stunden):

Koks	57 969 k	17 327 k
Schwefelsaures Ammon	772 „	—
Theer	2651 „	—

Ausbringen an

Koks	80,7 Proc.	62,3 Proc.
Schwefelsaures Ammon	1,075 „	—
Theer	3,69 „	—

Werth der Erzeugnisse (in 24 Stunden):

Koks	402,70 Mk.	120,08 Mk.
Schwefelsaures Ammon	214,58 „	—
Theer	122,72 „	—

Gesamtwert der in 24 Stunden erzeugten Producte	740,00 Mk.	120,08 Mk.
Werth der Producte eines Ofens in einem Tage	61,65 „	10,00 „
Werth der Producte aus 100 k Kohle . .	10,52 „	4,19 „
Kosten eines Ofens	6300 „	1260 „
Dauer der Ofen	10 Jahre	5 Jahre
Menge des mit einem Ofen erzeugten Koks (in Tonnen)	17 638	2 957

J. D. Pennock²⁾ berichtet über die Verkokung von 12 Kohlenarten in Semet-Solvay-Ofen. Die erhaltenen Koks enthielten fast denselben procentischen Schwefelgehalt, wie die verwendeten Kohlen. Von dem Stickstoff wurden 11 bis 21 Proc. im Destillate gefunden, und wenn vorher 2 Proc. Kalk zugesetzt waren, 17 bis 30 Proc.³⁾

Kokskohlen von minder guter Beschaffenheit, besonders etwas magere

¹⁾ Stahl u. Eisen 1885, 300. — ²⁾ Journ. f. anal. Chem. 1893, 135; Fischer's Jahresber. 1893, 19. — ³⁾ Verbreitung der Ofen: Fischer's Jahresber. 1895, 11.

Kohlen oder Kokssteine, gemischt mit Magerkohle oder Anthracit, geben noch brauchbaren Koks, wenn sie fest gedrückt bzw. eingestampft werden.

Dementsprechend läßt E. Sachse (D. R.=P. Nr. 22 111, 22 876, 30 021 und 32 200) wagerechte Koksöfen oben ganz oder theilweise offen, um die eingefüllten Kohlen feststampfen zu können. F. W. Fürmann (D. R.=P. Nr. 18 693, 29 557, 31 660) beschreibt verschiedene Vorrichtungen, um die Kohlen von den beiden Ofenthüren aus zusammenzupressen. — Entsprechende Anordnungen wurden ferner angegeben von J. Naglió (D. R.=P. Nr. 39 512, 92 081¹⁾), Hauck (D. R.=P. Nr. 66 855), W. Leicht (D. R.=P. Nr. 70 168), M. Klein (D. R.=P. Nr. 99 492 u. 106 019), Ruhn & Co. (D. R.=P. Nr. 99 565), Röchling (D. R.=P. Nr. 96 018 u. 99 541), Otto & Co. (D. R.=P. Nr. 97 895), Brink & Hübner (D. R.=P. Nr. 95 868), E. Hoffmann (D. R.=P. Nr. 100 415), Sächsishe Maschinenfabrik (D. R.=P. Nr. 36 097 u. 103 923) und Société d'Albi (D. R.=P. Nr. 105 733). — F. Brund (D. R.=P. Nr. 51 518) will in die eingefüllten Kohlen seitlich röhrenförmige Hohlräume einpressen. Nach H. Borgs (D. R.=P. Nr. 65 134) wird im Kokssofen zur Belastung der zu entgasenden Kohlen ein Gewicht eingelegt, welches mit seiner ganzen Schwere die Kohlen während des Entgasens preßt²⁾. Letzteres Verfahren ist wohl das wirksamste.

Auch an den Thüren der Koksöfen sind verschiedene Veränderungen und Verbesserungen vorgenommen. Nebenbei mögen die Vorrichtungen zum Öffnen und Schließen der Kokssofenthüren nach Gebr. Röchling (D. R.=P. Nr. 35 407) und Otto & Co. (D. R.=P. Nr. 98 545) erwähnt werden. Wichtiger ist die Einrichtung von Otto & Co. (D. R.=P. Nr. 86 145), nach welcher, um eine vollständige Garung der Kohlenfüllung bei Koks auch an den Thürseiten zu erzielen, auch die Kokssofenthüren beheizt werden. Demzufolge erhalten dieselben einen von feuerfestem Material umgebenen Hohlraum, welchem durch einen Brenner Gas zugeführt wird und aus dem die Abhitze beliebig entweichen kann.

Die Doppelthür von H. Borgs (D. R.=P. Nr. 67 299) soll verhüten, daß die Köpfe der Kokssteine nach dem Verkokungsproceß nicht abgegart sind, d. h. zu verhüten, daß die Abkühlung der Thüren durch die atmosphärische Luft verhindert, die an die Thür anliegende Kohle auf die für die Verkokung nöthige Temperatur zu bringen. — F. Wolff (D. R.=P. Nr. 100 774) empfiehlt eine Ofenthür, welche bei der Garung des Kokssteins eine größere Menge Wärme aufnimmt und in sich aufspeichert, um dieselbe an die Kopppartie der nächstfolgenden Ofenfüllung abzugeben und hierdurch ein Ungarbleiben des Kokssteinkopfes zu verhüten. Beide Vorschläge sind jedenfalls viel weniger sicher, als der von Otto & Co.³⁾.

Liegender Kokssofen von F. J. Collin (D. R.=P. Nr. 76 634, 80 820) bezweckt einen sehr heißen Ofengang und ist besonders für die Verkokung gasarmer und schlecht brennender Kohle, sowie für die Gewinnung von Nebenproducten bei der Verkokung von guten Fettkohlen bestimmt. Um jede

¹⁾ Fischer's Jahressber. 1892, 10. — ²⁾ Fischer's Jahressber. 1893, 18. —

³⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1896, 266.

Abkühlung von oben her zu verhüten, sind in der Ofendecke über dem Gewölbe mehrere Vorkammern angeordnet, in welche die Gase durch im Scheitel der Ofengewölbe ausgesparte senkrechte Züge gelangen, um von hier aus durch seitliche Schläge in einen über der Ofenwand befindlichen zweitheiligen Gascanal zu treten, durch welchen die Gase nach beiden Enden der Seitenwände strömen, ehe sie in die Scheidewände geführt werden. Die Beheizung dieser Wände geschieht durch schlangenförmig gestaltete Züge, welche von den Gasen durchzogen werden und in der Ofenmitte enden¹⁾.

Nach Angabe desselben (D. R.-P. Nr. 93 937) sind besondere Längs- und Querzüge *a* (Fig. 119 bis 121) der Ofenwände angeordnet und zwischen diesen kleinere, unmittelbar nach der Wandmitte gehende Gaszuführungs-

Fig. 119.

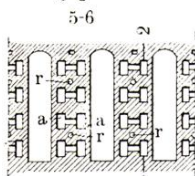


Fig. 120.

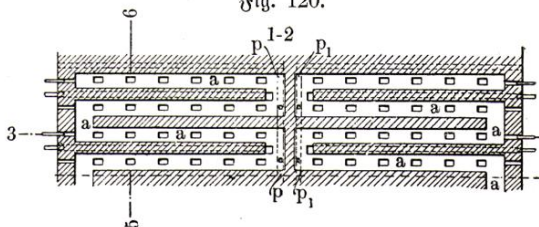
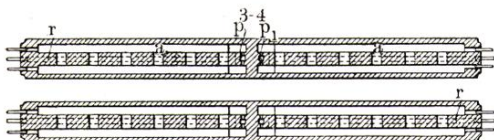


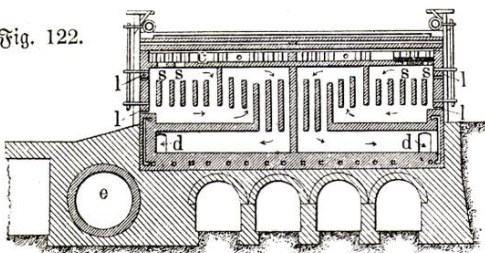
Fig. 121.



zwar durch Luftpfefen *p* und *p*₁, die an derselben Stelle einmünden, an welcher die vorerwähnte Gaszufuhr in die Wandcanäle stattfindet. Etwa entstehende Rußansätze in den Röhren *r* werden durch Absperrung des Gaszuflusses und durch Zulassung von atmosphärischer Luft in kurzer Zeit entfernt.

Nach weiteren Angaben²⁾ treten die Gase, wenn die Nebenproducte nicht gewonnen werden sollen, aus dem Verkokungsraume *a* (Fig. 122 und 123) durch eine Anzahl Canäle *b* in einen Längscanal *c* über dem Gewölbe des Verkokungsraumes *a* und von da in die seitlichen Längscanäle. Der Canal *c* ist durch eine Mittelwand in

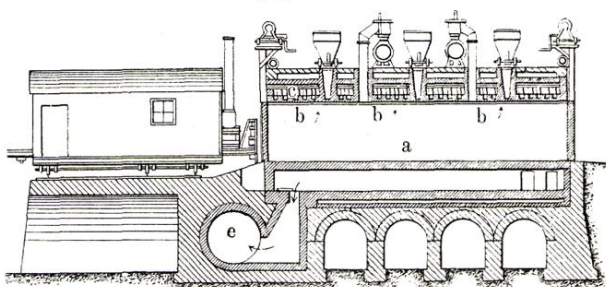
Fig. 122.



¹⁾ Fischer's Jahresber. 1894, 17. — ²⁾ Iron and Coal Trad. 1898; Oesterr. Bergh.-Ztg. 1898, 552.

zwei Hälften getheilt, und jede dieser Hälften besitzt gegen außen hin zwei Bodenöffnungen, durch welche die Gase in die Canalisation der Zwischenwände eintreten können. Diese Oeffnungen sind durch Schieber aus feuer-

Fig. 123.



festem Materiale verschließbar. Diese Oeffnungen sind linksseitig frei und können von den Gasen durchzogen werden. Unter den Schiebern kann bei *l* erwärmte Luft eintreten, womit die Gase zur Verbrennung gelangen werden. Der Weg der verbrannten Gase ist in Fig. 122 durch Pfeile angedeutet; sie ziehen gegen die Ofenmitte und theilen auf ihrem Wege eine große Wärmemenge den Seitenwänden des Verkokungsraumes mit. In der Mitte fallen sie in einen tiefer liegenden Canal ab, welcher sich unter der lothrechten Canalisirung der Zwischenwände befindet; die Gase nehmen durch den erwähnten Canal ihren Weg zu dem Außengemäuer des Ofens hin und treten durch Seitencanäle *d* (Fig. 122) in einen Längscanal, in welchem die Gase der beiden Ofenhälften zusammentreffen, von wo aus die ganze Gasmenge durch zwei Oeffnungen in den Brenncanal unter dem Verkokungsraume streicht und von da in den Essencanal *e*, der sie zu den Kesseln oder dem Ramine hinleitet. Fig. 123 zeigt die Leitungen und Ventile, durch welche die Gase von den Oefen zur Condensationsanlage geführt werden. Diese Verkokungsöfen sind derart eingerichtet, daß immer zwei zusammen arbeiten.

Bei der Construction nach Fig. 124 und 125 sind die Gasabzüge aus dem Verkokungsraume in der Decke vertical angeordnet; die frisch eingefüllte Kohle kann niemals in diese Abzüge hineinfallen, daher ist es möglich, den ganzen Querschnitt des Ofens auszunutzen, ihn bis zur Decke anzufüllen. Die Sammelcanäle *d, d₁* sind sehr vortheilhaft angeordnet. Da sie bis zur Außenmauer des Ofens geführt werden, kann man die Gasmenge, welche zum Heizen

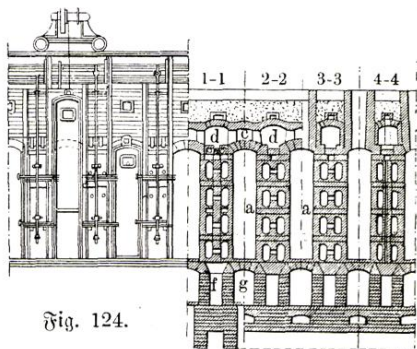
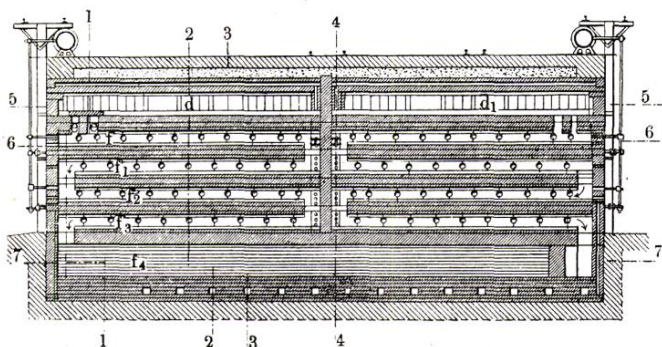


Fig. 124.

der Defen nöthig ist, von außen durch Schieber vor dem Eintritt der Gase in die Zwischenwandcirculation reguliren.

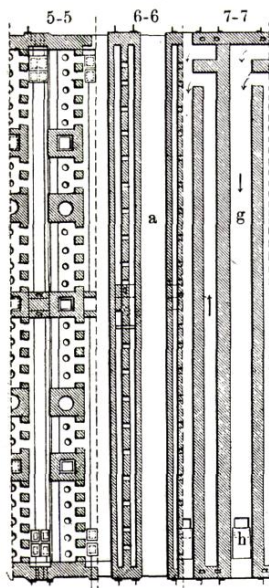
Fig. 125.



Sollen die Nebenproducte gewonnen werden, dann werden die genannten Schieber derart gestellt, daß die Verbindung des Canales *c* mit der Zwischenwandcirculation abgeschlossen ist. Die Ventile der Leitungen zur Condensationsanlage sind in diesem Falle geöffnet und die Gase machen ihren Weg durch diese zu den Condensatoren. Dort werden sie von Theer und HN_3 befreit.

Den Grundriß einer Gesamtanlage zeigt Fig. 128. Die gereinigten Gase gelangen unter Druck zu den Defen zurück und treten unmittelbar unter den früher erwähnten Schiebern in die Zwischenwandcanalisation der Defen ein.

Fig. 126.

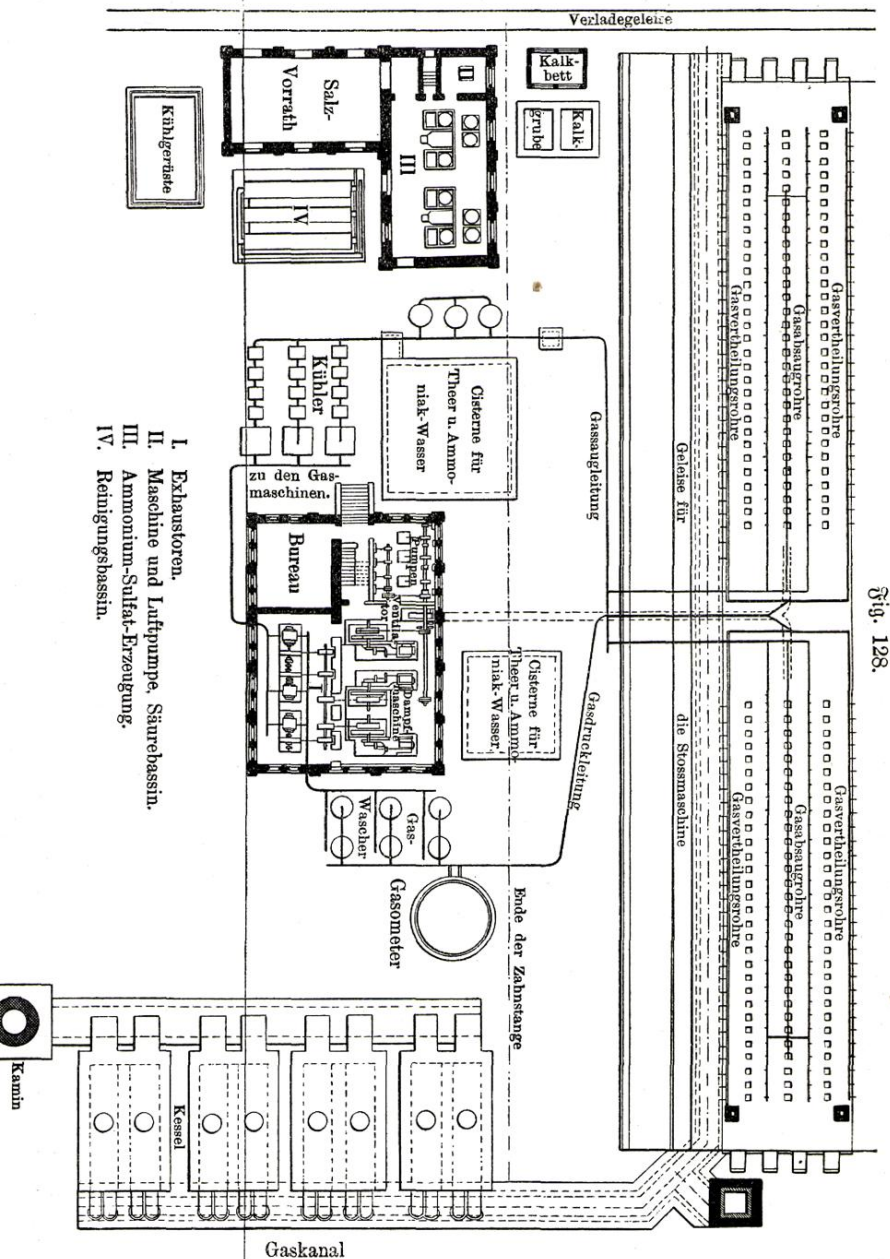


Unter Zutritt von atmosphärischer, vorgewärmter Luft verbrennen die rückströmenden Gase in den Ofencanälen, oder auch mit kalter Luft und legen dann den Weg durch die Ofencanalisation zurück, die einzelnen Ofentheile erwärmend und die Verkofung der Kohle dadurch veranlassend. Die Verbrennungsgase gelangen in den Hauptcanal *e*, von wo sie zu den Kesseln oder zum Kamine geführt werden.

Koksöfen mit 24 Stunden Brenndauer liefern bei 48 cm Breite des Verkofungsraumes in 24 Stunden 3 t Koks, solche mit 48 Stunden Brenndauer bei 58 cm Breite 2,5 t.

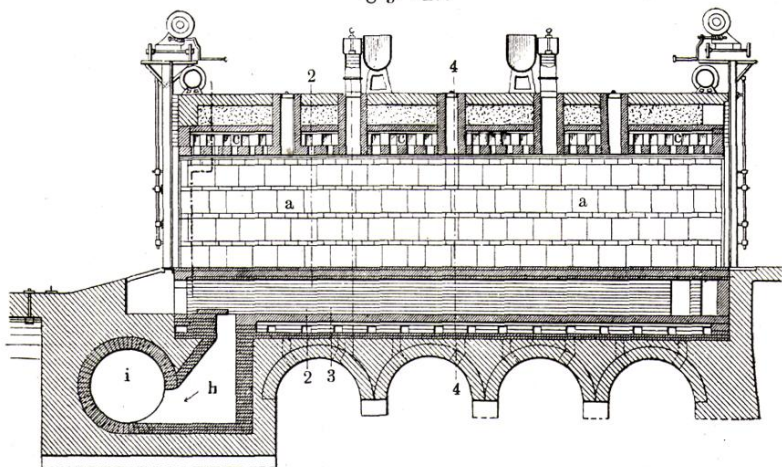
Der Koks bei 48 Stunden Brenndauer wird langstängeliger. Deshalb giebt man allgemein den Defen mit größerer Brenndauer den Vorzug.

Sollen bei der Construction Fig. 124 bis 127 die Nebenproducte nicht gewonnen werden, so treten die Gase aus dem Verkofungs-



räume *a* durch Schlitze in der Decke in einen Scheitelcanal *c*, von wo sie durch eine größere Anzahl von Oeffnungen in den Leitungscanal *d* geführt werden. Dort findet eine Theilung in zwei gleiche Stränge statt, welche durch die abschließbaren Verbindungscanäle *e* mit den Längscanälen der Zwischenmauern *f*, *f*₁, *f*₂, *f*₃, *f*₄ verbunden sind, von wo endlich die Gase in den Bodencanal *g*

Fig. 127.



treten. Den Zug *h* durchstreichend, gelangen die Verbrennungsproducte in den Essencanal und schließlich in die Esse. Auf dem Wege dahin findet noch eine Ausnutzung zur Dampferzeugung oder für andere Zwecke statt.

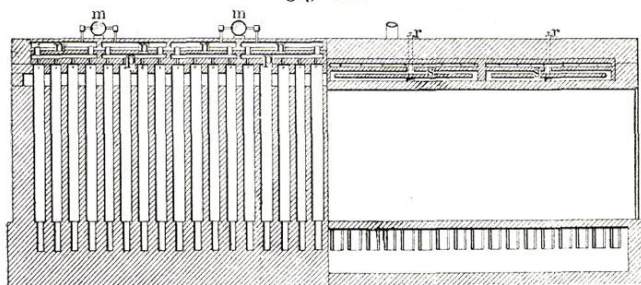
Wenn die Gewinnung der Nebenproducte berücksichtigt werden soll (vergl. Gesamtübersicht Fig. 128), werden die Canäle *e* geschlossen. Die aus dem Koksofen austretenden Gase, von Exhaustoren abgesaugt, strömen durch die Condensationsapparate, und nachdem Theer, Ammoniak, Benzol, Cyanverbindungen abgeschieden sind, wieder durch eine Rohrleitung zur Batterie und durch eine Reihe von Pfeifen in die Canalisirung der Zwischenwände *f*, *f*₁, *f*₂, *f*₃, *f*₄. Durch diese Pfeifen werden die Gase in der Zwischenwandcanalisirung gut vertheilt. Eine besondere Einrichtung ist dazu vorhanden, bestimmte Gasmengen dort in das Ofengemäuer eintreten zu lassen, wo eine regelmäßige Erwärmung nöthig ist. Außerdem ist auch dafür gesorgt, daß das Gas möglichst gut mit der Verbrennungsluft gemischt werde, damit es eine gute Ausnutzung erfahre, was eine rasche Verkofung der Kohle zur Folge hat. Diese Einrichtungen sind gemacht, um einen guten, festen Koks zu erzeugen. Vortheile sind dadurch zu erzielen, daß man die Luft in den nöthigen Mengen bei der Verbrennung in die Canäle Zutreten lassen kann, so daß man die Wärme jederzeit zu steigern vermag, wodurch man den Verkofungsproceß besser zu leiten im Stande ist. Die Gaseinlässe werden aus kleinen Rohren hergestellt, welche in die Zwischenwandcanalisirung durch das feuerfeste Material geführt sind und in der Mitte der Canäle *f*₁ *f*₃ ausmünden. Die Luft kann mit einer kleinen Gasbeimischung,

durch die Oeffnungen x , beziehungsweise die damit in Verbindung stehenden Canäle eintreten, welche oberhalb der Zwischenwandcanalisirung in dem Mauerwerke liegen. Die Öfen haben sich in zahlreichen Anlagen in Westfalen (Gelsenkirchen, Essen u. s. w.), Schlesien, Belgien, Frankreich und Rußland bewährt.

Koksöfen mit Gewinnung der Nebenproducte. Nach H. Herberz (D. R.-P. Nr. 15 086) muß zur Gewinnung von viel Theer die Ofentemperatur niedrig gehalten werden, zur Erzielung fester Koks ist aber hohe Temperatur erforderlich. Er construirte daher einen Ofen, welcher nur von unten geheizt wurde, mit Luftvorwärmung.

In seinem Patente Nr. 25 526 hat er aber lothrechte Heizcanäle. Nach dem Zusatzpatente Nr. 27 506 werden die lothrechten Züge über das Gewölbe des Koksöfens hinaus verlängert und die Seitenwände dieser Verlängerungen zu Canälen ausgebildet, in denen Luft und Gase erhitzt werden. Dadurch soll zugleich eine gewisse Abkühlung und damit erhöhte Dauerhaftigkeit dieser Canal-

Fig. 129.



verlängerungen erzielt werden. Die Gase werden aus den Rohrleitungen m (Fig. 129 bis 131) in die kleinen Röhren n und aus diesen mittelst des gemauerten Canales p in die einzelnen senkrechten Züge geleitet. Die atmosphärische Luft strömt durch die Röhren r in die Heizcanäle s , zunächst in den unteren, dann in den mittleren, endlich in den oberen und aus letzterem in die einzelnen lothrechten Züge, um hier die Verbrennung der aus den Canälen p austretenden Gase zu bewirken.

Fig. 131.

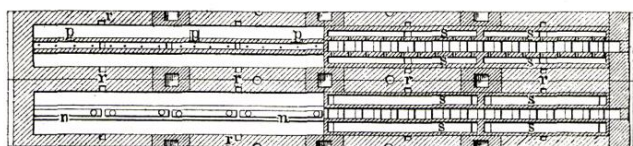
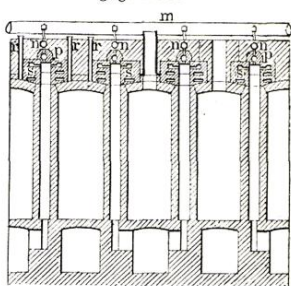


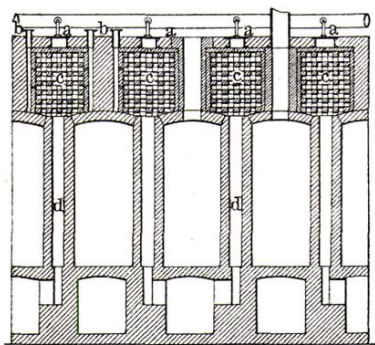
Fig. 130.



Wenn die Luft unter Druck eingeleitet werden soll, werden die Röhren *r* mit einer (in den Figuren fehlenden) Rohrleitung, welche die Luft von dem Gebläse zuführt, in Verbindung gesetzt und an den Röhren *r* Regulirvorrichtungen für die Zuströmung der Luft zu den einzelnen Gruppen der Heizcanäle *s* angebracht. Soll die Luft nur durch den Zug des Kamins angesaugt werden, so fällt die genannte Rohrleitung weg und die Regulirvorrichtungen werden direct auf die Röhren *r* gesetzt.

Derselbe schaltet nach D. R.-P. Nr. 31906 bei Koksöfen mit Gewinnung von Theer und Ammoniak zwischen den senkrechten Zügen *d* (Fig. 132) und der Gas- bezw. Luftzuführung *a* und *b* ein Gitterwerk *c* aus feuerfesten Steinen ein, durch welches die Gase zugeführt werden, während gleichzeitig von

Fig. 132.



außen atmosphärische Luft eintritt. Luft und Gase erwärmen sich an den heißen Steinen des Gitterwerkes, vermengen sich in demselben und entwickeln durch ihre Verbrennung beim Eintritte in die senkrechten Züge die zur Heizung derselben nöthige Hitze. Das Gitterwerk ist im vorliegenden Falle nicht, wie bei den Siemens'schen Apparaten, zur abwechselnden Durchleitung von Verbrennungsproducten und vorzuwärmender Luft und Gasen, auch nicht zur Uebertragung von außen zugeführter Wärme an die Gase oder an die Luft benutzt, sondern dasselbe findet eine für Koksöfen neue Anwendung, indem gleichzeitig an verschiedenen Stellen Luft und Gase in dasselbe eintreten, welche sich an den Steinen erwärmen, beim weiteren Durchströmen sich mit einander vermengen und beim Eintritte in die Züge zur vollkommenen Verbrennung gelangen.

Fig. 133.

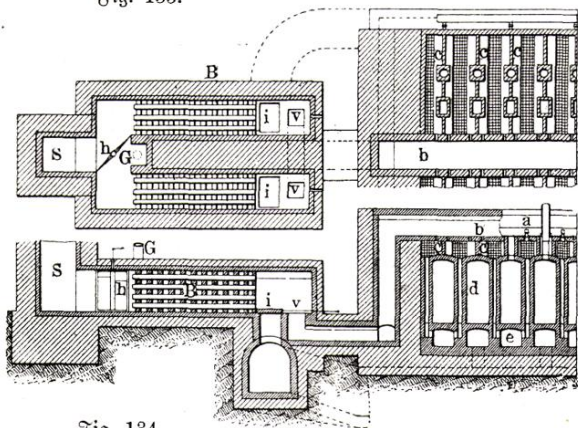


Fig. 134.

Nach dem Zusatzpatente Nr. 34 286 ist es unter Umständen vortheilhaft, bei den Koksöfen mit Gewinnung von Theer und Ammoniak die Luft, welche in das über den senkrechten Canälen *d* (Fig. 133 bis 135) befindliche Gitterwerk *c* geführt wird, vorzuwärmen. Bei Verwendung eines einräumigen Winderhitzers *B* wird das Heizgas durch Leitung *a* zum Gitterwerk, durch *g* zu den Sohlcanälen *e* und durch Rohr *G* zu dem Lusterhitzer geführt. Die Verbrennungsgase gehen je nach Stellung der Schieber *i* und der Wechselklappe *h* durch die eine Hälfte des Lusterhitzers zum Schornsteine *S*, während die in der anderen Hälfte erhitzte Luft durch Oeffnung *v* in die Canäle *b* und *l* gelangt.

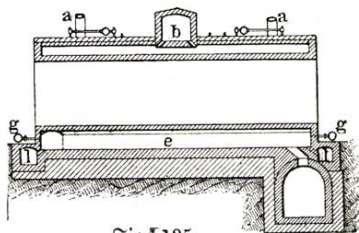
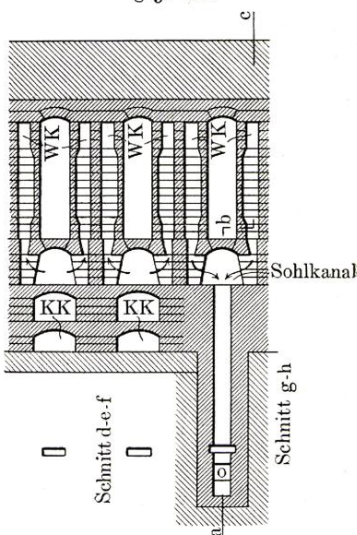


Fig. 135.

Für liegende Koksöfen mit Gewinnung der Nebenproducte beschreibt W. Fritsch (D. R.-P. Nr. 52 134) eine Einrichtung zur Regelung der Zuführung vorgewärmter Verbrennungsluft. — Auf den Koksöfen von Magirus (D. R.-P. Nr. 78 927) mit Gewinnung von Nebenproducten sei verwiesen¹⁾.

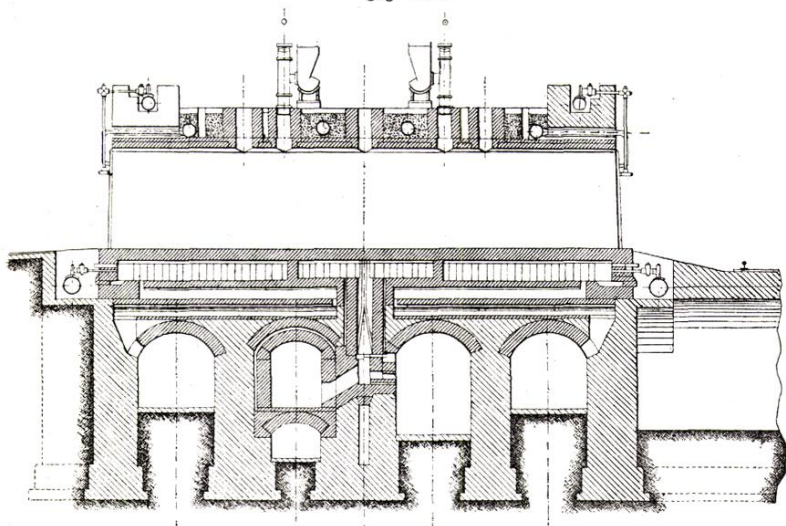
Liegender Koksöfen mit lothrechten Heizcanälen von F. Brund (D. R.-P. Nr. 73 504). Zur besseren Wandheizung ist der obere wagerechte Verbindungschanal, der bisher bei diesen Öfen über der Decke der Ofenkammer sich befand, unterhalb dieser Decke angeordnet. Fig. 136 zeigt diese Anordnung beispielsweise für Öfen, bei denen die Wandheizcanäle im Mauerwerke ausgespart sind und die Heizung von beiden Stirnseiten aus durch je eine Sohlen- und je zwei Wandflammen bewirkt wird. Durch die veränderte Anordnung des oberen Verbindungschanals soll der Wärmeverlust durch Ausstrahlung, der durch die vollständige, sehr starke Heizung des Mauerwerkes über der Ofendecke entstand, wesentlich vermindert werden. Die übermäßige Heizung der Ofendecke wird vermieden und somit einerseits dem Verluste der Wärme vorgebeugt, welche von den Gasen aufgenommen wird, die diesen Raum erfüllen, und andererseits dem Verluste an Nebenproducten und an Heizkraft des Gases, der durch die schädliche Erhitzung des Gases entsteht.

Fig. 136.


¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1895, 57.

Nach fernerem Mittheilungen desselben¹⁾ befinden sich in jeder Ofenzwischenwand zwei Reihen senkrechter Heizcanäle; die Zwischenwände erhalten bei dieser Construction eine so stabile Form, daß die entlasteten Kammerwände ohne Rücksicht auf Stabilität ganz dem Heizungsbedürfnisse entsprechend construirt, die Wandstärken also auf ein Minimum reducirt werden können und daß ferner die Ofenkammern, im Vergleiche zu anderen Ofensystemen, ohne Gefahr höher und demgemäß, behufs Abkürzung der Garungszeit, bei gleicher Füllung wesentlich enger angenommen werden können. Der Steinschnitt im Ofengewölbe und in den Zwischenwänden ist so angeordnet, daß sowohl die ganzen Kammerwände mit den hineinragenden Kopfsteinen, als auch die Sohlengewölbe ausgewechselt werden können, ohne die Deckengewölbe und das Mittelstück der Zwischenwand, worauf die Deckenlast ruht, irgendwie in Mitleidenchaft zu ziehen. Außerhalb der Ofenkammer kommen im Ofenmauerwerke keine dünnen Wände vor, und keinerlei Aussparungen für Canäle u. dergl., die so leicht Undichtigkeiten und Störungen verursachen (Fig. 137). Die Heizung

Fig. 137.



erfolgt von beiden Stirnseiten der Ofen durch je eine Sohlen- und je zwei Wandflammen; es wird dadurch die erzeugte Wärme vortheilhaft vertheilt, die schädliche Ueberhizung einzelner Ofentheile vermieden, und besonders eine intensive Heizung der oberen Wandpartie erzielt. Letzteres ist wichtig, weil der obere Theil der Kohlenfüllung nur von zwei Seiten her Wärme empfängt, während der untere Theil von drei Seiten aus geheizt wird, nämlich von den beiden Wänden und von der Sohle. Die Sohlcanäle sind durch zwei Quermauern in drei Theile zerlegt. Die Luft, in den Fundamentgewölben und

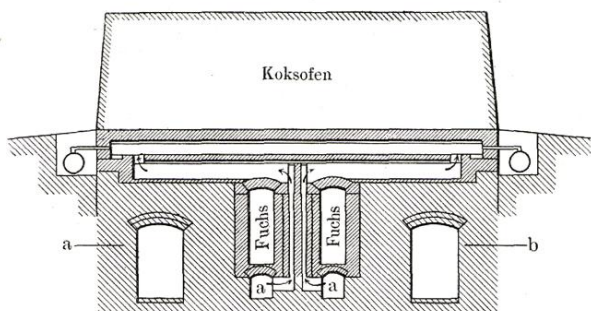
¹⁾ Stahl und Eisen 1894, 677; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1895, 79; Glückauf 1894, 1201.

Kühlcanälen genügend vorgewärmt, strömt in die äußersten Abtheilungen des Sohlcanales ein, mischt sich mit dem Heizgase der Sohlenflammen, strömt mit diesem durch die anschließenden Wandzüge, gleichmäßig auf beide Wände vertheilt, in die Höhe und vereinigt sich dort mit den Heizgasen der beiden Wandflammen. Von da gelangen die Heizgase durch die verhältnißmäßig großen, wagerechten Verbindungsanäle von beiden Seiten her nach der mittleren Abtheilung, strömen durch die Wandzüge abwärts in die mittlere Abtheilung des Sohlcanales und von da auf kürzestem Wege in den Sammelcanal, der sie nach den Dampfkesseln bezw. nach dem Kamine abführt. Von Wichtigkeit ist hierbei einerseits, daß die Heizgase im Ofen nur sehr kurze Wege in weiten Räumen zurücklegen, also nur äußerst geringe Bewegungswiderstände zu überwinden haben, dann, daß bei den wechselnden Canalquerschnitten Luft und Gas sehr gut sich mischen und endlich, daß die abziehenden Gase mit der vollen Temperatur des Sohlcanales direct nach den Kesseln geführt werden.

Nach Brunck's Angaben bewirkt die günstige Wärmevertheilung und besonders die starke Wandheizung, daß die Kokszerzeugung sehr günstig sich gestaltet, indem bei einer Ofenfüllung von 72 hk Kohlen mit rund 14 Proc. Wasser, also von 62,5 hk trockenen Kohlen (d. i. bei der normalen Füllung eines Otto-Hoffmann-Ofens mit 44 bis 48 Stunden Garungszeit), die Garungszeit einschließlich des Zeitverlustes beim Ziehen und Füllen der Ofen nur 33 bis 36 Stunden beträgt. Dabei ist hervorzuheben, daß diese Ergebnisse in einer selbständig, d. h. mit eigener Condensationsanlage betriebenen Batterie von nur sechs Ofen erreicht werden, wo es schwer ist, eine gleichmäßige Gaserzeugung bezw. Heizung zu erzielen, weil die Störung bei einem einzelnen Ofen sofort auf $\frac{1}{6}$ vom Ganzen sich erstreckt.

Die Koksausbeute aus der angegebenen Ofenfüllung mit 62,5 hk trockener Kohle beträgt 50 hk für den Ofen. Bei einer größeren Ofenzahl und bei gut aufbereiteter Kohle übersteigt die mittlere Garungszeit bei solcher Ofenfüllung sicher nicht $34\frac{1}{2}$ Stunden; die Kokszerzeugung eines Ofens würde sich also bei 360 Betriebstagen auf $250 \times 5,00 = 1250$ t Koks jährlich stellen.

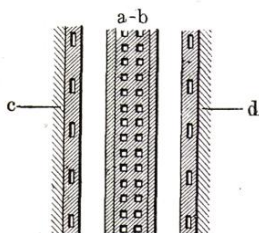
Fig. 138.



Um nach fernerer Angaben von F. Brunck (D. R.-P. Nr. 89775) bei liegenden Koksöfen eine intensive Luftvorwärmung zu erreichen, werden zur

Abführung der Abhitze zwei Fächer neben einander angeordnet. Die dazwischenliegende Trennungswand ist in ihrem Inneren gitterartig durchbrochen; das so gebildete Steingitter, durch welches behufs Vorwärmung frische Verbrennungsluft strömt, wird von beiden Seiten durch die Abgase der Fächer ununterbrochen erhitzt. Die Frischluft tritt in die Kühlcanäle *a* (Fig. 138 und 139) unter

Fig. 139.



den Fächern ein, streicht durch das heiße Gitterwerk nach oben und erfährt eine weitere Temperaturerhöhung auf ihrem Wege über das Deckengewölbe der Fächer durch deren Wärmeausstrahlung nach oben. Hierdurch wird eine Ueberhitzung des feuerfesten Mauerwerkes vermieden und die Leistungsfähigkeit des Ofens in Bezug auf raschere Garung der Kohlenfüllung beträchtlich erhöht.

F. Brund (D. R.=P. Nr. 104 864) schlägt vor, die kalte Verbrennungsluft nach dem Gegenstromprincip zur Abkühlung des heißen Destillationsgases zu benutzen und hierdurch vorzuwärmen.

Da nach D. Ruppert in Gelsenkirchen (D. R.=P. Nr. 24 404 und 26 307) in den lothrechten Canälen der Coppée'schen Defen in Folge des sehr großen Querschnittes derselben und der ungleichen Entfernungen der Canal-mündungen vom Gasabzugschanale eine ziemlich ungleichmäßige Vertheilung der Gase stattfindet, so werden die Canäle in zwei bis sechs einzelne, für sich regulirbare Zugsysteme zerlegt und demgemäß auch zwei bis sechs Gasabzugsöffnungen *a*

Fig. 140.

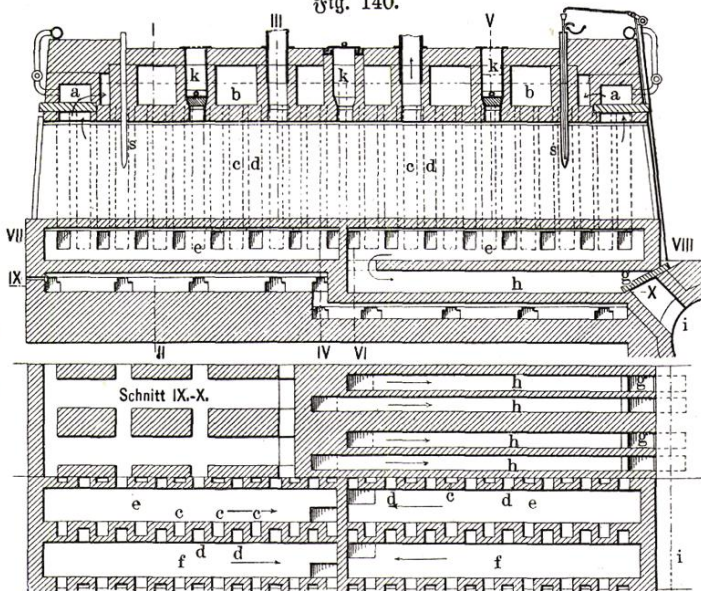


Fig. 141.

Schnitt VII-VIII.

(Fig. 140 bis 142) in der Decke der Ofen angeordnet, oder zwei Nachbarsysteme durch eine Abzugsöffnung gespeist, so daß man dann mit einer, zwei oder mehreren Abzugsöffnungen ausreicht und dazu auch die Kohlenfüllöffnungen *k* der Ofen benutzen kann. Von hier vertheilen sich die Gase aus den wagerechten, über den Gewölben der Ofen liegenden Canälen *b* in die einzelnen lothrechten Windcanäle *c* und *d*, nachdem die Gase durch einen in der Füllöffnung *k* angebrachten Luftwärmer oder in der bisher üblichen gewöhnlichen Weise mit Verbrennungsluft gespeist worden sind. In diese Canäle wird bei der Verwerthung der Nebenproducte auch das von diesen gereinigte Gas in beliebiger Weise geleitet. Die Wandcanäle *c* und *d* münden abwechselnd in die neben der Ofenwand liegenden

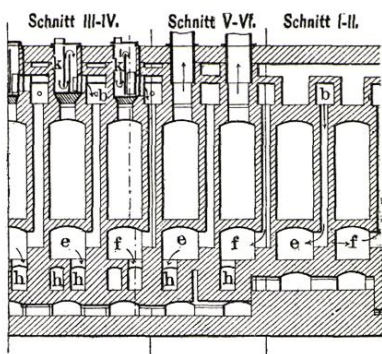
zwei Sohlcanäle *e* und *f* und können dadurch die Gase einen beliebig langen Weg um verschiedene Ofen machen, indem sie, durch verschiedene Wände auf- und absteigend, um und unter entferntere Ofen geführt werden. Jedes System ist nun für sich abgetheilt und hat seinen besonderen, nach dem Hauptgasabzugscanale *i* führenden Fuchs *h*, so daß es hierdurch und durch den in jedem Fuchse *h* liegenden Absperrschieber *g* möglich ist, den Durchgang der Gase in jedem Systeme beliebig zu regeln und den

Abzug der Gase aus beliebigen Sohlcanälen zu gestatten. Um bei der Verwerthung der Nebenproducte den an den Thüren befindlichen Theil der Kohlenfüllung besser zu verkoken, schiebt man in dieselbe von oben eine Scheidewand *s* ziemlich tief ein. Dieselbe kann entweder aus feuerfestem Stein, oder besser hohl aus Eisen sein und durch im Inneren kreisendes Wasser ziemlich abgekühlt werden. Die Gase aus dem abgeschlossenen Kopftheile des Ofens werden direct in die Wandcanäle geleitet und verbrannt, während die in dem anderen Theile des Ofens sich entwickelnden Gase abgeführt werden; bei weiter vorgeschrittener Garung der Ofenköpfe kann der Scheider *s* entfernt werden.

Der Regenerativ-Koksöfen von G. Hoffmann (D. R.-P. Nr. 18795) ist zur Erhitzung der Verbrennungsluft und Wiedererhitzung der von Theer und der befreiten Destillationsgase mit einem Siemens'schen Regenerator verbunden. Den in Rohren sich abscheidenden Theer kann man mit Hilfe eines Schiebers so hoch sich ansammeln lassen, daß die Gase nur unter einem gewissen Drucke aus dem Koksöfen austreten können, mithin ein Eintreten von Luft in den Entgasungsraum vermieden wird (vergl. S. 120).

Nach E. Festner und G. Hoffmann (D. R.-P. Nr. 67395) werden die von der Condensation zurückkehrenden Gase wieder zu den Koksöfen zurückgeleitet und hier in verschiedenen Abstufungen und an verschiedenen Stellen unter gleichzeitiger Zuführung erhitzter frischer Verbrennungsluft in die Ver-

Fig. 142.



brennungsanäle geleitet. Ein Theil der von der Condensation kommenden Gase wird in die unter den Kofskammern liegenden Verbrennungsanäle unter gleichzeitiger Zuführung frischer Verbrennungsluft geleitet. Diese frische Verbrennungsluft wird aber vor dem Eintritte in die Verbrennungsanäle bis nahe auf die Entzündungstemperatur der Gase dadurch gebracht, daß man sie durch Frischluftcanäle, welche etagenförmig über einander angeordnet sind und deren Boden und Decke von den Canälen für die abziehenden Verbrennungsgase gebildet werden, auf einem zickzackförmigen Wege und quer zur Richtung der abziehenden Verbrennungsgase streichen läßt. Nachdem das Gasluftgemisch entzündet und brennend unter den Böden der Kofskammern hindurchgegangen ist, wird es in eine zweite Reihe seitlich darüber liegender Verbrennungsanäle geleitet und ihm hier ein weiterer Theil der von der Condensation zurückgeleiteten Gase, unter gleichzeitiger Hinzufügung vorgewärmter frischer Verbrennungsluft zugeführt, so daß auch in diesem Canale eine intensive Verbrennung des Gasluftgemisches stattfindet. Hierauf werden die brennenden Gase in eine dritte Reihe von Verbrennungsanälen geleitet und hier wiederum sowohl ein Theil der von der Condensation zurückkehrenden Gase als auch frische, vorgewärmte Verbrennungsluft zugeleitet, worauf dann entweder dieses Verfahren noch in weiteren Verbrennungsanälen fortgesetzt wird, oder die Verbrennungsgase nunmehr abgeleitet und um die frischen Luftcanäle herum, quer zu der Strömung in diesen Canälen, in einer größeren oder kleineren Anzahl von Etagen abgeleitet werden. Die sich vorwärmende Verbrennungsluft entnimmt die erforderliche Wärme also nicht dem Verbrennungsanale, sondern den abziehenden Verbrennungsgasen, und hat beim Eintritte in den Verbrennungsanal diejenige Temperatur der abziehenden Verbrennungsgase bereits angenommen, welche letztere besitzen, sobald sie aus den letzten Verbrennungsanälen austreten¹⁾. — Es wird ferner (D. R.-P. Nr. 103 577) angegeben, daß zur Vermeidung einer zu starken und ungleichmäßigen Wärmeentziehung durch die Luftvorwärmung für die beiden Heizcanalgruppen getrennte, durch den gemeinsamen Abzug der Heizgase von einander geschiedene Gruppen von quer unter je einer Längshälfte sämtlicher Kofskammern entlang geführten Luftcanälen vorgesehen sind, und die aus letzteren jedem Sohlcanal im Uberschuß zugeführte Luft zusammen mit der zugehörigen Sohlheizflamme durch mehrere, am inneren Ende der Sohlcanäle beiderseits angeordnete Verticalcanäle derart gespalten wird, daß bei gleichzeitiger Verhütung einer Ueberhitzung der Kammermitte eine weitere gleichmäßige und starke Erwärmung der überschüssigen Luft unmittelbar vor ihrem Zusammentreffen mit den in die oberen Heizcanäle beiderseits eingeführten Gasströmen herbeigeführt wird (Patentanspruch).

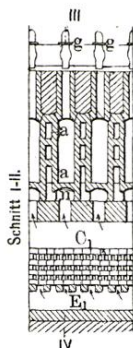
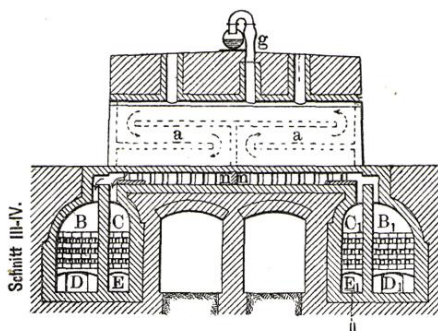
Kofsofen mit Gewinnung der Nebenproducte. Nach A. Hüßener (D. R.-P. Nr. 16 923) werden die gereinigten Ofengase durch ein Rohr über ein unter der Sohle angeordnetes Kofsfener, sowie in die Wandcanäle des Ofens geleitet, wo sie mit der vorher in den Kühlcanälen des Kofsofens erhitzten atmosphärischen Luft zusammentreffen und verbrennen.

¹⁾ Vergl. Bischer's Jahresber. 1892, 18.

Bei den Regenerativ-Koksofen der Schlesischen Kohlen- und Kokswerke (D. R.=P. Nr. 25 825) werden die Gase durch die Rohre *g* (Fig. 143 und 144) zu einer Condensationsvorrichtung angesaugt, in welcher der Theer und das Ammoniakwasser sich verdichten, und dann zu den Koksofen zurückgeführt, um je nach der Stellung des zwischen Koksofen und

Fig. 143.

Fig. 144.



Schornstein befindlichen Klappenverschlusses durch E_1 oder durch E einzutreten. Steht die Klappe so, daß der Eintritt des Gases bei E_1 erfolgt, so tritt auch die Luft bei D_1 ein. Das Gas geht durch den beim letzten Wechsel erhitzten Regenerator C_1 , die Luft durch den ebenfalls vorher erhitzten Regenerator B_1 . Unter der Sohle *n* treten Gas und Luft zusammen und verbrennen dort sowie auf dem weiteren Wege in den Seitenwänden *a* und unter der Sohle *v*; es ziehen die verbrauchten heißen Gase alsdann durch die Regeneratoren C und B und von da durch die Canäle E und D zum Schornsteine. Die Gittersteine der Regeneratoren C und B werden durch die durchströmenden heißen Verbrennungsproducte hoch erhitzt und, wenn nunmehr nach einer bestimmten Zeit die Klappe umgestellt wird, so erfolgt der umgekehrte Weg. Das aus den Condensationsapparaten kommende, von Theer und Ammoniak befreite Gas tritt alsdann bei E ein, die Luft bei D , worauf das Gas den umgekehrten Weg wie vorher geht.

Nach einem fernerem Vorschlage derselben Werke (D. R.=P. Nr. 26 421) soll es unter Umständen angemessener sein, daß nur die Verbrennungsluft vorgewärmt wird, während das Gas ohne Vorwärmung in die Heizräume der Koksofen einströmt oder eingeblasen wird (vergl. S. 130).

Liegender Koksofen der Actiengesellschaft für Kohlendestillation (D. R.=P. Nr. 94 049). Fig. 147 und 148 zeigen lothrechte Längsschnitte, Fig. 146 Querschnitte und Ansicht von *K* aus, Fig. 145 Ansicht von *J* aus. Fig. 149 bis 151 stellen die Zwischenwände zwischen je zwei Ofenkammern dar in verschiedenen Ausführungen des Verbandes der Ofenkammerwangen mit der Zwischenwandmittelmauer. Danach bilden die Heizcanäle unter der Sohle der Ofenkammern und in den je zwei Ofenkammern trennenden Zwischenwänden zwei vollständig selbständige Canalsysteme, indem unter

jeder Ofenkammer zwei Canäle in der Sohle angeordnet sind, von denen jeder für sich geheizt wird und jeder je mit einem Systeme in der Ofenkammer=

Fig. 147.

Fig. 145.



Fig. 146.

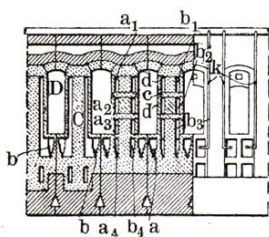


Fig. 149.

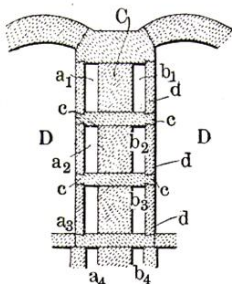


Fig. 150.

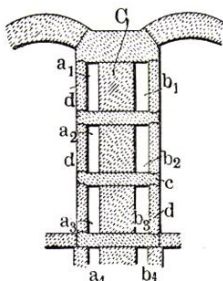
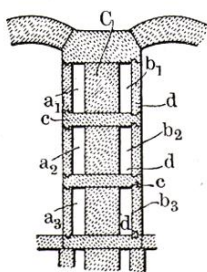


Fig. 151.



zwischenwand befindlicher wagerechter Wandcanäle und durch diese mit dem allgemeinen Abhitzecanäle in Verbindung steht. Hierdurch werden die in jedem Sohlcanäle eingeführten Gasmengen gezwungen, den ihnen vorgeschriebenen Weg bis zum Abhitzecanäle zu machen, und außerdem wird jede Ofenkammer an jeder ihrer Seiten durch je ein unabhängiges Heizcanaalsystem erhitzt, aus welchem nicht mehr, wie dies bisher der Fall war, ein beträchtlicher Theil der Hitze an die nebenliegende Ofenkammer abgegeben wird. Die unter der Ofenkammer liegenden Sohlcanäle sind in den Figuren mit ab bezeichnet und das wagerechte Heizcanaalsystem mit $a_1 a_2 a_3 a_4$ bzw. $b_1 b_2 b_3 b_4$. Die eine Hälfte der Ofenkammersohle und Ofenkammerwange wird von dem in sich abgeschlossenen selbständigen Heizcanaalsysteme $aa_1 a_2 a_3$, die andere Hälfte von

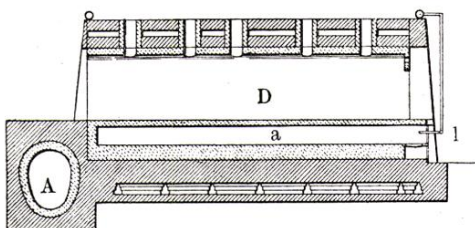
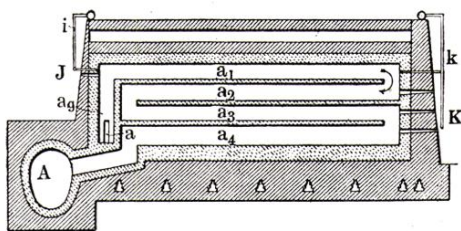


Fig. 148.



dem Heizcanalsysteme $bb_1b_2b_3$ geheizt. Die Gase machen in jedem Heizcanalsysteme (ohne daß sie sich theilen) den Weg durch die Sohlencanäle a und b , am Ende derselben aufwärts durch a_5 bezw. b_5 und a_1 bezw. b_1 und dann wieder im Zickzack abwärts durch die Canäle $a_2a_3a_4$ bezw. $b_2b_3b_4$ nach dem allgemeinen Abhitzcanale A . Durch diese Anordnung der Heizcanalsysteme wird mittelst der zwangsläufigen Führung der Heizgase ein zuverlässiges und ökonomisches Erhitzen der einzelnen Ofenkammern erzielt. Diese getrennten und in sich selbständigen Canalsysteme werden in einer besonderen Weise eingebaut und in die zwischen je zwei Ofenkammern befindlichen Zwischenwände (Fig. 149 bis 151). Die Mitte jeder Zwischenwand besteht aus dem massiven Mauerwerke C , welches das Ofenkammergewölbe und den gesammten Oberbau des Ofens trägt und mittelst seitlichen Auskragungen oder Vorsprünge c , deren Stirnflächen einen Theil der Wandflächen der Ofenkammern bilden, die dünnen auswechselbaren Platten d aufnimmt.

Die Ofen der Firma Dr. C. Otto & Co. in Dahlhausen haben in Deutschland die größte Verbreitung gefunden. Nach den D. R.=P. Nr. 7054 und 13 156 wird als Verbrennungsluft die zur Bodenkühlung verwendete und dadurch schon erhitzte Luft in besonderen Canälen durch die heißen Ofenwände geführt und dann zur Verbrennung der Gase benutzt.

Nach D. R.=P. Nr. 10 280 werden Koksöfen in zwei Etagen über einander in der Weise angeordnet, daß die Ofen sowohl der oberen wie der unteren Etage von oben her mit Kohlen gefüllt werden können.

Die Koksöfen nach D. R.=P. Nr. 16 436, 16 840 und 19 040, mit oder ohne Gewinnung der Nebenproducte, nähern sich wieder den Coppée'schen Ofen¹⁾.

Nach dem gemeinschaftlich mit H. Herberz genommenen D. R.=P.

Fig. 152.

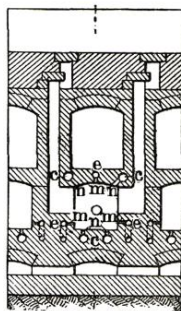
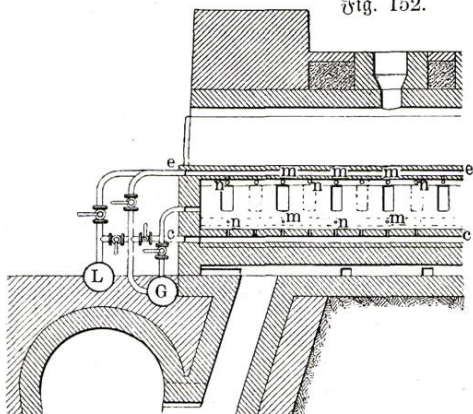


Fig. 153.

¹⁾ Fischer's Jahressber. 1883, 1221.

Nr. 17873 werden bei den Koksöfen mit Gewinnung der Nebenproducte Generatoren vorgelegt, um die erforderliche Temperatur zu erreichen.

Nach D. R.-P. Nr. 20 908 und 24 586 von Otto & Co. soll, um bei Koksöfen nicht allein die Luft an den verschiedensten Stellen des Sohlcanales zur Verbrennung der Gase einführen, sondern auch die Gase selbst an die verschiedenen Stellen hinleiten und deren Zutritt von außen reguliren zu können, das Gas durch eine Rohrleitung *G* (Fig. 152 und 153) vor den Defen hergeführt werden, bei den einzelnen Koksöfen in die Canäle *e* münden und aus diesen durch die Oeffnungen *m* in den Sohlcanal treten. Die Luft wird durch die Rohrleitung *L* vor den Defen hergeführt, mündet bei den einzelnen Koksöfen in die Canäle *c* und tritt aus diesen durch die Oeffnungen *n* in den Sohlcanal. Im Gascanale treten also Gas und Luft zusammen und verbrennen dort.

Beim Regenerativ-Kokssofen soll nach Otto's D. R.-P. Nr. 31 004¹⁾ die gleichmäßige Erwärmung der Sohlen und Seitenzüge dadurch erreicht werden, daß die Verbrennungsluft nicht allein an der Eintrittsstelle der Gase aus den Regeneratoren *R* (Fig. 154 bis 157) unter der Sohle *n*, sondern auch in dem

Fig. 155.

Fig. 156.

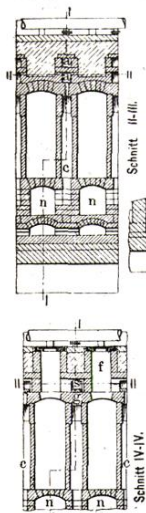


Fig. 154.

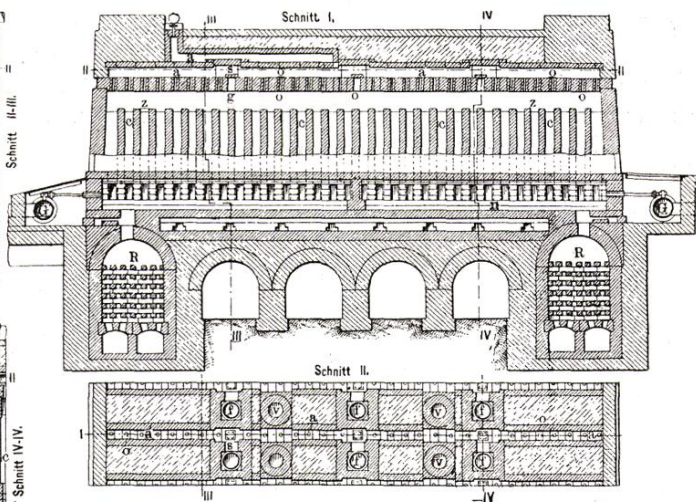


Fig. 157.

Längszuge *z* zugeführt wird. Die Luft gelangt aus dem Canale *a* durch Oeffnungen *o* der Trennungsteine in den Längszug *z* und die Seitenzüge *c*. Die Inbetriebsetzung der Defen oder deren Betrieb ohne Gewinnung der Nebenproducte kann dadurch bewirkt werden, daß man die Steine *s*, welche gewöhnlich die Oeffnungen *g* schließen, wegnimmt, so daß die Gase aus den Kohlenfülllöchern *f* durch *g* unmittelbar nach *z* gelangen können, um hier mit der

¹⁾ Zusatz zu Hoffmann Nr. 18795 (vergl. S. 115).

durch die Oeffnungen *o* eintretenden Luft ganz oder theilweise zu verbrennen. Die Oeffnungen *v* dienen als Gasabzugsöffnungen für den Fall der Gewinnung der Nebenproducte.

Weitere Constructionen von Regenerativ-Koksofen zeigen D. R.-P. Nr. 31 004, 31 590, 32 520, 50 982, 88 200 und 90 499 ¹⁾.

Nach D. R.-P. Nr. 42 473 ist über den Schächten *n* (Fig. 158 bis 160) der Seitenwände ein Längszug angebracht, welcher durch mindestens je einen

Fig. 158.

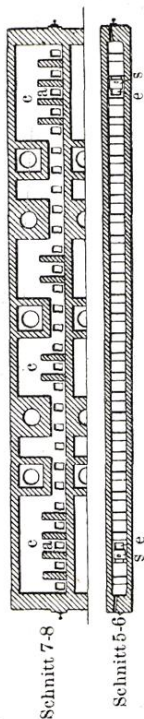


Fig. 160.

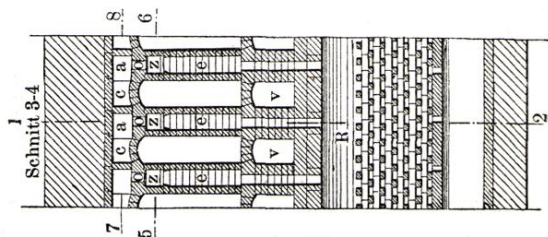
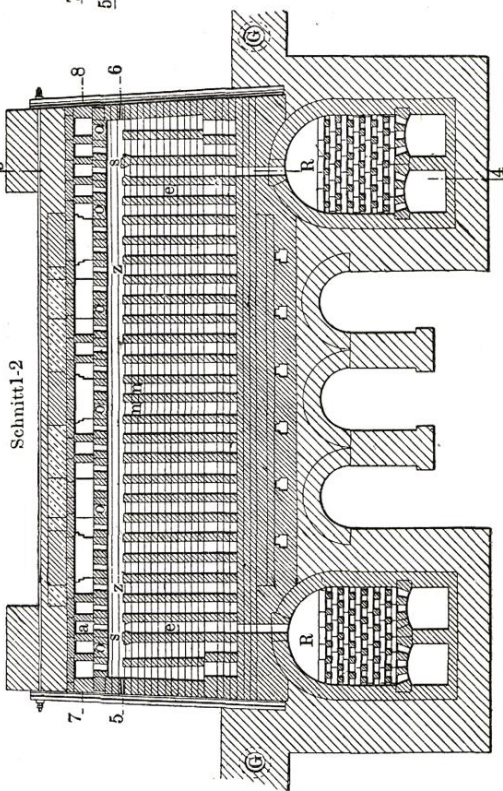


Fig. 159.



Schacht *e* mit den Wärmespeichern *R* verbunden ist. Unabhängig davon können

¹⁾ Fischer's Jahrbuch. 1885, 1221; 1890, 17; 1897, 25.

die Wärmespeicher mit den Sohlcanälen *v* unter den Defen und den Luftcanälen über den Defen verbunden werden. Diejenigen Gase, welche nicht in den Sohlcanälen *v* verbrannt sind, steigen in den Schächten *n* der Seitenwände auf und verbrennen ganz oder theilweise in dem Längszuge *z* mit der Luft, welche durch die Schächte *e* unmittelbar aus den Wärmespeichern zugelassen wird. Die Menge dieser Luft wird durch Stellung der Schieber *s* geregelt. Aus dem Längszuge *z* treten die Verbrennungsproducte durch die Oeffnungen *o* in die Canäle *a* und damit auch in deren Erweiterungen *c*, welche über den Gewölben der Defen angeordnet sind. Auf diese Weise kann der obere Theil der Regenerativ-Koksöfen durch die in *z*, sowie in den Canälen *a* und *c* über den Gewölben stattfindende Verbrennung entweder ebenso hoch oder höher oder weniger hoch erhitzt werden als die Sohlcanäle, ganz wie das Bedürfniß des Verkokungsprocesses und die Eigenschaften der zu verkokenden Kohlen es erfordern.

Otto & Co. (D. R.-P. Nr. 50 982) wollen ferner die hohen Temperaturen vermeiden, welche bei den Regenerativöfen entstehen und zu häufiger Zer-

störung des Mauerwerkes führen. Danach wird die heiße Luft dem durch dieselbe zu verbrennenden Gase nicht mehr an einer, sondern an mehreren Stellen zugeführt. Das von der Condensation zurückkehrende Gas strömt in den Canal *a* (Fig. 161 bis 163), die heiße Luft aus dem Regenerator *R* tritt in den Canal *c*. Diese Luft tritt durch die Oeffnungen *b* in der Zwischenwand *d*

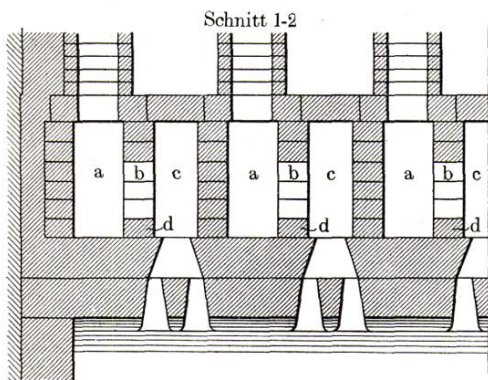
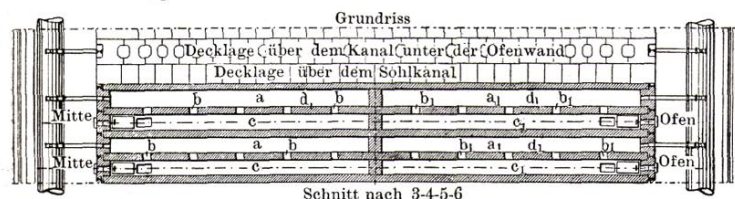
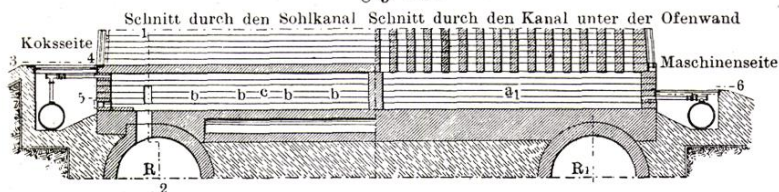


Fig. 161.

Fig. 162.



Schnitt nach 3-4-5-6

Fig. 163.

Fig. 164.

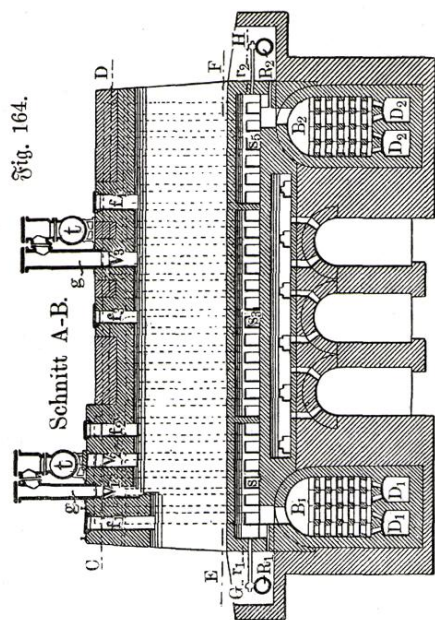


Fig. 165.

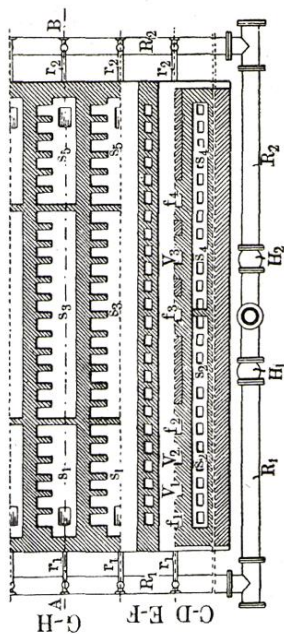
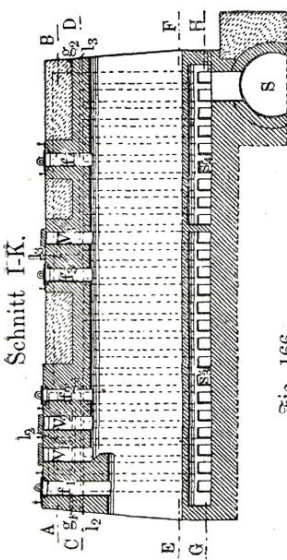


Fig. 166.



Ansicht von der
Maschinenseite.
Schnitt nach
L-M. N-O. P-Q. R-S.

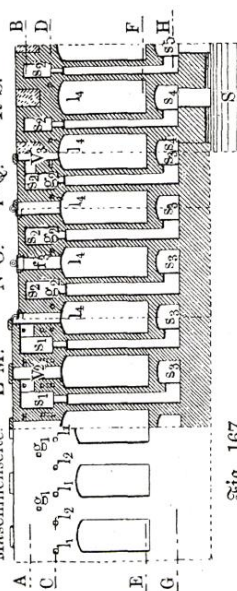


Fig. 167.

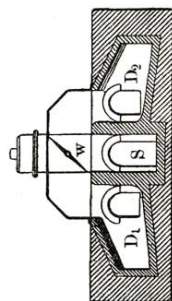


Fig. 168.

der Canäle a und c in den Canal a . Die Verbrennung der Gase in dem Canale a findet also an den Stellen statt, wo sich die Oeffnungen b befinden. Der Canal a liegt unter der Seitenwand des Ofens, die Verbrennungsproducte steigen in Folge dessen aus dem Canale a in den senkrechten Zügen der Seitenwände auf und gelangen in der bekannten Weise durch den wagerechten Canal oben in der Seitenwand (welcher hier nicht gezeichnet ist) nach der anderen Seite der Seitenwand, fallen dort durch die senkrechten Canäle in diesem Theile der Seitenwand wieder herunter, sammeln sich in a^1 und gelangen durch b^1 nach c^1 , von wo sie in den Regenerator R^1 treten. Beim Wechsel ist die Richtung des Ganges der Verbrennungsproducte die umgekehrte.

Der Universal-Koksofen von E. Otto und F. W. Lürmann (D. R.-P. Nr. 52206) soll für alle Kohlen gleich gut verwendbar sein. Bei unterbrochenem Betriebe und Verwendung von fetten Kohlen werden diese durch f_2, f_3 und f_4 (Fig. 164 bis 168) eingefüllt; f_1 wird geschlossen gehalten. Die sich entwickelnden Gase treten, nachdem ihnen bei Bedarf schon durch l_4 , also im Ofen, etwas erwärmte Verbrennungsluft zugeführt ist, durch V_1 und V_2 in den Raum s_1 , in welchen durch l_1 und l_2 die ferner nöthige vorgewärmte Verbrennungsluft zugeführt wird. Die durch l_4 zugeführte Luft dient lediglich zur Vorverbrennung der an der Oeffnung von l_4 vorbeiströmenden Gase und soll keinen Abbrand an Koks im Ofen veranlassen. Die Erwärmung der Luft in l_1 und l_2 bewirkt eine Abkühlung des feuerfesten Materiales, welches in den Ofentheilen, welche l_1 und l_2 berühren, am meisten zu leiden hat, und dessen Erhaltung ohne diese Abkühlung schwer fällt. Aus s_1 fallen die brennenden Gase durch die Wandcanäle 1 bis 6 hinunter in den Sohlcanal s_3 , steigen in den Schichten 7 bis 15 auf, ziehen durch s_2 und die Schächte 16 bis 24 nieder in den Sohlcanal s_4 und gelangen von dort in den Abhizecanal S . Wenn die in s_1 verbrannten Gase, bevor sie die Schächte 16 bis 24 erreichen, schon so abgekühlt sind, daß sie für den guten Betrieb der Ofen diese Schächte und damit die Seitenwände nicht mehr genügend heizen können, wird die dritte Gasentnahme durch V_3 mit Luftzuführung durch l_3 in Betrieb genommen und durch dieselbe so viel Gase zur Verbrennung in s_2 gebracht, als die Erhitzung des neben den Schächten 16 bis 24 liegenden Ofentheiles erfordert. — Da V_3 näher am Abhizecanale S liegt, werden möglichst viel Gase diesen nächsten Weg benutzen wollen. Weil diese Gase aber am wenigsten ausgenutzt werden, so muß der Verbindungschanal zwischen v_3 und s_2 durch Einlegen feuerfester Steine so weit verengt werden, daß hier nicht mehr Gase austreten können, als der Betrieb erfordert. Wie viel Gase hierzu nöthig sind, ist nach einiger Beobachtung leicht festzustellen. Diese Beobachtung geschieht sowohl zur Beurtheilung der Gasentnahme, als auch für die Verbrennung und die richtige Abmessung der Luftmengen, also für die Führung des ganzen Betriebes durch die Gucklöcher g_1 und g_2 . — Bei der Verarbeitung einer möglichst mageren Beschickung ist es vortheilhaft, wenn man diese Koksöfen ununterbrochen betreibt, wobei jedesmal nur ein Theil der Ofenfüllung auf der Entleerungsseite als fertiger Koks ausgedrückt, während an der Beschickungsseite eine entsprechende Menge Kohlen eingedrückt wird. Bei Anwendung dieser

Betriebsweise ist die größte Magerkeit der Kohlenbeschickung möglich, weil die Ofen nie ganz entleert, d. h. abgekühlt werden, und weil der Betrieb so geführt wird, daß die frisch hinzukommenden Kohlen immer in den heißesten Theil des Ofens fest hineingepreßt werden. Dabei sind die Fülllöcher f_2, f_3 und f_4 überflüssig, werden also geschlossen. An der Maschinen- oder Beschickseite muß die Thür in die Oeffnung des Ofens passen und durch eine einfache Vorrichtung an der Kopfplatte der Koksandrückmaschine leicht zu befestigen und davon wieder zu lösen sein. Der Ofen wird in Zwischenräumen von etwa 12 Stunden mit drei bis fünf Wagen Kohlen, jeden zu etwa 400 k beschickt. Die Wagen werden vorher auf dem Geleise über f_1 bereit gestellt. Soll ein Ofen beschickt werden, so wird die Maschine vor denselben gefahren, die Kopfplatte der Maschine wird bis gegen die Thür vorgeschoben, daran befestigt, diese durch die Maschine etwa 0,9 m vorangedrückt und wieder zurückgezogen. Durch f_1 werden nun die Kohlen aus dem ersten Wagen in den entstandenen leeren Raum eingefüllt; die Maschine schiebt dann die Thür und die Kohlen etwa 0,9 m voran und zieht die Thür wieder zurück. Ebenso wird der Inhalt des zweiten Wagens eingefüllt, voran- und festgedrückt. Der Inhalt des dritten Wagens wird aber nur etwa 0,6 m vorangedrückt; dann wird die Thür durch die Maschine zurückgezogen, so daß in dem entstehenden leeren Raume der Inhalt des vierten und letzten Wagens nicht ganz Platz findet und noch etwas Kohlen im unteren Theile des Füllloches f_1 stehen. Jetzt wird die Thür nur etwa 15 cm vorwärts geschoben, was genügt, um diese letzten Kohlen festzudrücken. Die Thür wird hierauf von der Maschine gelöst und durch irgend eine Vorrichtung festgestellt, also vor Zurückgehen und Umfallen geschützt. Während des Beschickens ist die Thür am Koksaustritts-, also Entleerungsende des Ofens offen, und schiebt sich jedesmal eine der eingefüllten Kohlenmenge entsprechende Menge Koks heraus. Es ist zu dem Zwecke nothwendig, daß an der Entleerungsseite die Hüttensohle niedriger liegt als die Ofensohle, welcher Anordnung man in neuerer Zeit bei allen Arten von Koksöfen den Vorzug giebt. Je nachdem mehr oder weniger Koks im Ofen gar ist, beschickt man auch mehr oder weniger Kohlen. Bei gutem Betriebe und halbmageren, gasarmen Kohlenmischungen (mit etwa 14 Proc. Gas) wird man in der Regel in 12 Stunden 1,5 bis 2 t Kohlen in den Koksöfen verkoken können. Diese Leistung kann bei Verwendung von Mischungen von Magerkohlen mit Steinkohlenpech erheblich gesteigert werden.

Bei diesem ununterbrochenen Betriebe ist die Gasentnahme durch V_3 unnötig, kann sogar schädlich wirken, da es bei diesem Betriebe darauf ankommt, die Temperatur an der Beschickseite bis reichlich zur Hälfte der Ofenlänge so hoch als möglich zu halten, während im übrigen Theile des Ofens die Wände ohne Schaden erheblich kälter sein dürfen. V_3 wird deshalb beim ununterbrochenen Betriebe dieser Koksöfen durch Einlegen eines Steines in die Verbindung zwischen V_3 und s_2 geschlossen; ebenso wird der Luftcanal l_3 geschlossen. Es treten nun sämtliche Gase durch V_1 und V_2 aus, nachdem sie durch l_4 schon im Ofen mit etwas Luft gemischt sind, wodurch sowohl die Temperatur erhöht, als auch eine Graphitbildung vermieden wird, welche V_1

und V_2 verstopfen würde. In V_1 und V_2 , oder auch in s_1 , tritt durch l_1 und l_2 die zur vollkommenen Verbrennung der Gase nöthige Verbrennungsluft erwärmt ein, und ist durch g_1 und g_2 auch hier zu sehen, ob der Betrieb richtig geführt wird. Dies ist der Fall, wenn die Temperatur in dem neben den Zügen 1 bis 6 liegenden Ofentheile des Ofens, in welchem sich die frischen Kohlen befinden, am höchsten, neben Zug 7 bis 15 wenig niedriger gehalten wird. Aus den im Ofen von der vorhergehenden Beschickung verbliebenen Kohlen ist während und nach der Beschickung frischer Kohlen die Gasentwicklung in vollem Gange. Es tritt also durch die Beschickung keine Unterbrechung des Betriebes ein, und die Abkühlung, welche durch die verhältnißmäßig geringe Menge frischer Kohlen herbeigeführt werden könnte, bleibt durch die vollkommene Verbrennung der heißen Gase aus den in der Entgasung befindlichen Kohlen mit heißer Luft ohne Einfluß auf den Gang des Ofens.

Wenn außerordentlich magere Mischungen (mit etwa 12 bis 14 Proc. Gas) verkokt werden müssen, dann führt man die Verbrennungsluft, um ihr eine höhere Temperatur zu geben, durch eine Reihe von Canälen k , welche unter der Sohle der Ofen angeordnet sind. Es ist dann aber immer anzurathen, die Möglichkeit offen zu halten, daß die Luft sowohl durch diese Canäle und dann durch l_1 und l_2 , als auch nur durch l_1 und l_2 gehen kann, wobei diese unmittelbar mit der äußeren Luft in Verbindung gesetzt werden. Zu dem Ende würden beide Luftzuführungen mit Schiebern zu versehen sein, die nach Bedarf geöffnet oder geschlossen werden können. Beim Zusammentreffen der sehr heißen Luft mit den heißen Gasen in s_1 wird sich außerdem eine so hohe Temperatur entwickeln, daß das umliegende Mauerwerk ohne entsprechende Abkühlung nicht dauernd Stand halten kann. Bei einem solchen Betriebe ist demnach eine besondere Aufmerksamkeit darauf zu richten, daß man, bevor das Mauerwerk zu heiß wird, die Züge l_1 und l_2 mit der äußeren Luft in Verbindung setzt. Auch kann man die oben erwähnten Schieber der Luftzuführungen so stellen, daß eine Mischung von heißer und kalter Luft in s_1 eintritt. Es kann demnach die Temperatur in diesem Raume s_1 nach Bedarf erhöht oder erniedrigt werden.

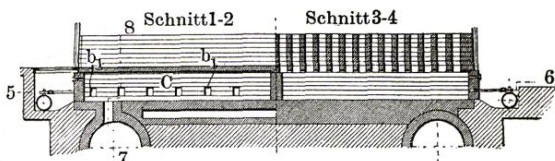
Selbst solche Koksöfen, welche für gewöhnlich mit sehr mageren Mischungen als Lürmann-Ofen betrieben werden sollen, setzt man zweckmäßig mit Fettkohlen in Betrieb, wenn nöthig unter Benutzung von V_3 . Wenn dann einige Male fette Kohlen beschickt sind, d. h. wenn die Ofen heiß genug sind, geht man zum Lürmann-Betrieb über. Diese Art der Inbetriebsetzung ist besonders anzurathen, wenn gasarme Kohlenmischungen verwendet werden sollen. Wenn bei dem Betriebe mit solchen Mischungen eine zu große Abkühlung eines Ofens vorkommt, ist es ebenfalls räthlich, denselben einige Male mit Fettkohlen zu beschicken. Bei sehr gasreichen, mageren Kohlen ist eine derartige Vorsicht weniger nöthig. Für den Betrieb mit Gewinnung der Nebenproducte werden die Gasaustrittsöffnungen V_1 , V_2 und V_3 geschlossen. Die Gase treten alsdann aus dem Ofen durch g in die Theervorlage t (Fig. 164), gelangen von da in die Condensationsapparate und werden von dem Exhaustor oder mittelst eines gut ziehenden Schornsteines je nach der Stellung der in den Hauptgas-

zuleitungsröhren befindlichen Gashähne H^1 und H^2 abwechselnd in die Gaszuleitungsröhren R^1 und R^2 geführt. Aus R^1 und R^2 gelangen die Gase unter die Sohle eines jeden Ofens durch kleine Gaszuführungsröhre r^1 und r^2 .

Der Gang des Betriebes der Ofen mit Gewinnung der Nebenproducte ist folgender: 1. Steht der Hahn H^1 des Gaszuleitungsrohres R^1 so, daß die Gase, welche von der Condensation zurückkehren, in das Zuführungsrohr R^1 und durch r^1 in den Sohlcanal s_1 treten (Fig. 164 und 165), so muß gleichzeitig die Wechselklappe w (Fig. 168) so gestellt werden, daß die Luft, welche zur Verbrennung der Gase dienen soll, von dem Regenerator B^1 in den Sohlcanal s_1 strömt. In s_1 findet also in diesem Falle die Verbrennung statt; deren heiße Producte steigen in einem Theile der Schächte der Seitenwände in die Höhe, und zwar in dem gezeichneten Falle in sechs Schächten, sammeln sich in dem darüber angeordneten Canale s_2 (Fig. 165), fallen in den nächsten sechs Schächten der Seitenwand herunter, sammeln sich in dem Sohlcanale s_3 , steigen in fernerer (sechs) Schächten der Seitenwand in die Höhe, sammeln sich in dem darüber befindlichen Canale s_4 , um durch die letzten Schächte in der Seitenwand in den Sohlcanal s_5 und dann in den Regenerator B^2 zu gelangen. Nachdem die Abhitze die Steinausfüllung in B^2 erhitzt hat und so abgekühlt ist, gelangt dieselbe durch die Canäle D^2 in den Abhitzecanal S (Fig. 164 und 168). — Wird der Gashahn H^1 geschlossen, der Gashahn H^2 dagegen geöffnet und die Luftwechselklappe umgestellt, so gelangen die Gase durch R^2 und r_2 nach r_5 , die Luft ebenfalls durch B^2 nach s_5 , und findet dann hier die Verbrennung statt. Die heißen Verbrennungsproducte gelangen in der Richtung, welche der oben beschriebenen entgegengesetzt ist, in den Regenerator B^1 , dessen Steinausfüllung sie erhitzen. Die so abgekühlten Verbrennungsproducte gelangen durch die Canäle D^1 und den Abhitzecanal S zum Schornsteine.

Liegender Koksofen von C. Otto & Co. (D. R.-P. Nr. 80 145). Um die Wärmeentwicklung für jeden einzelnen Ofen durch stetige, vollkommenere Verbrennung der Gase gleichmäßig intensiv zu gestalten, wird das Gas auch auf der anderen Seite des Luftcanales C (Fig. 169 bis 171) in der Sohle des Ofens

Fig. 169.



in einen zweiten Gascanal a_1 eingeführt, welcher ebenfalls durch die Schlitz b_1 mit dem Luftcanale in Verbindung steht. Diese Verbesserung der

Herstellung des zweiten Gasverbrennungscanales in der Sohle des Ofens wird in der einfachsten Weise dadurch erreicht, daß über diesem zweiten Gasverbrennungscanale genau dieselbe Seitenwand aufgeführt wird, wie über dem einen, indem zwei Einzelseitenwände S und S_1 zusammengestellt

werden. Bei dieser Zusammenstellung wird ein Zwischenraum *f* gelassen, der nur Absteifungen *e* der beiden Wände erhält, welche nach innen stärker werden,

Fig. 170.

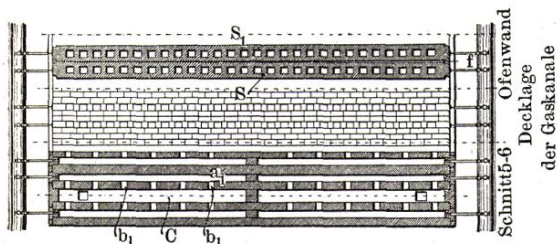
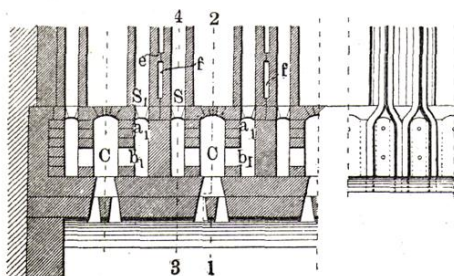


Fig. 171.

Schnitt 7-8

Ansicht



und dadurch wird der große Vortheil gewonnen, die Einzelwand nicht mehr nach der Koksseite des Ofens verjüngen zu müssen, sondern in diesen Zwischenraum wird die gewünschte Coincität der neuen Wand

bzw. des Ofens gelegt.

Beim Kokssofen mit Einrichtung zur Regelung des Gasdruckes. Nach Otto & Co. (D. R.=P. Nr. 106 959) werden die Ofenkammern durch Öffnungen am einfachsten in den Widerlagsteinen angebracht, unter einander in directe Verbindung gesetzt, ohne im Uebrigen irgendwie an der Bauart der Ofen zu ändern.

Ist die eine Ofenkammer frisch gefüllt, so tritt mit fortschreitend lebhafterer Gasentwicklung in ihr durch die Öffnungen Gas über in die anderen Kammern, in welchen die Gasentwicklung stetig geringer wird; es findet ein Ausgleich in der Gasmenge der benachbarten Kammern statt.

Nach D. R.=P. Nr. 88 200 derselben Firma werden die Fundamentmauern parallel zur Längsaxe der Ofen angeordnet und für je zwei Ofen abgewölbt. Die in dem Fundamentmauerwerke vorgesehenen Gänge und Canäle sind von solcher Größe, daß sie von dem Bedienungspersonale bequem begangen werden können. In diesen Gängen liegen die mit Düsen in die Heizcanäle mündenden Gasleitungen *g* (Fig. 172 bis 174); zweckmäßig versorgt jede Gaszuführung etwa vier Wandcanäle. Die Zahl der durchgehenden Verticalwände *w* ist für die Zwangsläufigkeit der Heizgase in der Zwischenwand maßgebend. Die Zuführung der Verbrennungsluft kann durch eine entsprechende Öffnung von jeder Gaspfeife durch injectorartiges Mitreißen geschehen, was am einfachsten ist, oder auch durch Luftcanäle. In letzterem Falle wird die Luft zweckmäßig für jeden Ofen durch besondere Pfeifen *p* aus der Leitung *L* eingeführt. Zum Anheizen dient ein Nebenventil *v*¹, durch welches die Gase bei geschlossenem Ventile *v* in die Heizcanäle treten.

Dadurch, daß die Regelung der Gaseinführung bequem in den Fundament-

gängen zu bewirken ist, läßt sich eine gleichmäßige Vertheilung der Wärme auf den ganzen Ofen, aber auch die stärkere Erhizung einzelner Theile, z. B. der Köpfe, erzielen. Doch kann nirgends eine zu starke Erhizung vorkommen, da die Heizgase über die ganze Ofenlänge vertheilt werden. Das gleichmäßige

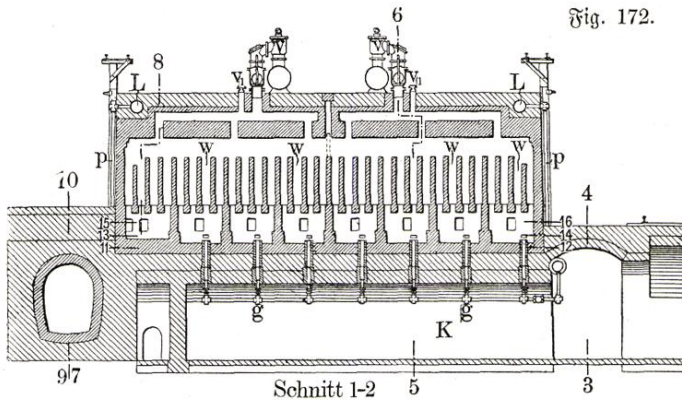
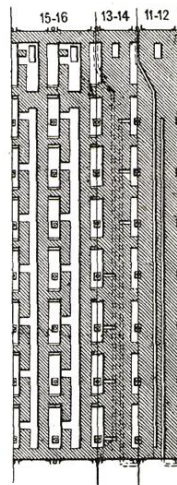
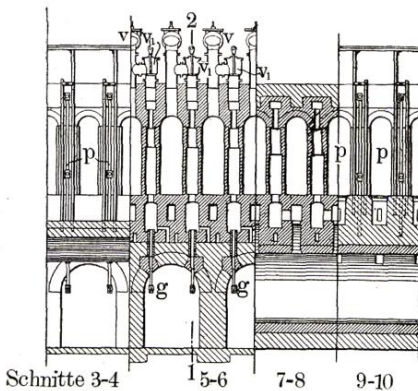


Fig. 172.

Fig. 174.

Schnitte

Fig. 173.



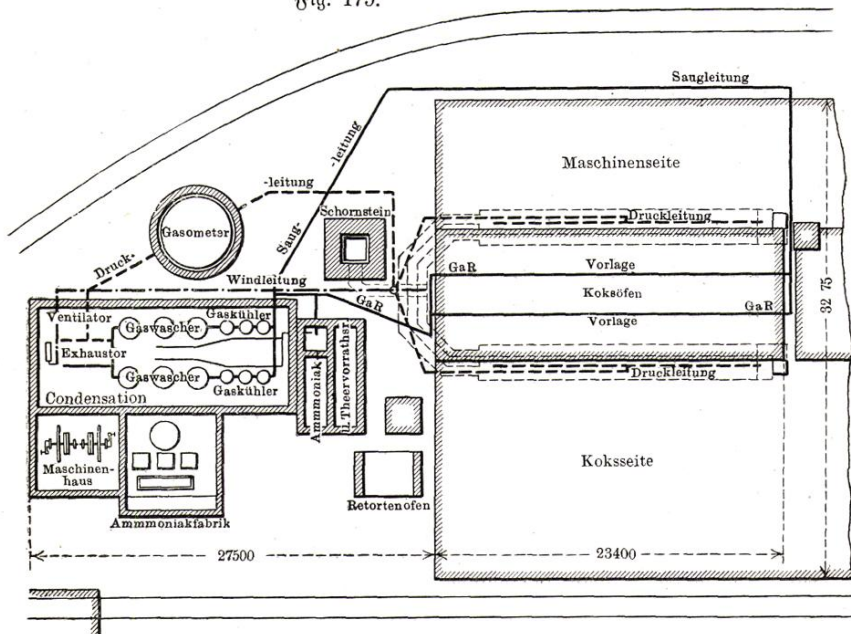
und schnellere Garen der Dfenen und die Haltbarkeit des Mauerwerkes sind die unmittelbaren günstigen Folgen. Insbesondere wird durch die Zuführung des Gases von unten mittelst zugänglicher Leitungen eine vortheilhafte Beheizung erzielt, indem die höhere Erhizung unmittelbar im unteren Theile des Ofens stattfindet. Wichtig ist auch, daß die Gasleitung in den Fundamentcanälen völlig geschützt liegt und daß die Wartung und Reinigung nicht wie bei über den Dfenen liegenden Leitungen das Arbeiten auf den Dfenen erschwert. Die Fundamentcanäle dienen zugleich zur Vorwärmung der neben den Gasdüsen

eintretenden Luft und bieten somit ein Mittel zur Ausnutzung der nach unten abfließenden Ofenwärme. Da die Heizgase in Folge der Vertheilung der Heizung auf die ganze Ofenlänge einen kürzeren Weg nehmen als bei anderen Ofensystemen, so herrscht weder an der Eintrittsstelle der Gase großer Druck, noch an der Austrittsöffnung ein erhebliches Vacuum. In Folge dessen treten durch Risse und Fugen weder Heizgase in den Ofenraum, noch umgekehrt; deshalb werden mehr Nebenproducte gewonnen, und das Ofengas ist weniger mit Heizgasen vermischt, so daß es höheren Heiz- und Leuchtwertb besitzt.

Der Koksöfen von Otto & Co. (D. R.-P. Nr. 105 432) ist dadurch gekennzeichnet, daß die zuerst sich bildenden wasserreichen Destillationsgase zur Verminderung ihres Wassergehaltes durch eine erste Auslaßöffnung abgeleitet und in Niederschlagsvorrichtungen auf etwa 50° abgekühlt werden, während die später sich entwickelnden wasserärmeren Gase nach Abhließung der ersten Auslaßöffnung durch eine zweite Auslaßöffnung, die bis dahin verschlossen war, aus dem Ofen entnommen werden, um gemeinschaftlich mit den ersten Gasen den Brennern zugeführt und mittels derselben unter Zuführung nöthigenfalls vorgewärmter Luft verbrannt zu werden ¹⁾.

Koksöfenanlage der Zeche Pluto. Koksöfen von G. Hoffmann und Otto wurden zuerst versuchsweise bei den Schlesischen Kohlen- und Koks-

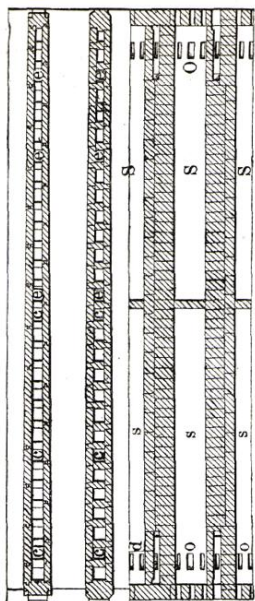
Fig. 175.



werken in Gottesberg ausgeführt, ohne Anlage von Condensationsapparaten für das Gas (vergl. S. 115), dann mit sehr vollkommener Verflüssigungs-

¹⁾ Fischer's Jahressber. 1899, 29.

Fig. 176.



einrichtung an einer Anlage von 20 Koksöfen auf der Zeche Pluto bei Wanne und an 20 Koksöfen bei den genannten Werken in Gottesberg. Die Ergebnisse dieser Anlagen sind so außerordentlich glünstige, daß nach derselben Einrichtung mit Gewinnung der Nebenproducte in Deutschland (1898) bereits 120 Koksöfen im Bau begriffen sind. Nach E. Otto ¹⁾ zeigt Fig. 175 die Gesamtanordnung auf der Zeche Pluto, Fig. 176 bis 178 Einzelheiten derselben.

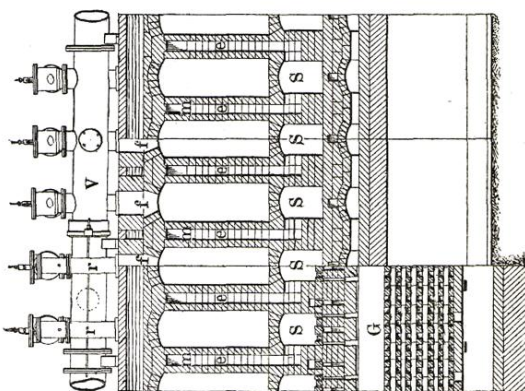


Fig. 177.

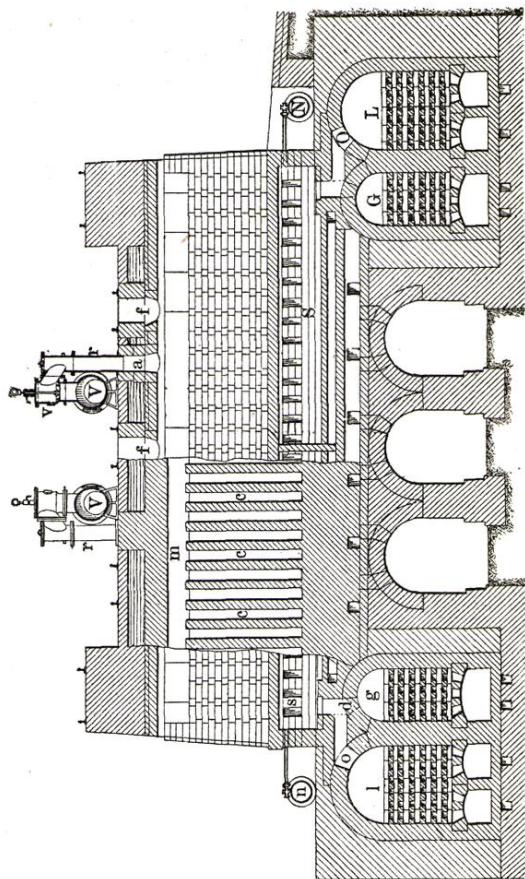


Fig. 178.

¹⁾ Stahl u. Eisen 1884, 396; Zeitschr. Ver. deutsch. Ingen. 1884, 895; vgl. Fischer's Jahresber. 1892, 17; 1895, 12.

Die Koksöfen mit lothrechten Zügen in den Seitenwänden sind 9 m lang, haben eine lichte Weite von 0,6 m, eine Höhe von 1,6 m bis zum Widerlager und die Entfernung von Mitte zu Mitte beträgt 0,95 m. Bei den gewöhnlichen Koksöfen ohne Theer- und Ammoniakgewinnung sind in den Verkokungsräumen Oeffnungen vorhanden, durch welche die Gase aus den Verkokungsräumen zuerst in die Seitenwände und dann in die Sohlcanäle ziehen, um dort mit zugeleiteter Luft zu verbrennen und durch diese Verbrennung die Verkokungskammer selbst für den Verkokungsproceß genügend zu heizen. Bei dem vorliegenden Ofen fehlt dagegen jede directe Verbindung von Verkokungsraum und Wand; vielmehr hat außer den Entlade- und den Beschickungsöffnungen, welche während des Betriebes geschlossen sind, dieser Ofen nur zwei Oeffnungen *a* im Gewölbe, durch welche die bei dem Verkokungsproceße entwickelten Gase aus dem Ofen entweichen können.

In der Seitenwand des Ofens ist unter dem Widerlager ein liegender Canal *m* angeordnet, welcher über den sämmtlichen lothrechten Zügen der Seitenwand hergeht und eine Verbindung derselben ermöglicht. Jeder Sohlcanal ist in der Längsrichtung des Ofens durch eine Scheidewand in zwei Hälften *s* und *S* getheilt. Jede dieser Hälften steht in Verbindung mit zwei Regeneratoren, welche neben einander liegen und von denen *g* und *G* zur Erhitzung des zur Verbrennung zu verwendenden Gases, *l* und *L* zur Erhitzung der zur Verbrennung dieses Gases nothwendigen Luft dienen soll. Diese Regeneratoren sind lange Canäle, mit Steinen gitterartig ausgefüllt, um eine große Oberfläche zu erzielen. Dieselben gehen unter der ganzen Gruppe her und an deren Ende stehen die beiden Luftregeneratoren *l* und *L* durch eine Wechselklappe entweder mit dem Luftzuströmungsrohre, oder mit dem Schornsteine in Verbindung; dabei sind die Gasregeneratoren *g* und *G* ebenfalls durch eine besondere Wechselklappe entweder mit dem Gaszuströmungsrohre, oder mit dem Schornsteine in Verbindung gebracht.

Sind nun die Ofen in Hitze und durch *f* mit Kohlen beschickt, so entweichen die Gase der verkokenden Kohlen durch die Oeffnung *a* in die Steigrohre *r* und gehen bei geöffnetem Ventile *v* in die Vorlage *V*. Von hier ziehen die Gase zur Condensationsanlage, wo sie in den Gas Kühlern *K* gekühlt und dann in den Gaswaschern (sogen. Scrubber) *W* gewaschen werden (vergl. Fig. 179 bis 182). Die Gase werden dann durch das gleiche Gebläse, welches dieselben nach den Kühlapparaten hingesaugt hat und das überhaupt die ganze Bewegung der Gase veranlaßt, wieder von der Condensation weg nach den Ofen hingedrückt und zwar je nach Stellung der Wechselklappe des Gasdruckrohres entweder nach dem auf der einen Seite liegenden Gasregenerator *g*, oder nach dem auf der anderen Seite liegenden Regenerator *G*.

Nehmen wir an, das Gas gehe zum Gasregenerator *g*, so wird die Wechselklappe der Luftregeneratoren so gestellt, daß die eingeblasene Luft in den Luftregenerator *l* tritt. Dieser und der Gasregenerator *g* münden bei jedem Ofen durch neben einander liegende Oeffnungen *o* und *d* in den Sohlcanal *s*. Die Verbrennung findet theils im Sohlcanale selbst, theils auf dem weiteren Wege statt. Der gesammte Strom der in Verbrennung begriffenen Gase und

der hoch heißen Verbrennungsproducte geht durch die neben einander liegenden Steigcanäle *c* in den wagerechten Canal *m* und von da, durch die lothrechten Züge *e* abfallend, in den Sohlcanal *S*, von wo die nunmehr sämmtlich als verbrannt anzunehmenden Gase durch den Luftregenerator *L* und den Gasregenerator *G* zum Kamine entweichen und auf diesem Wege ihre Hitze an das

Fig. 179.

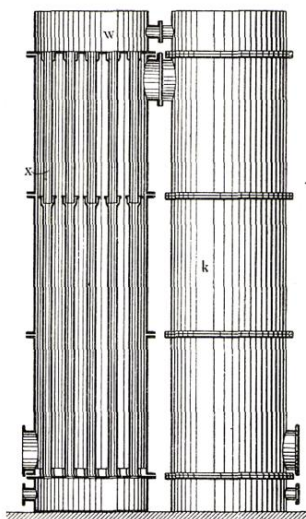


Fig. 180.

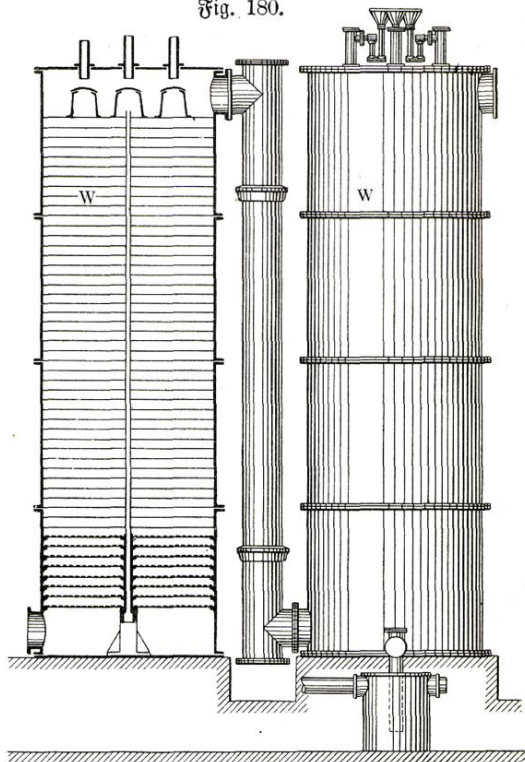
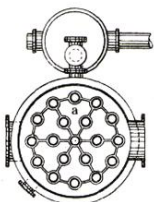


Fig. 181.



Gitterwerk der Regeneratoren abgeben. Nach einer bestimmten Zeit, etwa einer Stunde, werden die beiden Wechsellappen umgestellt und es tritt alsdann der umgekehrte Weg ein. Das Gas tritt aus der Condensation in den Gasregenerator *G*, die Luft in den Luftregenerator *L*. Die Verbrennung findet im Sohlcanale *S* statt. Die Stromrichtung des Gases, der Luft und der Verbrennungsproducte geht durch *e* nach *m* und dann durch *c* nach *s* und durch die Regeneratoren *l* und *g* zu dem Kamine.

Dies ist die ursprüngliche Einrichtung der Koksöfen auf Zechen Pluto; es wurde jedoch von Anfang an darauf verzichtet, das Gas zu regeneriren, so daß nur die Luft vorgewärmt wird und zwar aus folgenden Gründen: Das Nebeneinanderliegen der langen Gas- und Luftregeneratoren kann durch mögliche Undichtigkeiten der Zwischenwände zu einer Vermischung von Gas und Luft

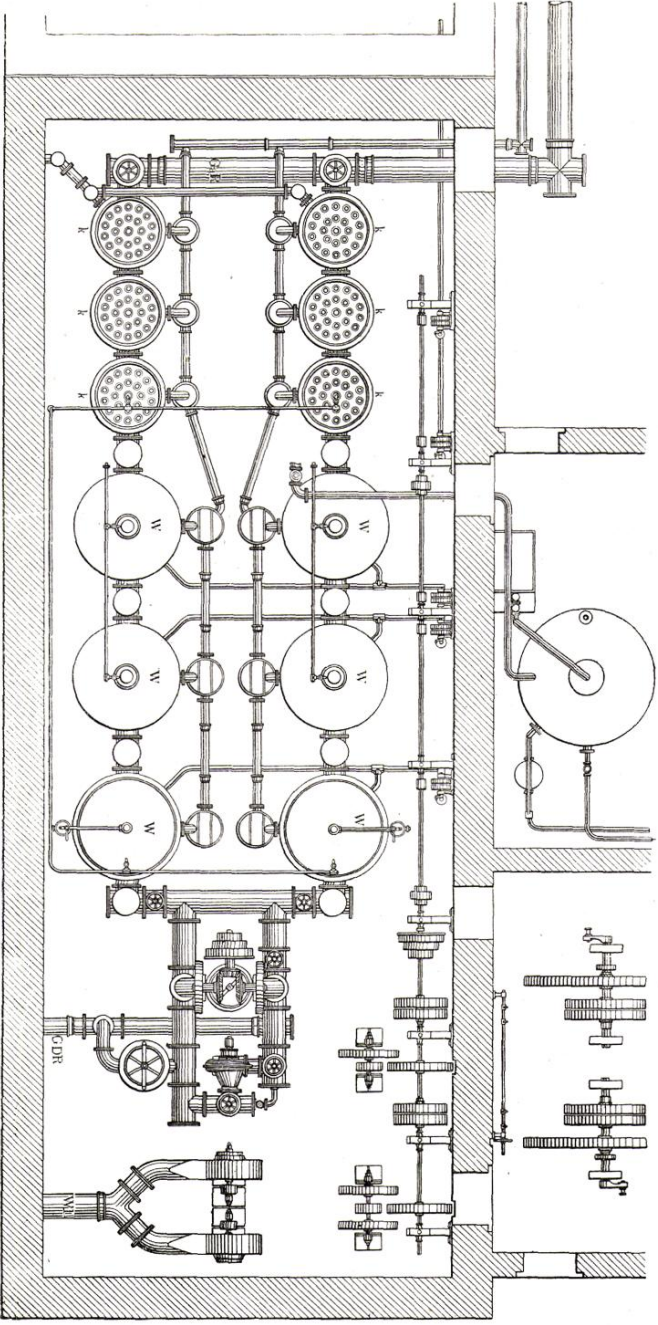


Fig. 182.

bereits in den Regeneratoren, also zu Schmelzungen in denselben führen, was Betriebsstörungen zur Folge haben müßte. Ferner geht bei jeder Umstellung der Wechsellappe ein ganzer Regeneratorinhalt an Gas verloren und dieser ist bei der Größe der Generatoren nicht unbedeutend. Zudem kommt das bei der Umstellung weggehende heiße Gas zwischen Klappe und Schornstein mit dem Inhalte des heißen Luftregenerators zusammen und es können Explosionen erfolgen. Endlich ist das Volumen der zur Verbrennung des Gases nothwendigen Luft ungefähr das Sechsfache des Gases; es erscheint also bei dieser Zusammensetzung einfacher und wichtiger, die große Masse Verbrennungsluft allein auf eine sehr hohe Temperatur zu bringen, als außer der Verbrennungsluft auch noch die kleine Menge Gas zu erhitzen und die hierzu nöthige Hitze der Verbrennungsluft zu entziehen.

Man benutzte daher beide neben einander liegende Regeneratoren nur für die Luft und führt das Gas aus dem von der Condensation zurückkommenden Gasdruckrohre je nach Stellung der Wechsellappe entweder nach dem Rohre *n*, oder nach dem auf der anderen Seite der Koksöfen liegenden Rohre *N*. An jedem Ofen ist durch eine kleine Gasdüse, welche mit einem Hahne versehen ist, eine Verbindung zwischen Gasdruckrohr und Ofensohlcanal hergestellt. Die Klappe im Gasdruckrohre und die Klappe im Ende der Luftregeneratoren werden entsprechend gestellt. Wenn also das Gas durch die Gasdruckleitung und deren Düsen in die Sohlcanäle auf der einen Seite tritt, so streicht auch die Luft durch die auf der gleichen Seite befindlichen Regeneratoren in dieselben Sohlcanäle und die Verbrennung und der Weg der Verbrennungsproducte ist der schon dargelegte. Bei der Umstellung findet der umgekehrte Weg statt. Statt der zwei Regeneratoren auf jeder Seite wendet man überhaupt jetzt nur noch einen einzigen auf jeder Seite der Batterie an und dienen diese nur zum Wiedererhitzen der Luft. Durch diese einräumige Lusterhitzung mit wechselnder Zugrichtung kann die Verbrennungsluft ganz außerordentlich rasch und hoch erhitzt werden, viel rascher und höher als durch diejenigen mehrräumigen Anlagen, welche auf der stetigen Erhitzung der Verbrennungsluft durch Wände hindurch beruhen, auf deren einer Seite die Abhize heizt, während auf der anderen die zuströmende Verbrennungsluft sich erwärmen soll. Die Luft kommt bei dieser Siemens'schen Regeneration auf Zechen Pluto auf eine Temperatur von über 1000° und durch Anwendung einer so hochgradig heißen Luft als Verbrennungsluft wird es ermöglicht, daß von den aus der Condensation zurückkommenden kalten und durch den Verlust an Theer weniger heizkräftigen Gasen nur ein gewisser Theil gebraucht wird, um durch seine Verbrennung den Verkokungsproceß im Gange und die Ofen hinreichend heiß zu erhalten. Es hat sich beim Betriebe auf Pluto herausgestellt, daß man nicht das sämmtliche vorhandene Gas zur Heizung der Ofen verwenden darf, wenn die betreffenden Verbrennungsstellen u. dergl. nicht zu heiß werden sollen, und daß man also viel mehr Gas hat, als man zur Unterhaltung des Verkokungsprocesses braucht; es beträgt der Ueberschuß etwa 100 cbm für Ofen und Tag. Die Temperatur in Sohlcanälen und Seitenwänden ist so hoch, daß der Verkokungsproceß bei normaler Ladung, der Ofen mit 5750 k trockener Kohlen

gerechnet, in 48 Stunden vor sich geht; sehr häufig ist die Garungszeit eine geringere. Wird die Garungszeit eine geringere, als erwünscht, so braucht man nur weniger Gas zuzuführen, um durch eine kleine Erniedrigung der Temperatur wieder eine Garungszeit von 48 Stunden zu bekommen. Man hat überhaupt den Proceß ganz außerordentlich in der Hand, weil sowohl Gas, als Luft eingeblasen wird und die Mengen beider genau geregelt werden können. Die Güte der Kokes ist eine ganz vorzügliche. Das Ausbringen an Koks ist in Folge des völligen Luftabschlusses um 7 Proc. höher als bei gewöhnlichen Defen.

Die Gaskühler *K* (Fig. 179 und 180 und Grundriß 182) sind eiserne, stehende Cylinder, mit im Deckel und Boden derselben befestigten Eisenröhren *x*. Aus dem Aufsatze *w* strömt Wasser durch die Eisenröhren nach unten und kühlt das Gas ab, welches seinen Weg zwischen diesen Kühlröhren der Richtung des kalten Wassers entgegen nimmt. Mehrere Gaskühler stehen so mit einander in Verbindung, daß das Kühlwasser, welches von dem ersten Gaskühler unten abfließt, bei dem zweiten oben einfließt und so fort, während das Gas den entgegengesetzten Weg macht. Das Gas hat nach seinem Entweichen aus dem Ofen im Steigrohre eine Temperatur von 600 bis 700°, in der Vorlage eine solche von 200 bis 400°, je nach der Entfernung vom Steigrohre, vor den Gaskühlern eine Temperatur von 75 bis 120°, hinter denselben von 17 bis 30°. Durch die Abkühlung verliert das Gas einen großen Theil Theer und Ammoniakwasser und zwar von dem gesammten Ammoniakwasser, welches die Condensation liefert, etwa 75 Proc.

In den als Gaswascher dienenden stehenden eisernen Cylindern *W* (Fig. 181) ist in Abständen von etwa 10 cm eine große Zahl von gelochten Blechen über einander angebracht. Auf das oberste Blech tropft fortwährend kaltes Wasser, so daß von Blech zu Blech ein Regen von Wassertropfen nieder- und dem Gase entgegenträufelt, welches in der dem Wasser entgegengesetzten Richtung sich bewegt und seinen Ammoniakgehalt an das Wasser abgibt. Das ammoniakhaltige Wasser fließt unten ab und wird, wenn es noch nicht hinreichend stark an Ammoniak ist, nochmals und weiterhin so oft nach oben und dem Gase entgegen gepumpt, bis es für den Verkauf genügend reich an Ammoniak ist. Mehrere Gaswascher stehen so mit einander in Verbindung, daß das Gas bei seinem Durchgange durch dieselben in dem letzten vor seinem Austritte nur mit reinem Wasser in Berührung kommt und daß die Anreicherung des Ammoniakwassers in denjenigen Gaswaschern stattfindet, in welche das Gas zuerst eintritt. Die Gaswascher entfernen die in den Gaskühlern noch übrig gebliebenen 25 Proc. des Ammoniakgehaltes und bringen auch zugleich mit dem Ammoniakwasser noch sehr viel Theer zur Ausscheidung. Die Temperatur des Gases wird bei Anwendung von genügend kaltem Wasser in den Gaswaschern bis auf 13° heruntergebracht.

Die Trennung des Theers und Ammoniakwassers findet in Cisternen nach dem specifischen Gewichte statt. Das Ammoniakwasser wird für den Verbrauch so lange auf den Gaswaschern angereichert, bis es etwa 3 bis 3,5° Bé. hat, entsprechend 1,777 Proc. Ammoniak; da nun etwa 14 Proc. dreigrädiges

Ammoniakwasser entfallen, so stellt sich die Ausbeute an Ammoniak, auf schwefelsaures Ammoniak gerechnet, auf etwa 1 Proc. der trockenen Kohle.

Auf Zechen Pluto wurde das Ammoniakwasser nicht auf schwefelsaures Ammoniak verarbeitet, sondern als Ammoniakwasser nach seinem Ammoniakgehalte nach Graden Beaumé verkauft. Die Theerausbeute betrug hier im Durchschnitte des besten Betriebsmonates 3,46 Proc., bezw. des schlechtesten Monates 2,78 Proc., auf trockene Kohle gerechnet. Diese Schwankungen des Ausbringens sind darauf zurückzuführen, daß man längere Zeit nur unbedeutende Mengen Kühlwasser zur Verfügung hatte. Der Kühlwasserbedarf ist für jeden Ofen täglich 5 cbm.

Der Gehalt des Theers an den in Betracht kommenden Stoffen war auf wasserfreien Theer berechnet:

Benzol	0,954 bis 1,06 Proc. vom Theer,
Naphtalin	4,27 " 5,27 " " "
Anthracen	0,575 " 0,64 " " "
Pech	etwa 50 " " "

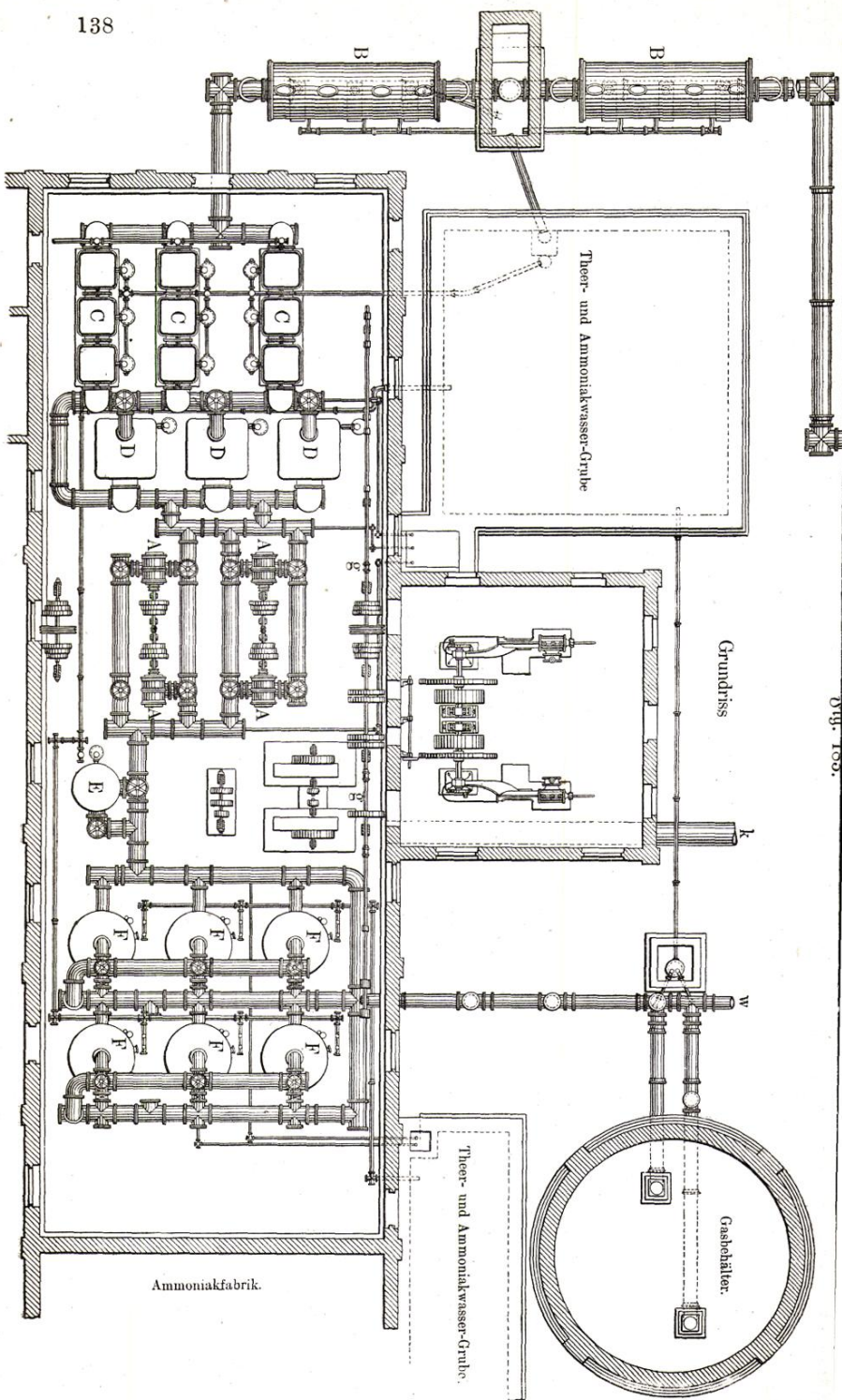
Von diesem Pech kann je nach der Menge des unlöslichen Rückstandes noch ein mehr oder weniger großer Theil bei fortgesetzter Destillation übergetrieben werden. Der in concentrirter Essigsäure oder Benzin unlösliche Rückstand beträgt 10 bis 25 Proc. des Theers.

Wie schon erwähnt, sind bei jedem Ofen 100 cbm Gas übrig, welches folgende Zusammensetzung hat:

	Kokereigas
Benzoldampf	0,60 Proc.
Methylen (C_2H_4)	1,61 "
Schwefelwasserstoff	0,42 "
Kohlenjäure	1,39 "
Kohlenoxyd	6,41 "
Wasserstoff	52,69 "
Methylwasserstoff (CH_4)	35,67 "
Wasser	1,21 "

Fig. 183 bis 188 zeigen die von Otto & Co. ausgeführte entsprechende Anlage der Julienhütte D.-S. 1). Auf Seite a des Otto-Hoffmann-Ofens steht die Ausdrückmaschine, b ist die Koksseite, auf welcher der herausgedrückte Koks abgelöscht wird. Statt der Oeffnungen, durch welche in den gewöhnlichen Coppée-Ofen die Gase aus dem Verkokungsraume zuerst in die Verticalcanäle der Seitenwände und dann in die Sohlcanäle ziehen, um dort zu verbrennen, fehlt hier jede directe Verbindung zwischen Verkokungsraum und Wand. Im Gewölbe des Ofens befinden sich nur drei Oeffnungen, welche zum Füllen des Ofens dienen, und zwei Oeffnungen, durch welche die bei der Verkokung sich entwickelnden Gase abziehen. In den Seitenwänden ist unter den Widerlagern ein Horizontalcanal angeordnet, welcher die sämmtlichen Verticalzüge verbindet. Die Regeneratoren stehen an einem Ende vermittelst einer Wechsellappe entweder mit dem Luftzuströmungsrohre oder zurück mit dem Schornsteine in Verbindung. Sobald der Ofen in Hitze und der Verkokungsproceß im Gange ist, entweichen die von den Kohlen abgegebenen Gase durch die Oeffnungen in die Steigeröhre, ähnlich wie bei den Retorten in

1) Stahl u. Eisen 1892, 820; Fischer's Jahresber. 1892, 21.



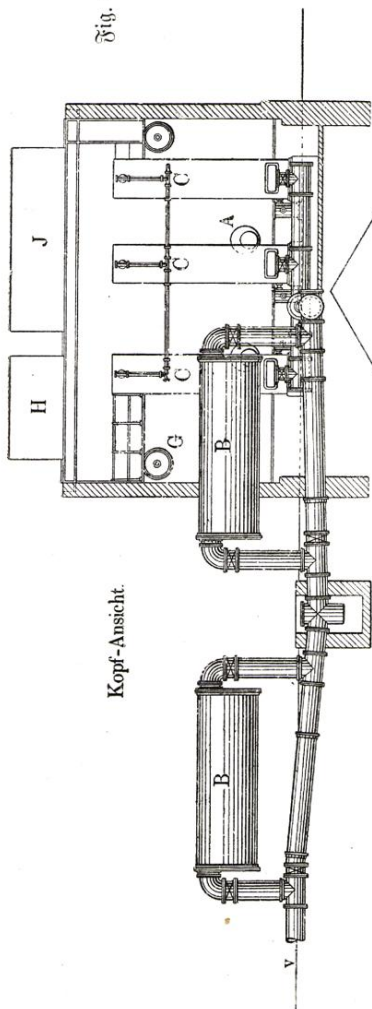
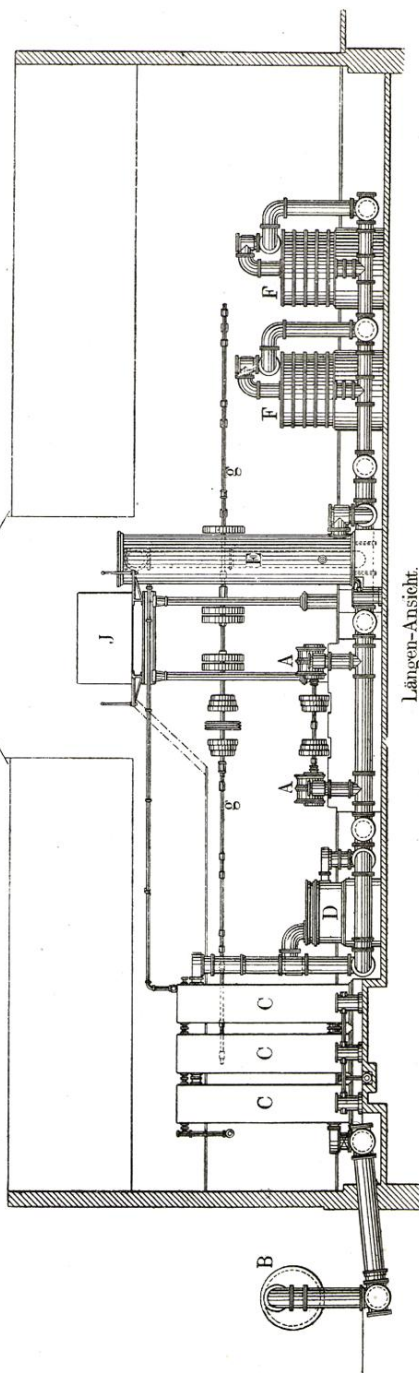


Fig. 184.

Kopf-Ansicht.

Fig. 185.



Längen-Ansicht.

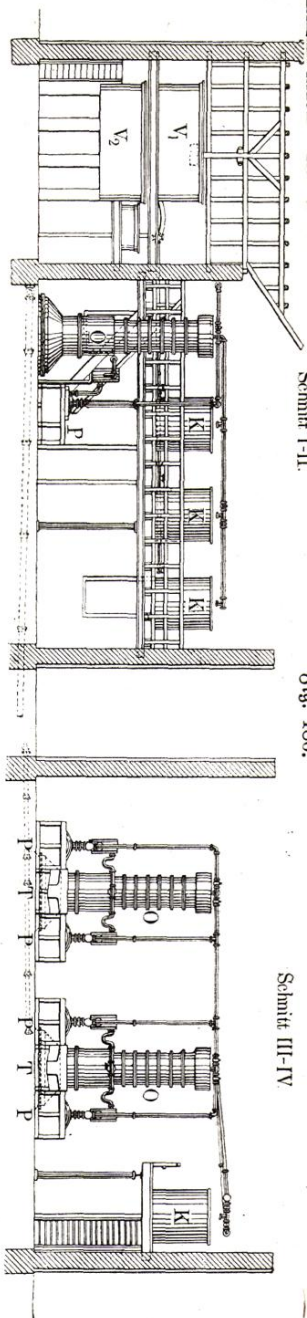
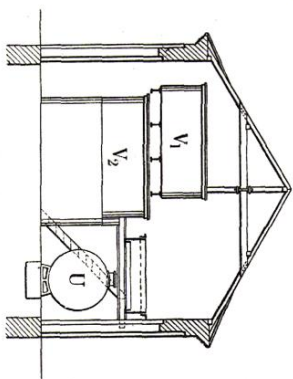


Fig. 187.

Salz-Lager.

Fig. 188.
Schnitt V-VI

Gasanstalten, und gehen von da durch das geöffnete Ventil in die Vorlage, von welcher sie durch die Rohrleitung *v* (Fig. 183) zur eigentlichen Condensation gelangen. In der letzteren werden die Gase von Theer, Ammoniak, Benzol befreit, um sie dann den Defen wieder zuzuführen. Beim Betriebe gehen die Gase zur Condensation und gelangen dann durch die Rohrleitung *w* zu dem Ofen zurück. Auf dem Wege zu den letzteren befindet sich eine Wechsellappe, welche je nach Stellung das Gas in das Gaszuführungsrohr *q* und *q*¹ leitet. Wenn das Gas in das Rohr *q* eintritt und aus diesem durch das mit einem Hahn versehene Düsenrohr in die Sohlcanalhälfte gelangt, dann ist die in der Luftzuführungsleitung befindliche Wechsellappe so gestellt, daß die Luft in die Luftvertheilungsanäle eintritt, von da durch im Gewölbe befindliche kleine Oeffnungen in den Regenerator gelangt, sich hier erwärmt und dann durch Schlitze ebenfalls in die Sohlcanalhälfte eintritt. In dieser Sohlcanalhälfte findet nun die Verbrennung statt.

Nachdem das in den Defen entwickelte Gas durch die Ventile in die Vorlage gelangt ist, wird es vermittelst der im Apparatenraume aufgestellten Gasfanger *A* nach der Condensation gesaugt. Auf dem Wege dorthin sind jedoch noch verschiedene Vorrichtungen eingeschaltet und zwar zunächst zwei von außen durch Luft gekühlte Kohlenstaubausscheider *B*, in welchen das Gas einen großen Theil seines Theers und die mitgerissenen Kohlentheilchen abgiebt, welche letztere insofern für den Betrieb der Condensationsapparate unangenehm sind, als sie dieselben leicht verschmieren. Die Gase gelangen nunmehr in die Condensatoren *C*, aufrechtstehende, viereckige, genietete Kästen, die oben und unten mit einem Zwischenboden und in denselben mit einer großen Anzahl eingezogener schweißeiserner Röhre versehen sind, durch welche Kühlwasser fließt. Die Gase streichen um die Röhren nach dem Gegenstromprincipe, während die Condensproducte (Theer und Ammoniakwasser) beständig abfließen. Die Gase gelangen in die Vorreiniger *D*; dieselben sind viereckig und vertheilt sich das Gas auf eine Anzahl Röhren, welche in das Wasser eintauchen. In diesen Apparaten wird das Gas mit schwachem Ammoniakwasser gewaschen, um dasselbe anzureichern, hierbei wird gleichfalls Theer ausgeschieden. Die Apparate sind derartig construirt, daß das Wasser fortwährend oben ein- und unten in gleicher Weise abläuft. Dieses Wasser sowohl, wie die aus den Luft- und Wasserkühlern erhaltenen Condensproducte fließen zusammen in eine große Grube, in welcher sich Theer und Wasser vermöge des specifischen Gewichtes scheiden.

Bis hierher haben die Gasfanger *A* saugend gewirkt, dieselben übernehmen von hier aus auch das Weiterdrücken des Gases. Das Gas erwärmt sich durch die plötzliche Compression im Gasfanger um einige Grade und wird deshalb durch den Intensivkühler *E* geleitet, in welchem es auf eine möglichst niedrige Temperatur gebracht wird, je nach der Temperatur des Kühlwassers auf 13 bis 18°. Nach dem Verlassen des Kühlers *E* treten die Gase in die Glockenwascher *F*. Das Gas strömt unten in den Apparat ein und vertheilt sich unter einer Anzahl Glocken, welche einen unteren gezahnten, in das Wasser eintauchenden Rand haben; es wird hierauf durch die Zahnung gedrückt und kommt auf diese Weise an vielen Stellen mit dem Wasser in fein vertheiltem

Zustande in Berührung. Die Wascher erhalten je nach Bedürfniß vier bis sechs Etagen über einander und fließt das Wasser von oben nach unten. Das Gas nimmt den entgegengesetzten Weg und wird dem oben frisch zufließenden Wasser stets entgegengetrieben, wodurch es das Ammoniak und den letzten Rest Theer vollständig abgiebt.

Das von Theer und Ammoniak befreite Gas kann nun zur Verbrennung unter die Defen geleitet werden, wenn es nicht vorgezogen wird, noch weitere Producte aus demselben zu entfernen, wie z. B. das Benzol, welches durch ein Extractionsmittel gewonnen werden kann.

Bevor jedoch das Gas aus der Condensation zu der Wechselflappe und durch diese in das Gasvertheilungsrohr q bezw. q^1 gelangt, durchstreicht es noch einen kleinen Gasbehälter, welcher nicht als Vorrathsbehälter dienen soll, da bei einem etwaigen Stillstande des Gasfauers der Inhalt in einigen Minuten verbraucht sein würde, sondern der lediglich als Druckregler fungirt und dem die Aufsicht führenden Beamten in die Augen fallend zeigt, ob der bestimmte und vorgesehene Druck vorhanden ist, da nur bei streng geregelten Druckverhältnissen die Temperaturen in den Defen gleichmäßig bleiben.

Der bei der Fabrikation gewonnene Theer, welcher sich in den Gruben vermöge des specifischen Gewichtes vom Wasser getrennt hat, wird durch eine Wandpumpe, welche die Wellenleitung g betreibt, in den Hochbehälter H gepumpt, von wo er direct in Kesselwagen gefüllt und durch die Eisenbahn an die Theerdestillation versandt wird.

Das Ammoniakwasser, welches sich ebenfalls in den Gruben gesammelt hat, wird gleichfalls durch Wandpumpen hochgepumpt und zwar in den Hochbehälter J , von wo es auf die Destillationsapparate der Ammoniakfabrik, Fig. 186 bis 188, geleitet wird. In der Ammoniakfabrik sind zwei Colonnenapparate O , System Grüneberg-Blum, aufgestellt, von denen jeder 30 cbm Ammoniakwasser verarbeiten kann. In dieselbe fließt das Wasser oben hinein und gelangt demnächst von Colonne zu Colonne nach unten. Dem Wasserlaufe entgegen strömt trockener Dampf, welcher das Ammoniak aus dem Wasser austreibt und mit fortreißt. Um auch das in Verbindungen im Wasser enthaltene Ammoniak zu gewinnen, macht man es frei durch Einführung von Kalkmilch in dem Raume über der Treppencolonne, wobei dieselbe mittelst einer Pumpe aus den Kalkkästen Q in die Apparate gedrückt wird.

Der mit Ammoniak geschwängerte Dampf wird in die mit Blei ausge schlagenen Kästen P geleitet, in welchen sich Schwefelsäure mit dem Ammoniak zu schwefelsaurem Ammoniak verbindet, oder aber in die Kühler K , in welchen er condensirt wird und ein concentrirtes Ammoniakwasser liefert. Leitet man den Ammoniakdampf in Schwefelsäure, arbeitet man also auf Salz, so schöpft man das Salz, nachdem die Säure gesättigt ist, auf die Abtropfbühne T , von wo es, nachdem die Lauge abgelassen ist, in das mit Blei ausgeschlagene Salzlager geschafft wird. Arbeitet man dagegen auf condensirtes Ammoniakwasser, dann läuft das Condensproduct auch aus den Kühlern K in den Vorrathsbehälter U , welcher etwa 10 t faßt und durch Luftpumpen in Kesselwagen für den Bahntransport entleert werden kann.

Die für die Salzfabrikation erforderliche Schwefelsäure wird in Kesselwagen bezogen und mittelst Luftpumpe in die Vorrathsbehälter *V* geschafft, aus welchen sie abwechselnd aus *V*¹ und *V*², nachdem sie sich abgeklärt hat, durch Heber und Bleirohrleitungen in die Schwefelsäurekisten *P* geleitet wird. Das aus den Apparaten *O* abfließende Abwasser wird auf Klärvorrichtungen gebracht, in welchen sich der Kalk absetzt, so daß er rein abfließt.

In der Kokerei auf Zeche Nothberg werden 4 bis 5 im Aschen- und Wassergehalt verschiedene Kohlenarten verkocht, die zur Erzielung gleichmäßiger Koks und gleichbleibender Gasmengen in einer von der „Humboldt“ in Kalk erbauten Mischanstalt mit anschließendem Vorrathsturm gemischt werden. Die 60 Koksöfen, von denen 30 nach dem Otto-Hoffmann'schen System mit Siemens'scher Regeneratorgasfeuerung und 30 nach dem Ruppert'schen System mit unmittelbarer Luftabjagung gebaut sind, sind 10 m lang, 0,5 m an der Maschinenseite und 0,6 m an der Koksplatzseite breit und 1,8 m hoch. Sie werden durch 3 Oeffnungen im Gewölbe mit je 70 hk gemischten, 19 bis 12 Proc. Wasser enthaltenden Feinkohlen besetzt, die in 36 Stunden entgast werden. — Da 60 Defen mit 36 stündiger Garungszeit vorhanden sind, so müssen in 24 Stunden 40 Defen gedrückt werden, die also täglich $40 \cdot 7 = 280$ t Mischkohlen erfordern. Dem entsprechen 250 t trockene Kohlen oder, bei 80 Proc. Koksausbringen, rund 200 t Koks in 24 Stunden. Beim Verkoken entweichen beim Steinkohlengas für 1 t Kohle je nach der Beschaffenheit der Kohlen 280 bis 300 cbm Gas, welche bei dem luftdicht geschlossenen Koksosenraume nur durch die oben im Gewölbe befindlichen Steigrohre in die schräg liegende Vorlage abziehen können. An dem knieförmigen Steigrohre ist ein Ventil angebracht, das geschlossen wird, wenn der Ofeninhalt entgast ist, so daß beim Heben der Thüren und Herausdrücken der Koks die in den Ofen eintretende Luft nicht in die Vorlage bringen kann. Die Gase werden durch Gasfanger angefangt, gelangen aus der Vorlage in die Kohlenstaub- und Theerabscheider und kühlen sich auf dem Wege bis zur Condensation von 600 bis 700° im Steigrohre bis auf etwa 120° ab. Wasser und Theer werden dann in der Condensationsanlage weiter gekühlt und condensirt. Die Gase treten in eiserne hohe Cylinder, in deren Deckel und Boden Röhren eingesetzt sind, durch die ein kalter Wasserstrom fließt, und werden hier im Gegenstrom bis auf 17 bis 18° gekühlt. Aus der Condensationsanlage wird nun der Gasstrom zu den Glockenwaschern gedrückt und hier von dem noch darin vorhandenen Ammoniak und Theer befreit. — Die Glockenwascher, hohe Cylinder mit wagerechten durchlochten Platten in 10 cm Abstand, werden von oben anfangs mit Ammoniakwasser und schließlich mit reinem Wasser beschickt, dem der unten in den Cylinder eintretende Gasstrom entgegengeführt wird, welcher hierbei die letzten Theile seines Ammoniakgehaltes abgibt. Auch hier wird das Gegenstromprincip angewandt, denn in dem ersten Cylinder wird dem noch ziemlich viel Ammoniak enthaltenden Gase schon angereichertes Ammoniakwasser entgegengeführt, damit dieses auf die für die rationelle Fabrikation erforderliche Concentration von 35° Bé. gebracht wird. Die nächsten Cylinder werden mit verdünnterem Ammoniakwasser beschickt und die letzten mit reinem Wasser zur

Aufnahme des Ammoniakrestes. Das Wasser wird stets wieder auf die Höhe gepumpt und den Gasen entgegengeführt. Das nun von Theer und Ammoniak befreite Gas tritt bei der Nothberger Anlage in die Leitung zum Gasbehälter und von da in die Gasleitung, die es den Brennern in den Wandungen der Koksöfen zuführt. Nach Fertigstellung der Benzolfabrik soll das Benzol durch Waschen des Gases mit schweren Theerölen absorbirt und durch nachfolgende Destillation gewonnen werden. Das Benzol wird durch innige Berührung des Gasstromes mit den schweren Theerölen von diesen in ähnlicher Weise aufgenommen wie das Ammoniak durch Wasser. Die Theeröle werden immer wieder zur Aufnahme des Benzols benutzt. Der Gehalt der Gase an letzterem ist rund 0,6 Vol.-Proc. Das starke Ammoniakwasser wird im Feldmann'schen Apparat durch Dampf von 1 Atm. Ueberdruck von dem flüchtigen Ammoniak befreit. Die gebundenen Ammoniakverbindungen werden durch Kalkmilch zerlegt; dabei wird das Ammoniak frei und vom Dampf aufgenommen. Der gesättigte Dampfstrom wird in Bleiessef gelteit, in denen er mit Schwefelsäure von bestimmter Concentration sich zu schwefelsaurem Ammoniak verbindet. Letzteres krystallisirt nach der Sättigung die Schwefelsäure aus, wird ausgeschöpft, getrocknet und zur Entfernung der letzten Flüssigkeitsreste geschleudert. Der Theer sammelt sich in den beiden Becken unter dem Ammoniakwasser. Seine Menge beträgt 2 bis 3 Proc. vom Gewicht der Kohle. Er wird an Theerdestillationen verkauft. Die einzelnen Destillate finden in der Theerfarbenindustrie Abnehmer, während etwa 45 Proc. Rückstände bleiben, die wieder an Steinkohlengruben zurückgehen und hier ein gesuchtes Bindemittel für solche Steinkohlen liefern, die, zur Verkokung ungeeignet, zu Preßkohlen verarbeitet werden. — Je 30 Defen gehören einer besonderen Bauart an; die Unterschiede lassen sich am besten erläutern, wenn man dem von den Nebenerzeugnissen befreiten Gase bei der Wiedereinführung in die Koksöfen zur Verbrennung folgt. Das reine Steinkohlengas, das bei der in sehr hoher Temperatur vor sich gehenden Kohlendestillation gewonnen wird, enthält im Mittel 50 bis 55 Proc. H, 35 bis 40 Proc. CH₄, 6,5 Proc. CO und 2,5 bis 3 Proc. C_nH_n. Es ist klar, daß durch die Abkühlung der für 1 t Kohlen erhaltenen 300 cbm Gas ein großer Theil Wärme an die Luft und das Niederschlagwasser abgegeben wird. Nach Angabe von Hilgenstock in Dahlhausen beträgt dieser Wärmeverlust 15 Proc. vom Heizwerth der Gase. Durch Gewinnung der Abscheidung von Theer, Ammoniak und Benzol gehen weitere 14 Proc. des Heizwerthes den Kohlendestillationsöfen verloren, und endlich kommen noch rund 11 Proc. Abgang durch vollständigeren Luftabschluß hinzu, entsprechend dem Procentatz der in den Defen nicht verbrannten Kohlen. Bei dem Koksöfenbetriebe mit Gewinnung der Nebenerzeugnisse stehen hiernach zur Verkokung der eingesetzten Kohle rund 40 Proc. weniger Wärme zur Verfügung als beim Betriebe der alten Defen.

Die anderen 30 Defen, bei denen auch eine Vorwärmung der Verbrennungsluft vorgesehen, aber nicht in Anwendung ist, sind nach dem Patent von Ruppert in Essen ausgeführt, das ebenfalls von Otto & Co. erworben ist. Die Seitenwände der Defen werden hierbei durch je zwei Gasflammen

geheizt, die ihre Verbrennungsluft unmittelbar durch Kaminzug ansaugen. Die Verbrennungsgase werden theils senkrecht, theils wagerecht bis zur Ofenmitte geführt, wo noch von der Oberfläche der Defen her durch je eine weitere Düse frisches Gas zugeführt wird, so daß alle Verbrennungsgase, die aus der Wand durch Schlitze unter die Ofensohle fallen und diese heizen, gemeinschaftlich in einen auf der Maschinenseite liegenden Rauchgascanal gelangen. Dieser vereinigt sich zwischen beiden Batterien mit dem Rauchcanal der Otto-Defen, um seine noch hohe Temperatur von etwa 1000° an die vor dem Kamin eingeschalteten Kessel abzugeben. Bei der gemeinschaftlichen Gaszuführung für beide Systeme in Nothberg läßt sich nicht bestimmt angeben, welchen Antheil an Heizgas jedes bekommt. Wahrscheinlich brauchen die sechs Brenner jedes Kupper-Ofens eine bedeutend größere Gasmenge als die zwei des mit stärkerer Gaspressung arbeitenden Otto-Ofens. — In nachstehender Tabelle finden sich die bei drei verschiedenen Kohlen erhaltenen Stickstoffmengen; es geht daraus hervor, daß die stickstoffärmere Saarkohle eine höhere Ammoniakausbeute in Procenten ihres Stickstoffgehaltes liefert als die beiden anderen, mehr Stickstoff enthaltenden westfälischen Kohlen.

	Stickstoffgehalt			Vom gesammten Stickstoffgehalt		
	westf. Kohle I Proc.	westf. Kohle II Proc.	Saarkohle Proc.	westf. Kohle I Proc.	westf. Kohle II Proc.	Saarkohle Proc.
in den Koks	0,466	0,526	0,751	30,0	35,6	63,9
im Gase	0,856	0,696	0,190	55,0	47,1	16,1
„ Ammoniak	0,185	0,209	0,187	11,9	14,1	15,9
„ Cyan	0,027	0,027	{ 0,048	1,8	1,8	{ 4,1
„ Theer	0,021	0,021		1,3	1,4	
zusammen	1,555	1,479	1,176	100,0	100,0	100,0

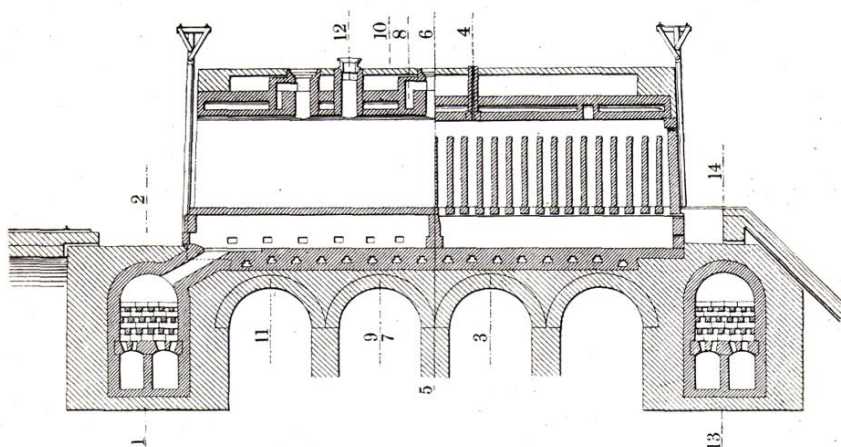
Von dem Gesamtstickstoff der Kohlen, im Mittel 1,5 Proc., wird nur rund $\frac{1}{7} = 0,22$ Proc. in Form von Ammoniak gewonnen. 0,22 Proc. von 1 t sind 2,2 k Stickstoff, entsprechend 11 k schwefelsaurem Ammoniak auf 1 t Kohlen. Werden nun täglich 250 t trockene Kohlen eingesetzt, so ergibt dies täglich 2750 k oder monatlich 82500 k schwefelsaures Ammoniak im Werthe von 13 000 bis 14 000 Mark beim heutigen Preise. Es würde eine sehr lohnende Aufgabe sein, von dem in den Koks zurückbleibenden Stickstoff auch nur einen Theil als Ammoniak durch ein praktisch brauchbares Verfahren zu gewinnen (vergl. S. 190). — Ein Bild von den in Frage kommenden Mengen kann man sich machen, wenn man den Versand des rheinisch-westfälischen Koks-syndikats im Jahre 1896 betrachtet, der rund 7 Millionen Tonnen betrug und in den folgenden Jahren sich noch steigerte. Wenn zugleich mit dieser Koks menge die Nebenerzeugnisse gewonnen wären, so entspräche dies 90 000 t schwefelsaurem Ammoniak im Werthe von etwa 15 Millionen Mark, während im Ruhrbezirk rund ein Drittel hiervon gewonnen wird.

Fig. 189 zeigt Längsschnitt und Querschnitt durch Ofen und Wand eines doppelwandigen Otto-Hoffmann-Koksofens mit Gewinnung der Nebenproducte auf Zeche Eintracht-Tiefbau, Fig. 190 die entsprechenden Querschnitte, Fig. 191 bis 194 (a. S. 148 u. 149) zeigen die Condensationsanlage für 60 Otto-Hoffmann-Koksofen auf Zeche Reddinghausen, Westfalen.

Die Kokerei der Zeche Mathias Stinnes in Karnap, von der Firma C. Otto & Co. in Dahlhausen gebaut, befindet sich seit 1897 in Betrieb ¹⁾. Die Ofenbatterie besteht aus 30 Ofen mit Unterfeuerung und doppelten

Fig. 189.

Längsschnitt.



Wänden, so daß jeder Ofen zwei Heizkammern besitzt. Die Ofen sind 10 m lang und 0,5 m breit, nach dem Koksplatz sich auf 0,6 m erweiternd. Das Einfüllen der Kokskohlen geschieht entweder durch die in der Decke angebrachten drei Fülllöcher, wobei die Kohle im Ofen von beiden Seiten her planirt werden muß, oder die Kohle wird außerhalb des Ofens in einem Kasten maschinell zusammengestampft und in Form eines Kuchens von der Seite aus in den Ofen geschoben. Jede Beschickung beträgt etwa 7,3 t Kohle mit 14 Proc. Wasser und braucht 30 bis 32 Stunden zum Verkoken, so daß in 24 Stunden 22 bis 23 Ofen entleert und frisch beschickt werden können. Beim Beschicken mit gestampfter Kohle erhöht sich die Brenndauer ein wenig, was sich aber durch eine entsprechend größere Menge ausgleicht. Das Heizgas wird den Heizkammern von unten durch je acht Bunsen-Brenner für die Heizkammer zugeführt und erzeugt direct über den Brennern eine Temperatur von 1300 bis 1400°. Die Feuergase steigen dann senkrecht aufwärts und ziehen oben nach der Mitte, ihre Temperatur um 200 bis 300° erniedrigend. In der

¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1899, 1098. — Auf den Streit der sogenannten Wettverfotung Bulwte-Germania kann hier nur verwiesen werden (Stahl u. Eisen 1894, 1105; 1895, 30 u. 79).

Mitte der Heizkammer ziehen sie dann abwärts und gelangen unter die Sohle der Koksammer, von wo aus sie mit etwa 1000° in den Abhitzecanal treten. Dieser leitet die Gase durch Zweigcanäle in vier Einflammrohrkessel, die insgesamt 400 qm Heizfläche besitzen, und werden hier noch täglich 140 000 k Dampf von 8 Atm. erzeugt.

Dann treten die Gase mit 250 bis 300° in den Schornstein. — Die in den Koksammern entwickelten Destillationsproducte verlassen die Defen durch zwei in der Decke angebrachte Steigrohre und sammeln sich in zwei auf den Defen liegenden Vorlagen, die unter einander durch eine Entlastungsvorlage verbunden sind. Die Vorlagen vereinigen sich am Ende der Batterie durch ein Gabelrohr und leiten die Gase zu den Kühlern; der schon abgeschiedene Theer wird durch eine Tauchung in einer Vorgrube gesammelt. Die Kühlung besteht aus sechs Luftkühlern und drei Wasserkühlern, die die Temperatur des Rohgases von 120° auf 30° herabmindern. Das Gas wird dann in zwei Vorreinigern von der größten Menge Ammoniak durch Waschen mit schwachem Gaswasser befreit und durch Gasfänger in den Theerabscheider (Andouin & Pelouze) gedrückt. Diesen verläßt es völlig theerfrei und werden ihm in zwei Glockenwäschern durch Waschen mit theils schwachem Gaswasser, theils reinem Kühlwasser noch die letzten Spuren Ammoniak entzogen. Nun durchzieht es noch einen Gasometer und gelangt dann zur Heizung unter die Defen. Die Abläufe der Kühl- und Waschapparate sammeln sich in

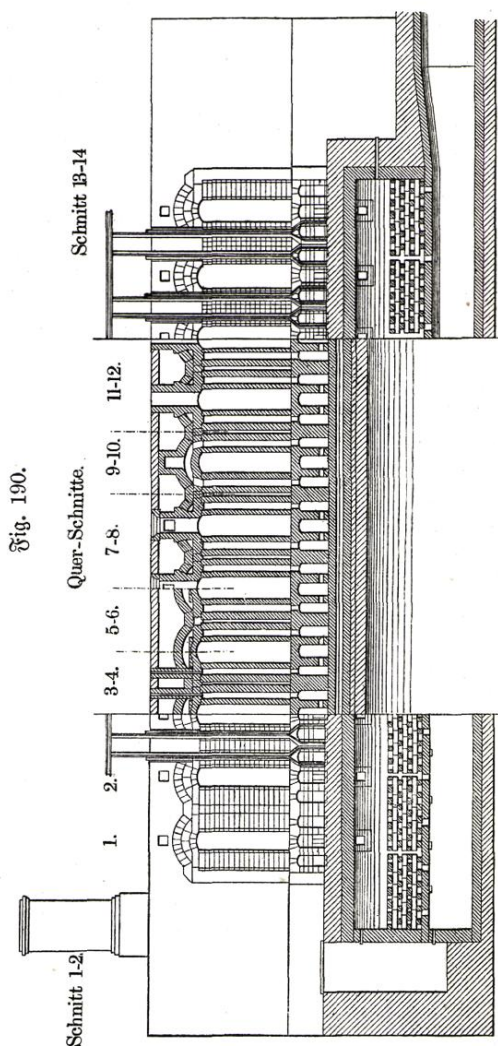


Fig. 190.

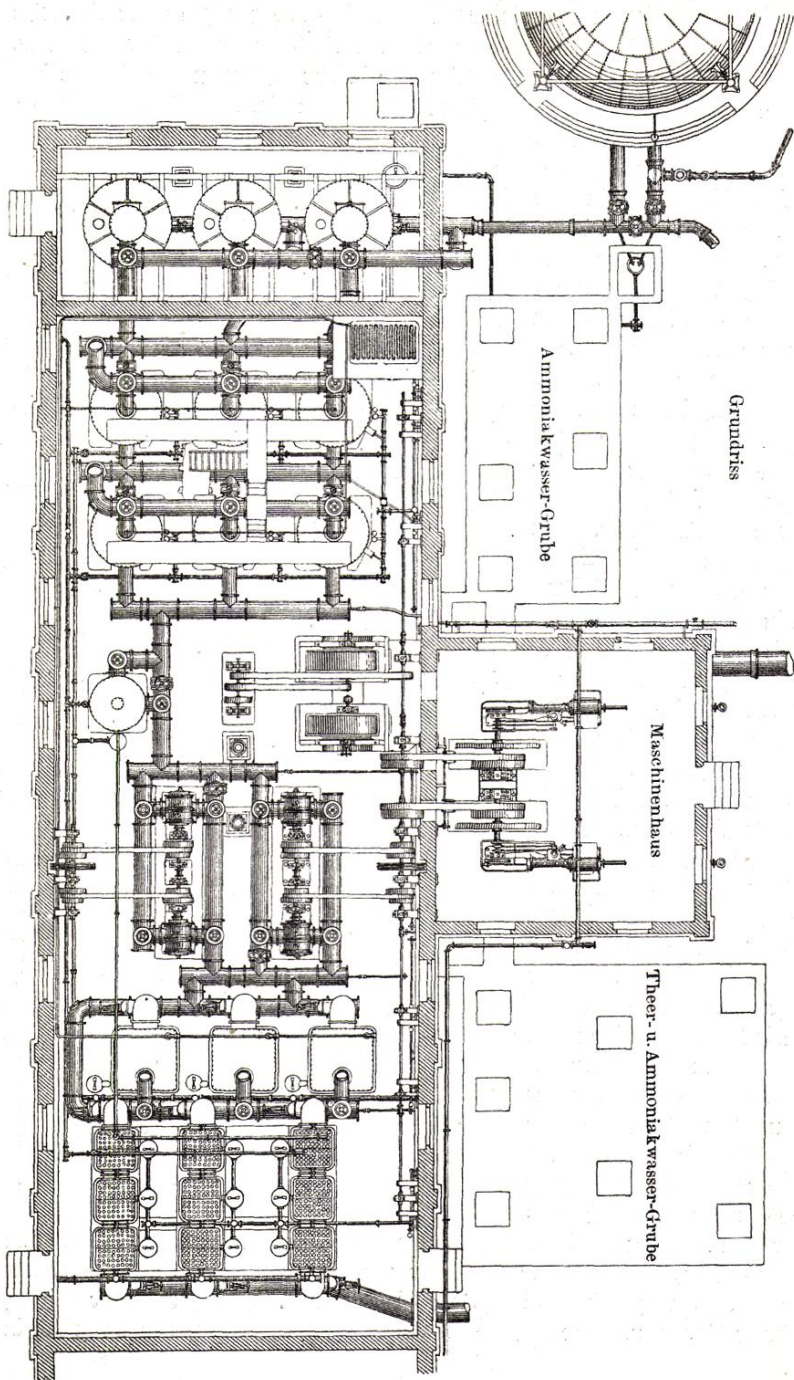
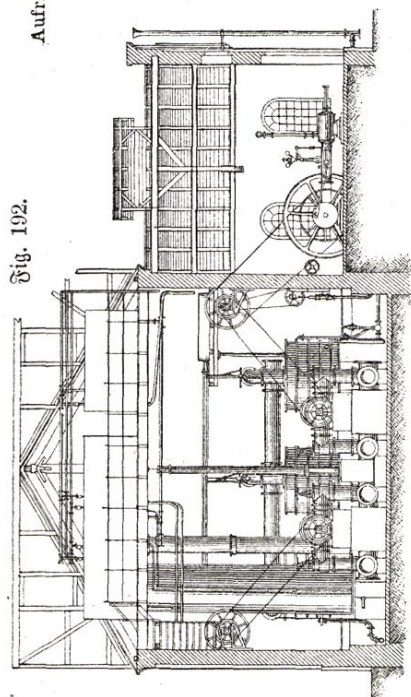


Fig. 191.



Aufriss

Fig. 193.

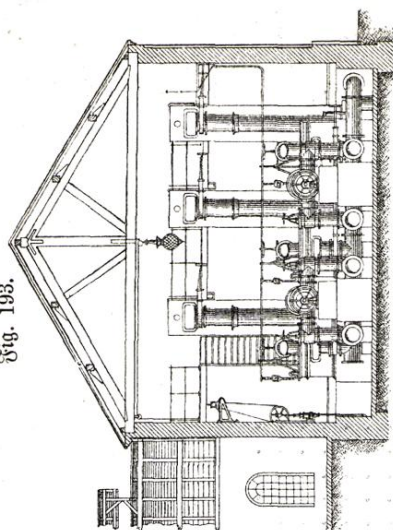
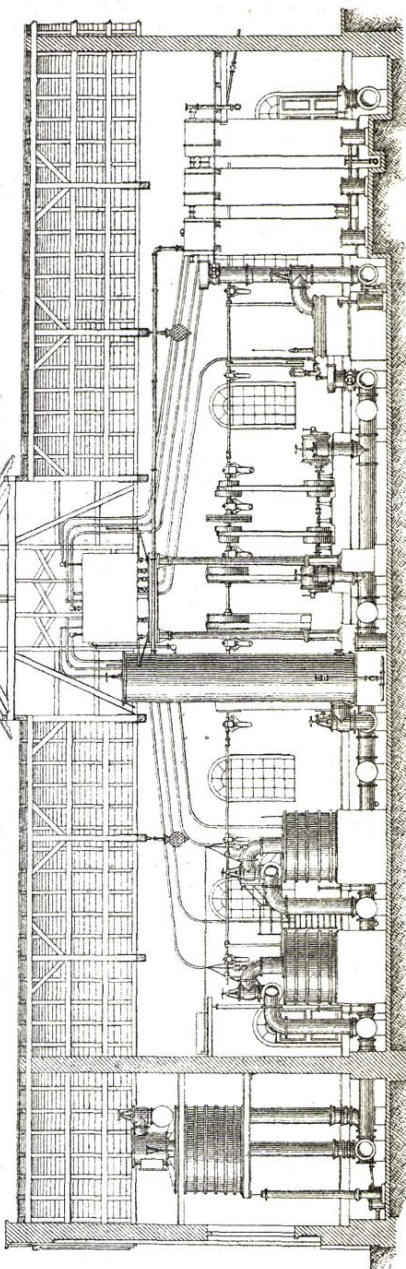


Fig. 194.



gemauerten Gruben, wo die Scheidung von Theer und Ammoniakwasser stattfindet. Durch Pumpen werden beide getrennt in Hochbehälter gebracht. Der Theer wird direct verladen. Das ammoniakärmere Wasser dient zur Verrieselung der Wäschern, während das sogenannte starke Wasser in Feldmann'schen Colonnenapparaten auf Ammoniumsulfat verarbeitet wird.

Die zur Verwendung gelangende Kokskehle besteht aus Gas- und Gasflammkohle in einer Korngröße von 10 mm und darunter. Sie enthält 14 Proc. Wasser und 7 Proc. Asche, der Stickstoffgehalt beträgt etwa 1,5 Proc., wovon etwas über 50 Proc. als Salz gewonnen werden. Das Koksansbringen erreicht einschließlich der Koksasche 80 Proc., der Theer 4 Proc. Die Gasproduction beträgt etwa 30 cbm für 100 k trockene Kohle. Das Gas hat eine Leuchtkraft von etwa 12 bis 15 Hfl. bei 150 Liter und 4300 bis 4500 w Heizwerth. Die durchschnittliche Zusammensetzung ist:

CO ₂	2,5
C _n H _m	3,5
O ₂	0,8
CO	7,6
CH ₄	27,2
H ₂	50,0
N ₂	8,4

Nach Lürmann¹⁾ entgast ein Hoffmann=Otto=Ofen jährlich im Ruhrgebiet 1125 t Kohlen, in Oberschlesien 1170 t, im Saargebiet 960 t. Das Ausbringen aus der trockenen Kohle beträgt im Hoffmann=Otto=Ofen:

	Koks	Theer	schwefelsaures Ammoniak
Ruhrgebiet	75 bis 77 Proc.	2,5 bis 3 Proc.	1,1 bis 1,2 Proc.
Oberschlesien . . .	65 " 70 "	4 " 4,5 "	1 " 1,25 "
Saargebiet	68 " 72 "	4 " 4,3 "	0,8 " 0,9 "

Aus 1 t trockener Kohle werden also erzeugt:

	Koks	Theer	schwefelsaures Ammoniak
Ruhrgebiet	760 k	27,5 k	11,5 k
Oberschlesien . . .	680 "	42,5 "	12,0 "
Saargebiet	700 "	41,5 "	8,5 "

Die jährliche Erzeugung eines Hoffmann=Otto=Ofens beträgt dementsprechend:

	an Koks	an Theer	an schwefelsaurem Ammoniak
Ruhrgebiet	855 t	31 t	13 t
Oberschlesien . . .	800 t	50 t	14 t
Saargebiet	675 t	40 t	8 t

Die Erzeugung, der Verbrauch und der Ueberschuß an Gas stellt sich für einen Hoffmann=Otto=Ofen im Tag etwa wie folgt:

	Erzeugung	Verbrauch	Ueberschuß
Ruhrgebiet	1000 cbm	600 cbm	400 cbm
Oberschlesien . . .	1150 "	650 "	500 "
Saargebiet	1000 "	600 "	400 "

¹⁾ Fijcher's Jahressber. 1892, 13.

Die neuen Otto'schen Koksöfen mit Gas-Unterfeuerung (S. 128) erzielen, bei guter Fettkohle aus einer Zechen des Gelsenkirchener Reviers, im Ofen und Jahr:

1450 t	Koks,
66 t	Theer,
24 t	Sulfat
und 12 t	Benzol.

Die liegenden Koksöfen nach von Bauer (vgl. S. 88) werden auch mit gemischtem Betriebe ausgeführt¹⁾, indem nur die reichen Gase zur Gewinnung der Nebenproducte abgelaugt werden und die späteren ärmeren Gase direct in die Züge gelangen. Die Gase ziehen an den Kopfenden abwärts, wenden sich unter der Sohle der Ofenzüge, ziehen dann nach aufwärts und zuletzt, nachdem sie aus dem Sammelcanal Zuschuß erhalten, wieder abwärts, um in der Ofenmitte in den Sohlcanal zu gelangen, und durch diesen in den Hauptabzugscanal zu den Kesseln. Die Ofen arbeiten also beiderseits von den Köpfen zur Mitte und haben deshalb zwei Abzugshauptcanäle.

Unter den Sohlen der Züge befindet sich zwischen den Kühlcanälen (die unter den Ofensohlcanälen liegen) je ein Luftsammelcanal. Dieser erhält von außen und den Kühlcanälen frische und vorgewärmte Luft. Diese Luft steigt durch Pfeifen, die zwischen den Verbrennungszügen liegen, aufwärts und gelangt durch kleine Löcher zu den Gasen, welche von den Sammelcanälen in den Raum über den Gaszügen eintreten. An dieser Berührungsstelle von Gas und Luft befindet sich im gleichen Niveau die Kohle im Ofen. An den Stellen, wo die Verbrennungsgase von oben nach unten ziehend sich wenden, tritt die vorerhitzte Luft unten durch kleine Löcher in die Züge, und sind zum Eintritt frischer Luft oben in der Ofendecke bezw. Decke der Lufträume Luftschächten vorgesehen.

Die Gasüberschüsse, welche von den Gaszügen nicht verbraucht werden, gelangen aus dem Sammelcanal direct in einen Quercanal und von hier zu den Kesseln.

Pulverförmige Kohlen und Kohlenschlamm geben meist einen sehr dichten Koks, welcher zu Hüttenzwecken wenig geeignet ist. Im Allgemeinen wird eine Korngröße von 2 bis 4 mm angewendet, da größere Körner den Abbrand begünstigen; doch giebt es auch bituminöse Kohlen, welche bei 10 mm Korngröße ausgezeichneten Koks geben.

Kohlen, welche durch eingesprengten Schwefelkies, Schiefer und dergleichen mehr als etwa 7 Proc. Asche enthalten, werden meist gewaschen, um den Aschengehalt auf 4 bis 6 Proc. zu ermäßigen. Der Wassergehalt der gewaschenen Kohle soll nach einigen Angaben bis auf 6 bis 7 Proc. entfernt werden, von anderer Seite werden 10 Proc. Wasser für wünschenswerth gehalten. Nach Remy²⁾ hat der Wassergehalt der gewaschenen Grieskohlen bei der Verkokung die Wirkung, daß die anfangs entstehenden Wasserdämpfe bei ihrer Bildung eine große Wärmemenge verbrauchen, daß also nur eine allmähliche

¹⁾ Stahl u. Eisen 1899, 362. — ²⁾ Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1890, 101.

Steigerung der Hitze und eine allmähliche Entgasung der Kohle stattfindet. Ferner ermöglicht die Feuchtigkeit ein dichteres Zusammensetzen der Ofenbeschickung, während die entweichenden Wasserdämpfe bei Vermeidung von Luftzutritt eine gleichmäßige Verbreitung der Hitze ohne Abbrand an Kohle gestatten, wodurch in den heißeren Lagen einer frühzeitigen Schmelzung vor vollendeter Entgasung vorgebeugt wird und endlich die Kohle gleichmäßig zu einem dichten Koks zusammenschmilzt. Nach Hüssener¹⁾ bedürfen die gasreicheren westfälischen Koksfohlen, welche etwa in der Zone der Koksfohlen der Becken Hibernia-Gelsenkirchen, Consolidation-Schalke, Friedrich Joachim-Kray liegen, wenn sie möglichst großes Koksausbringen bei thunlichst guter Koksbeschaffenheit erreichen wollen, eines höheren Wassergehaltes als die üblichen Koksfohlen der tiefer liegenden Partien, und zwar die ersteren 15 bis 17 Proc., die letzteren etwa 10 bis 12 Proc. Er erklärt dieses dadurch, daß bei trockeneren Kohlen und bei der sehr heftigen Gasentwicklung während der ersten Stunden des Betriebes das gewaltsam austretende Gas die Kohlen lockert und zum Theil mitreißt, während dagegen der Wassergehalt die Entgasung verzögert, die einzelnen Kohletheilchen näher bei einander gelagert verbleiben läßt, Kohlenstoffe in den Gasen sich zu Koks verdichten läßt und bessere Verschmelzung der dichter neben einander gelagerten Kohletheilchen vermittelt. Von anderen Seiten²⁾ wird jedoch jeder Wasserzusatz des großen Wärmeverlustes wegen verworfen.

Die Oberfläche der Koksmaße ist blumenkohlförmig, hellgrün bis silberweiß, mit Metallglanz; dunkelgraue, schmutzigschwarze matte Farbe deutet auf mangelhafte Verkokung. Die Oberfläche kann jedoch auch bei gutem Koks durch bei der Zersetzung der Theerdämpfe ausgeschiedenen Kohlenstoff dunkel gefärbt sein. Ist das Wasser, welches beim Ausdrücken der Koks zum Löschen desselben verwandt wird, schmutzig, so kann auch dadurch das gute Aussehen des Koks verschlechtert werden. Die Trennungsflächen des Koksstückens liegen bei gleichmäßiger Hitze der Ofenwandungen in der Mitte. Bei ungleicher Erhitzung wirken die Ablösungsflächen von der heißesten Wand nach der kühleren, so daß man beim Ausdrücken des Koks aus der Art der Zerklüftung desselben auf die Wärmevertheilung des Ofens schließen kann.

Ueber die Porosität des Koks³⁾, besonders deren Bedeutung für den Hochofenbetrieb, gehen die Ansichten der Hüttenleute noch aus einander. Einige bevorzugen die dichtesten Koks, andere die mit möglichst viel Porenraum. Jedenfalls ist dabei zu beachten, daß die Oberfläche der Hohlräume nicht allein maßgebend für den Werth der Koks ist, weil die Gase und der Wind weniger auf die Oberfläche der Hohlräume als auf die äußere Oberfläche der Koksstücke wirken können, weil ferner die Wirkung von Sauerstoff und Kohlenensäure oder Wasserdampf auch wesentlich von der Beschaffenheit der Kokssubstanz als solche abhängt.

¹⁾ Stahl u. Eisen 1892, 194. — ²⁾ Daf. 1890, 413; 1894, 205. — ³⁾ Daf. 1883, 412; 1885, 794; 1886, 82. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884, 97 u. 596. Fischer's Jahresber. 1884, 1253 u. 1257; 1885, 1224.

Die Druckfestigkeit von Koks ist meist 120 k/qc, steigt aber selbst bis 180 k/qc.

Der Schwefel ist in den Kohlen als Metallsulfide (besonders FeS_2), als Sulfate und organisch gebunden vorhanden (S. 171). Schwefelkies zerfällt beim Erhitzen: $7 \text{Fe}_7\text{S}_2 = \text{Fe}_7\text{S}_8 + 3 \text{S}_2$. Der Schwefel kann theilweise von vorhandenen Dryden gebunden werden, theils als solcher, als Schwefelkohlenstoff u. dergl. (S. 176) entweichen. Bei höherer Temperatur wird das Schwefeleisen¹⁾ zu Metall reducirt, welches einen Theil des Schwefels zurückhält, während der Rest zur Bildung der Schwefelverbindungen der Destillationsproducte (S. 176) beiträgt oder auch wohl von Bestandtheilen der Kohle gebunden im Koks bleibt. Sulfate werden zu Sulfiden reducirt. Der organisch gebundene Schwefel entweicht zum Theil in Form verschiedener Verbindungen, ein wesentlicher, meist der weitaus größte Theil bleibt im Koks zurück. Daher enthält der Koks zuweilen procentisch mehr Schwefel als die angewendete Kohle. So fand z. B. John²⁾:

Fundort der Kohle	Kohle					Koks				
	Wasser	Asche	Gei.-Schwefel	S in der Asche	Koks- ausbringen	Asche	Gei.-Schwefel	S in Asche	Procentiaß d. verbrennl. S, der im Koks zurückbleibt	
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	
Englische Kohle	0,90	4,80	1,17	0,12	84,31	7,49	1,07	0,11	77,14	
Kladnoer "	7,40	8,45	0,53	0,02	61,00	15,45	0,60	0,02	68,63	
Ostrauer Gruben	1,85	4,04	0,85	0,03	64,82	7,62	0,92	0,07	67,07	
Nürschan (Zieglerischacht) .	8,45	10,45	1,06	0,04	57,60	18,78	1,18	0,04	64,71	
Tremozna (gew. Kohle) .	14,70	4,45	0,76	0,01	58,80	7,59	0,83	0,01	64,00	
Rositz, Segen Gottes . .	0,65	3,80	4,00	0,10	73,76	5,93	3,37	0,12	61,31	
Widenstein, Segengrube .	2,20	3,35	0,98	0,24	63,20	3,89	1,00	0,31	59,46	
Rositz, aschenreiche Kohle .	0,60	16,25	4,14	0,90	73,56	25,49	3,96	1,37	58,64	
Ostrau, Gräfl. Wilczel'sche Gruben	1,95	6,22	0,84	0,27	65,22	9,28	0,79	0,29	57,89	
Lupeny (Ezilthal)	1,80	6,70	4,66	0,49	71,40	11,85	3,90	0,64	55,88	
Krapina	15,10	12,55	7,86	0,79	53,79	22,18	7,25	1,15	46,39	
Tokob (bei Gran)	13,81	5,10	7,63	0,50	51,36	11,03	6,40	0,92	39,41	
Torf von Radostin bei D.-Brod	14,50	1,45	0,19	0,04	30,30	4,73	0,26	0,11	33,33	
Rumänische Braunkohle .	25,90	14,30	3,14	1,49	39,22	36,75	3,85	2,53	31,52	

Wie der Schwefel, so ist auch der Phosphor im Koks besonders für Eisenhütten wesentlich bzw. schädlich. Nach Carnot³⁾ enthält englische

¹⁾ Die Entschwefelung des Koks beim Ablöschen nach $\text{FeS} + \text{H}_2\text{O} = \text{FeO} + \text{H}_2\text{S}$ ist so gering, daß sie praktisch bedeutungslos ist. — ²⁾ Verhandl. d. geolog. Reichsanstalt 1898. — ³⁾ Compt. rend. 99, 154.

englische Kannelkohle 0,019 bis 0,028 Proc. Phosphor, französische 0,039 bis 0,042 Proc., Commentrykohle mit 3,8 Proc. Asche nur 0,003 Proc. Phosphor, aber solche mit 10,5 Proc. Asche 0,00815 Proc. Phosphor. Reinsch fand sogar bis 1 Proc. Phosphorsäure in Kohlen, Creath bis 0,17 Proc., Zenssch in der Asche obereschlesischer Kohlen 0,23 bis 1,48 Proc. Phosphorsäure (Bd. I, S. 549).

Koks enthält je nach der Beschaffenheit der Kohlen und der Art der Verkokung noch etwa 0,2 bis 2 Proc. Wasserstoff und 0,2 bis 5 Proc. Sauerstoff; je höher die angewandte Temperatur ist und je länger sie einwirkt, um so geringer wird dieser Gehalt. Beim stärksten Erhitzen entweicht nach Barry¹⁾ besonders Wasserstoff, weniger Kohlenensäure und Kohlenoxyd. Ganz lassen sich aber Wasserstoff und Sauerstoff durch Glühen nicht entfernen, da ein kleiner Theil der letzten Destillationsproducte in den Poren zurückgehalten wird und der Koks selbst mehr oder weniger feuerbeständige feste Kohlenstoffverbindungen enthält.

Zu den bereits S. 101 und 147 angegebenen Koksanalysen mögen noch folgende angeführt werden:

Koks aus Miröschauer Kohlen (Friedrichshütte)²⁾.

Kohlenstoff	83,64 Proc.	Schwefel	1,00—1,2 Proc.
Wasserstoff	0,99 "	Asche	9,00—9,5 "
Sauerstoff	3,85 "	Wasser	1,32 "

Analyse der Koksasche, Mittel.

SiO ₂	52,98 Proc.	CaO	2,29 Proc.
Al ₂ O ₃	31,25 "	MgO	0,95 "
Fe ₂ O ₃	11,92 "	SO ₃	0,60 "

Steinkohle und Koks von Carmaux.

	Steinkohle	Koks
Wasser	0,92	0,45
Kohlenstoff	81,95	93,13
Wasserstoff	4,70	0,15
Sauerstoff	7,10	0,20
Stickstoff	0,95	—
Schwefel	0,09	0,04
Chlor	0,06	Spur
Phosphorsäure	Spur	Spur
Kieselsäure	2,34	2,95
Aluminiumoxyd	1,95	1,89
Eisenoxyd	0,65	0,80
Kalk	0,20	0,14
Magnesia	Spur	0,01
Kali	0,19	0,09
Natron	0,10	0,06
Koks	70,60	
Flüchtige Bestandtheile	24,10	
Asche	5,30	

¹⁾ Wagner's Jahresber. 1872, 896. — ²⁾ Fischer's Jahresber. 1884, 92; 1890, 3.

Der Aschengehalt¹⁾ des Koks entspricht dem der verwendeten Kohlen (Bd. I, S. 548), nur ist der procentische Gehalt der Gewichtsverminderung beim Verkoken entsprechend größer, da nur ein verhältnißmäßig geringer Theil der unorganischen Kohlenbestandtheile beim Entgasen im Kokssofen gas- oder staubförmig fortgeführt wird. Dementsprechend setzen sich in den Flammröhren und Zugcanälen der mit Kokssofengasen geheizten Dampfkessel geringe Mengen Flugstaub ab. Platz²⁾ untersuchte den an den heißeren Theilen abgesetzten gelben und den an dem kälteren Theile, besonders am Kessel selbst abgelagerten weißen Staub:

Gelb		Weiß	
ZnO	58,43 Proc.	ZnSO ₄	63,01 Proc.
PbSO ₄	4,24 "	PbSO ₄	11,23 "
CaO	1,12 "	K ₂ SO ₄	4,82 "
MgO	0,75 "	Na ₂ SO ₄	5,54 "
Al ₂ O ₃	8,40 "	Fe ₂ (SO ₄) ₃	12,22 "
Fe ₂ O ₃	5,49 "	Unlös.	1,62 "
SiO ₂	17,78 "		

In den Zügen eines mit Koks gasen geheizten Kessels zu Zauferoda hatte sich nach Schulze³⁾ ein Absatz folgender Zusammensetzung gebildet:

Schwefelsaures Zink	58,41 Proc.
" Blei	20,86 "
" Thallium	0,57 "
" Cadmium	2,60 "
" Eisen(oxyd)	2,24 "
Eisenoxyd	0,92 "
Schwefelsaures Calcium	0,42 "
" Lithium	0,72 "
" Natrium	0,65 "
" Kalium	2,08 "
Wasser	8,37 "
Unlös. Rückstand (Kohle, Mörtel)	2,50 "

Fensch (Bd. I, S. 549) fand in der Asche oberschlesischer Steinkohlen bis 1,12 Proc. Zinkoxyd, 0,08 Proc. Bleioxyd, 0,005 Proc. Cadmiumoxyd.

Steinkohlen und Koks aus den verschiedensten Förderstätten des westfälischen Steinkohlengebietes enthalten nach Platz⁴⁾ Kupfer, und zwar enthielten 12 Monats sammelproben von Kohlen und Koksaschen 0,016 bis 0,054 Proc., im Durchschnitt 0,032 Proc. Kupfer. Da alles Kupfer, welches Möller und Brennstoff enthalten, sich im Roheisen wiederfindet, so muß bei einem Verbrauche von 1 t Koks auf 1 t Roheisen und bei 10 Proc.

¹⁾ Untersuchung der Brennstoffe mit Röntgen-Strahlen vom Verf. zeigt, entgegen den Angaben von Haskins (Eng. Min. 66, Nr. 1), durch die Untersuchung von Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle und Koks mit Röntgen-Strahlen der Aschengehalt nicht bestimmt werden kann. Noch weniger kann daran gedacht werden, den Brennwerth auf diese Weise zu bestimmen (Fischer's Jahresber. 1899, 6). — ²⁾ Stahl u. Eisen 1889, 755. — ³⁾ Fischer's Jahresber. 1886, 791. — ⁴⁾ Stahl u. Eisen 1887, 258.

Asche im Koks diese den Kupfergehalt des Eisens um 0,0032 Proc. erhöhen, kommt also praktisch nicht in Betracht.

Einige Aschen enthalten auch geringe Mengen Nickel, Arsen, Lithium und dergleichen (Bd. I, S. 549).

Beachtenswerth ist das Verhalten der Aschebestandtheile gegen die feuerfesten Steine der Koksöfen, Generatoren u. dergl. So beobachtete Otto¹⁾ die Zerstörung der Seitenwände eines Kokssofens durch den starken Kochsalzgehalt der Kohlenbeschickung. Auf einer Zeche in Westfalen zeigte sich bei neu erbauten Koksöfen bereits nach mehrmonatlichem Betriebe eine so starke Abnutzung der Seitenwände, daß der Koksstuchen nicht mehr gedrückt werden konnte, und es war eine Erneuerung der Seitenwände nothwendig. Beim Abbruche der Seitenwände stellte es sich heraus, daß die inneren Züge derselben eine vollständige Kochsalzglasur hatten. Eine Untersuchung der Seitenwandsteine der Koksöfen ergab, daß der den Kohlen zunächst gelegene Theil der Steine bis zu 7 Proc. Natron enthielt. Weitere Prüfungen ergaben, daß das zum Waschen der Kohlen verwendete Grubenwasser einen so starken Kochsalzgehalt hatte, daß mit jeder Kohlenbeschickung bis zu 14 k Kochsalz in den Ofen gekommen waren. Die Zerstörung war offenbar in der Weise vor sich gegangen, daß das Kochsalz sich bei Gegenwart von Wasser in Natron und Salzsäure zersetzt hatte. Das Natron verband sich mit den Silicaten der Steine und die Salzsäure entwich mit den übrigen Kohlendgasen. In der That wies die Analyse einen bedeutenden Salzsäuregehalt der entweichenden Gase nach. Durch die fortgesetzt neu beschickten Kochsalzmengen fand eine bedeutende Anreicherung der der Kohlenbeschickung zunächst liegenden Steintheile statt, diese wurden schließlich so leichtflüssig, daß sie die in dem Ofen herrschende Temperatur nicht mehr aushielten und schmolzen.

Basische Schlacken greifen Quarzsteine an, welche sich aber sauren Schlacken gegenüber widerstandsfähig zeigen²⁾. In Generatoren verbrannte Koks gaben z. B. 11,9 Proc. Asche folgender Zusammensetzung:

	Asche		
	In Wasser lösl.	Gesammt	Schlacke
Kieselensäure	— Proc.	47,91 Proc.	62,95 Proc.
Thonerde	— "	30,17 "	25,23 "
Eisenoxyd	— "	12,16 "	— "
Eisenoxydul	— "	— "	3,12 "
Manganoxyd	— "	0,38 "	— "
Manganoxydul	— "	— "	0,28 "
Kalk	0,24 "	1,41 "	0,46 "
Magnesia	0,41 "	1,22 "	0,92 "
Natron	0,20 "	2,60 "	0,82 "
Kali	0,26 "	3,34 "	3,51 "
Schwefelsäure	0,84 "	0,82 "	— "
Phosphorsäure	— "	— "	0,55 "
Eisen	— "	— "	0,09 "
Schwefeleisen	— "	— "	0,04 "

¹⁾ Thonindustrieztg. 1885, 102. — ²⁾ Fischer's Jahresber. 1881, 502; 1884, 684; 1885, 590.

Der wässrige Abzug stellt ein basisches Gemenge von Sulfaten dar, das zurückbleibende Silicat entspricht der Formel: $2\text{RSiO}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{SiO}_2$, während die Analyse der abfließenden schwärzlichen strengflüssigen Schlacke zur Formel $2\text{RSiO}_3 \cdot 3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_9 \cdot 2\text{SiO}_2$ führt. Die Schlacke enthielt kleine Kugeln von metallischem Eisen eingesprengt. Im Generator ist somit ein Theil des Eisens aus der Asche zu Metall reducirt, die Sulfate von Calcium und Magnesium sind verflüchtigt oder verstäubt, die Alkalien verschlackt. Die 88,9 Proc. Kieselsäure enthaltenden Schamottesteine wurden von dieser sauren Schlacke nur wenig angegriffen.

Die ersten Versuche, Kohlen „abzuschwefeln“, d. h. zu verkoken, wurden bereits im 16. Jahrhundert am Meißner gemacht; 1584 empfahl Herzog Julius von Braunschweig das Verkoken der Steinkohlen, ebenso Stumpfelt im Anhaltischen. In England versuchten Procter und Peterson (1589) und Dudley das Verkoken der Steinkohlen (coking)¹⁾. Technisch wichtig wurde die Kokerei erst am Ende des 18. Jahrhunderts durch Verwendung von Koks im Hüttenwesen. Ausschließliche Verwendung von Koks in Hochofen findet in Deutschland erst seit 1847 statt. Bedeutende Koks mengen wurden dann für die Locomotiveheizung verwendet, während jetzt der weitaus größte Theil des erzeugten Koks von den Hütten verwendet wird. Dementsprechend steigert sich die Koksproduction besonders seit 1870, wie folgende Angaben über die Kokszerzeugung der Ruhrkohlenzechen (vgl. Bd. I, S. 460) zeigen:

Jahr	Kokszerzeugung	Jahr	Kokszerzeugung
1820	4 000 t	1860	197 555 t
1830	6 000 „	1870	341 033 „
1840	16 000 „	1880	2 280 000 „
1850	73 112 „	1885	2 826 697 „

Sodann:

	1880 t	1895 t	1897 t
Ruhrkohlenzechen	4 187 780	5 562 503	6 871 557
Oberschlesien einschl. Hütten	1 065 335	1 113 706	1 399 327
Niederschlesien	254 178	427 409	424 385
Saar	557 353	713 047	820 735
Bergrevier Aachen	246 923	286 878	336 726
Obernkirchen	23 888	27 152	30 500
Sachsen	76 063	70 449	77 500
	6 411 520	8 201 144	9 960 740 ²⁾

¹⁾ Beck, Geschichte d. Eisens, Bd. II, S. 752, 784 u. 1268; Bd. III, S. 306 u. 928. — ²⁾ In diesen Zahlen sind diejenigen Mengen Koks, welche auf den nord-deutschen (Kraft, Georgs-Marien-Hütte, Zlfede, Gainsdorf) und rheinisch-westfälischen Hüttenwerken selbst gebrannt werden, sowie die Kokszerzeugung auf den verschiedenen Cementfabriken u. s. w., nicht inbegriffen. Rechnet man diese für den eigenen Bedarf dienende und deshalb in officiellen Berichten fehlende Kokszerzeugung zu den vor-

Inzwischen ist die Koksproduktion noch weiter gestiegen, so daß die Gesamtterzeugung im Jahre 1899 rund 15 Millionen Tonnen betrug. Davon in Defen ohne Gewinnung der Nebenproducte etwa 8 700 000 t, und 6 300 000 t mit Gewinnung von etwa 29 000 t Theer und 80 000 t Ammoniumsulfat.

Die Koks-Einfuhr und -Ausfuhr Deutschlands betrug:

	Einfuhr		Ausfuhr	
	Menge	Werth (1000 Mk.)	Menge	Werth (1000 Mk.)
1897	435 161 t	7 765	2 161 864 t	36 635
1898	332 578 "	6 710	2 133 180 "	40 791
1899	462 577 "	10 351	2 137 985 "	45 962

Die anfänglich verwendeten Meiler und Schaumburger Defen wurden verlassen, als vor 30 Jahren die Coppé-Defen (S. 84) eingeführt wurden, welche bei erheblich größerem Ausbringen die Verwendung der Abhize zur Dampfkesselheizung ermöglichen. Ein weiterer wesentlicher Fortschritt war die 1882 erfolgte Einführung der Gewinnung von Theer und Ammoniak und 1887 die Anlagen von Brunck zur Benzolgewinnung durch Theeröle¹⁾. Nach Wiechell²⁾ waren in Deutschland Ende 1899 schon 2505 Otto-Hoffmann-Defen mit Gewinnung der Nebenproducte im Betriebe, davon 759 nach Pat. Nr. 88 200 (S. 128), welche besonders gelobt werden; ein solcher Ofen liefert jährlich 1500 t Koks. Ferner 97 Semet-Solvay-Defen (S. 102), welche besonders in Belgien verbreitet sind. In Westfalen sind auch Koksöfen von Brunck (S. 113) im Betriebe³⁾.

Bedauerlich sind die großen Preisschwankungen der Nebenproducte, 100 k kosteten Mark:

	1885	1890	1895	1898
Theer	4,5	3,6	2,7	7
Sulfat	24	24	20	16
Benzol	75	63	25	27

Die Herstellungskosten von Koks⁴⁾ betragen in Westfalen (1896):

Löhne und Meistergehalt	64 Pfennig
Materialien	10 "
Reparaturen (Unterhaltung)	5 "
Krankengeld, Unfallversicherung, Steuern	2,5 "
Generalkosten (Antheil)	0,5 "
Amortisation	20 "

Also insgesamt f. d. Tonne Koks 102 Pfennig

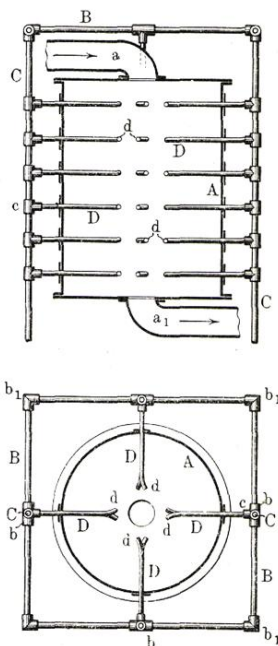
stehenden Ergebnissen hinzu, und zwar nach mäßiger Schätzung mit 2 Millionen Tonnen, so stellt sich Deutschlands Kokszerzeugung für das Jahr 1897 auf rund 12 Millionen Tonnen (Stahl u. Eisen 1898, 641).

¹⁾ 120 Defen der Anlage „Minister Stein“ sollen jährlich 250 000 bis 260 000 t Kohlen mit 10 bis 12 Proc. Wasser verkoken und 2800 bis 2900 t Ammoniumsulfat und 7500 bis 7800 t Theer liefern. Ferner sind im Gebrauch Defen von Hüßener (S. 96 u. 116), Röchling (S. 89), Appolt (S. 68), Coppée (S. 84), Ruppert (S. 114), Collin (S. 75 u. 103), Winkler (S. 93), Herbergh (S. 109), Bauer (S. 82 u. 88) und Andere. Neuanlagen werden fast durchweg mit Gewinnung der Nebenproducte eingerichtet. — ²⁾ Journ. f. Gasbel. 1900, 438. — ³⁾ Stahl u. Eisen 1900, 691. — ⁴⁾ Dtsch. 1896, 669.

Da der Theer nur einen sehr kleinen Theil des thatsächlich gebildeten Benzols enthält (S. 107), während das übrige im Gase bleibt, so wurde schon oft versucht, Benzol aus dem Leuchtgase zu gewinnen, wodurch dieses natürlich wesentlich verschlechtert würde, so daß diese Verfahren nur bei sehr hohen Benzolpreisen ausführbar waren. Vogel¹⁾ versuchte hierfür Rüböl, Caro, Clemm u. Engelhorn (Engl. Pat. 1869) Erdöl, Paraffinöl, fette Oele, und destillirten Benzol und Toluol ab. Für Koksofengase scheint dieses zuerst²⁾ von Carves als Patent vorgeschlagen zu sein; nach dessen englischem Patent vom 3. December 1884 werden, nachdem die Koksofengase zur Gewinnung von Theer und Ammoniakwasser in bekannter Weise behandelt worden sind, dieselben in Scrubbern mit schweren Theerölen gewaschen; die leichten Kohlenwasserstoffe werden absorbiert und dann durch Destillation von den schweren Theerölen getrennt. — Die praktische Ausführung ist aber jedenfalls wesentlich durch deutsche Unternehmer gefördert.

Im Anschluß an die Mittheilungen S. 133, 138 und 144 ist das Verfahren von Hirzel noch besonders zu erwähnen. Dessen Absorptionsapparat (D. R.-P. Nr. 96 228) besteht aus einem Gefäße A (Fig. 195 und Fig. 196), durch welches in langsamer Bewegung die Gase oben durch den Rohrstutzen a ein- und unten durch den Rohrstutzen a¹ austreten. Beispielsweise sind in dem Gefäße sechs Düsenysteme zu vier Düsen D angenommen, deren Düsenenden d bei jedem Systeme abwechselnd eine andere Tangentialendrichtung haben, so daß die durchströmenden Gase durch jedes System abwechselnd in eine entgegengesetzt rotirende Bewegung versetzt werden. Bei der abgebildeten Construction ist angenommen, daß die Flüssigkeitszuleitungsrohre B und C mittelst Kreuz- und Winkelstücken b b¹ bzw. c mit den Düsenrohren D verbunden sind. Die Richtung der Düsenenden d ist derart, daß der zerstäubte Strahl einer jeden Düse seitwärts in den Strahl der nächstliegenden Düse rechts oder links, ihn am geeignetsten senkrecht schneidend, einströmt und ihn von seiner radialen Richtung ablenkt. Dadurch entsteht eine Bewegung der zerstäubten

Fig. 195.



¹⁾ Dingler's Polyt. Journ. (1859) 153, 464. — ²⁾ Nach anderen Angaben (Stahl u. Eisen 1885, 309) soll das Waschen der Koksofengase mit Oelen zur Benzolgewinnung zuerst in Terrenoire eingeführt sein. Die Redaction bemerkt dazu: „Die Gewinnung von Benzol ist von Dr. Otto auf Zeche Holland bei Wattencheid schon seit längerer Zeit eingeführt.“

Flüssigkeit im Sinne einer Rotation. Da die Düsenendenrichtung bei jedem nachfolgenden Systeme entgegengesetzt ist, wird die Rotation bei jedem Düsen-systeme umgekehrt und dadurch eine ungemein innige Mengung von Gasen und Flüssigkeiten erzielt.

Das von Theer und Ammoniak befreite Gas tritt in einen solchen Düsen-wascher, in welchen das Waschöl durch 200 bis 400 Düsen eingespritzt wird, und so das Benzol rasch aufnimmt. Das Gas kann dann noch durch einen Glockenwascher und einen Hordenwascher (mit Holzhorden oder Drahtsieben) geführt werden, welche ebenfalls mit Waschöl beriefelt werden. Das verwandte Steinkohlentheeröl soll zwischen 240 bis 320° übergehen. Die Absorption soll möglichst zwischen 15 bis 20° stattfinden; das Waschöl nimmt dann bis 10 Proc. Rohbenzol auf; über 25° nimmt die Absorptionsfähigkeit ab.

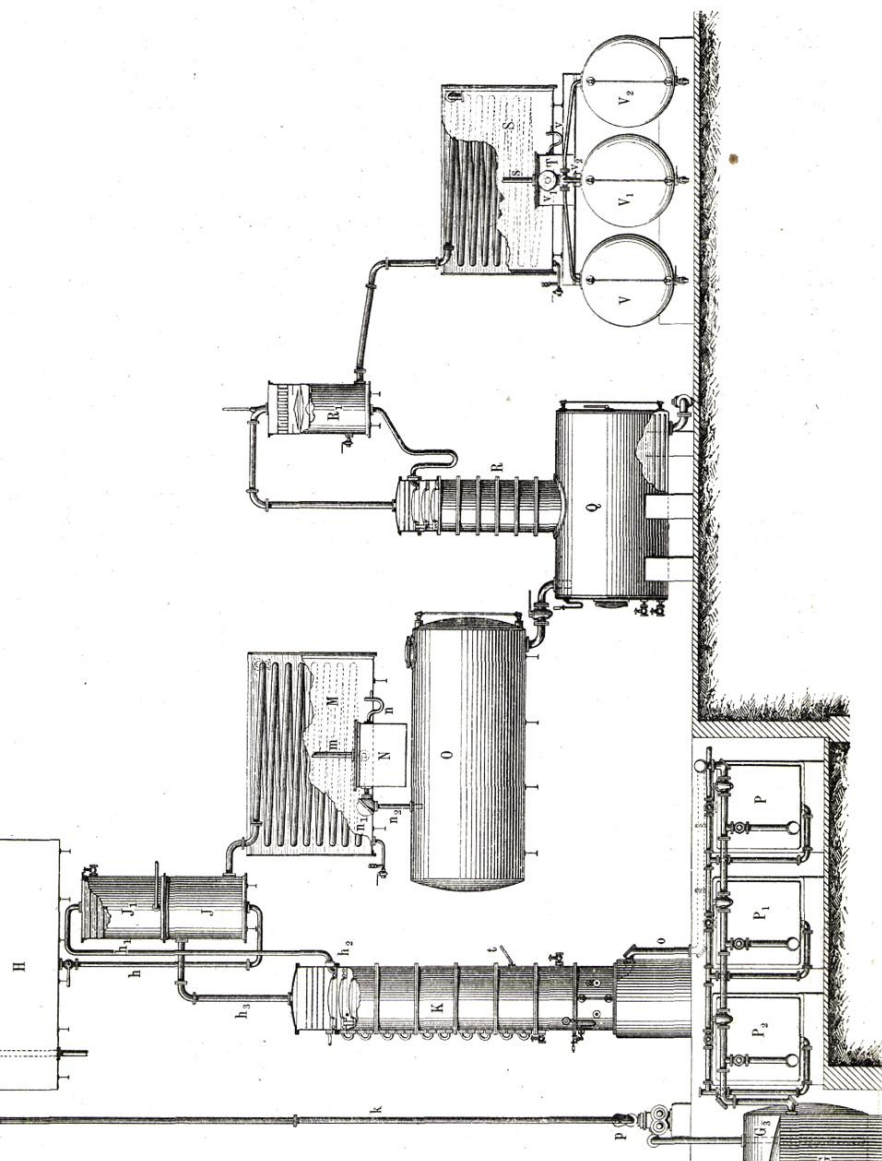
Nach Mittheilung von Hirzel¹⁾ sammelt sich das Waschöl in dem Sammelbehälter G_3 (Fig. 196) und wird durch Pumpe p ununterbrochen durch Rohr k in den Behälter H gehoben. Von hier fließt es ununterbrochen durch Rohr h in den Doppelvorwärmer JJ_1 , dessen unterer Theil durch die aus der Colonne K abgehenden Dämpfe und der obere Theil durch directen Dampf geheizt wird. Das heiße Del fließt nun durch Rohr $h_1 h_2$ in die Destillir-colonne K , deren einzelne Becken mit je einer Dampffschlange versehen ist, um das Del auf 110 bis 115° zu erhalten, während von unten ein schwacher Strom Wasserdampf aufsteigt. Das Benzol-Dampfgemisch entweicht durch Rohr h_3 und Vorwärmer J in den Kühler M . Das verflüssigte Benzol und Wasser fließen in den mit Dunstrohr m versehenen Scheidekasten N ; das Wasser fließt durch Rohr n ab, das Rohbenzol durch n_2 in den Sammelbehälter O . Eine solche Destillircolonne von 1 m Durchmesser soll in 24 Stunden 60 cbm gefülltes Waschöl abtreiben. Wird die Colonnentemperatur bei 115° durchgeführt, so erhält man in O 50 procentiges Rohbenzol²⁾. Das von Benzol befreite Waschöl fließt durch Rohr o und die Kühler P, P_1, P_2 in den Delbehälter G , um von hieraus wieder in den Düsenwascher u. s. w. geführt zu werden.

Um das erhaltene Rohbenzol zu 90 procentigem Benzol zu rectificiren, läßt man aus O eine entsprechende Füllung in die Dampfrectificirblase Q fließen, welche mit Colonnenaufsatz R und Dephlegmator R_1 versehen ist. Aus dem Kühler S fließen nebst etwas Wasser erst „Vorlauf“, dann 90 procentiges Benzol, schließlich Nachlauf (Toluol u. dergl.) in den mit Dunstrohr s versehenen Scheidekasten T , aus welchem das Wasser durch Rohr v abfließt, während die Destillate, bei v_1 sichtbar, je nach der Stellung des Dreiweghahnes bei v_2 von einander getrennt, z. B. der Vorlauf in der Vorlage V , das 90 procentige Benzol in V_1 , der Nachlauf in V_2 aufgefangen werden. Das Verfahren ist in 12 Anlagen im Betriebe.

Hirzel (D. R.-P. Nr. 112452; ausgegeb. 23. Juni 1900) berichtet ferner, daß das zur Benzolabsorption aus den Koks gasen dienende Waschöl gewöhn-

¹⁾ G. Lunge, Die Industrie des Steinkohlentheers. 4. Aufl. von G. Köhler (Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn) 1900, S. 59. — ²⁾ Vergl. Fischer's Jahresbericht 1898, 13.

lich aus einer Mischung von Steinkohlentheerölen besteht, von denen beim Destilliren über freiem Feuer etwa 86 Proc. zwischen 180 bis 309° über-



gehen, während etwa 14 Proc. als erstarrender Rückstand verbleiben. Obschon nun die Koksgase behufs ihrer Befreiung von den sie begleitenden theerigen und ammoniakalischen Beimischungen zunächst eine Reihe von Condensations-

und Wasserwaschapparaten durchziehen müssen, bevor sie mit dem Waschöl in Berührung kommen, enthalten sie immer noch (je nach der mehr oder weniger großen Leistungsfähigkeit der aufgestellten Condensationsapparate) weniger oder mehr schwere Theertheile, die zugleich mit dem Benzol vom Waschöl aufgenommen werden. In Folge dessen gelangen in das Waschöl durch die Koks-gase allmählich so viele schwere Theertheile, daß sich das Del verdickt, entsprechend der zunehmenden Verunreinigung beim Gebrauche an Absorptions-fähigkeit für Benzol abnimmt und endlich durch frisches Waschöl ersetzt werden muß. Solches unbrauchbar gewordene Waschöl regenerirt man zur Zeit durch Destillation aus einer Blase über freiem Feuer, wobei als Destillat 50 bis 70 Proc. Theeröl gewonnen werden, während man den Rest als Pech aus der Blase ablassen kann. Das so aus dem gebrauchten Waschöl abdestillirte Theeröl ist jedoch von dem ursprünglichen Waschöl wesentlich verschieden, indem es außer Naphthalin 10 bis 20 Proc. der hochsiedenden, festen Theerbestandtheile (Phenanthren, Anthracen u. s. w.), sowie fast ebenso viel schweres Anthracenöl enthält, welche Stoffe kein oder nur ein geringes Absorptionsvermögen für Benzol besitzen. Das nach dieser Methode regenerirte Waschöl ist also bedeutend minderwerthig im Vergleiche mit dem ursprünglichen Waschöl.

Nach H ir z e l sind nun die Becken der Colonne mit kräftiger wirkenden Heizschlangen ausgestattet, so daß das zu regenerirende Waschöl bei seinem Durchgange von oben nach unten durchweg auf einer Temperatur von 150 bis 160° erhalten wird. Gleichzeitig strömt von unten nach oben etwas directer Wasserdampf durch die Colonne, der bei dieser Temperatur alle in dem Waschöl enthaltenen, unter gewöhnlichen Umständen zwischen 180 und 300° destillirenden Theeröle nebst Naphthalin verflüchtigt und als Destillat, d. h. als Gesamt-abtrieb ein Waschöl von hohem Absorptionsvermögen gewonnen wird, während unten aus der Colonne weiches Pech oder auch präparirter Theer abgeht. Das so durch Destillation aus der heizbaren Colonne destillirte Waschöl besitzt ein um 6 Proc. höheres Absorptionsvermögen für Benzol als das ursprüngliche normale Waschöl, wie solches zur Zeit von den Theerdestillationen geliefert wird. Trotz seines höheren Naphthalingehaltes besitzt es eine höhere Viscosität als das über freiem Feuer aus Blasen abdestillirte Waschöl und hält in Folge dessen das durchströmende Gas etwas länger zurück, wäscht es daher besser, auch fehlen ihm die etwa 14 Proc. hochsiedender fester Bestandtheile des ursprünglichen Waschöles, welche, als unwirksam, den Absorptionswerth des Deles vermindern, wodurch sich die höhere Absorptionskraft des nach dem neuen Verfahren regenerirten Deles erklärt. Die Ausscheidung des Naphthalins aus dem regenerirten Waschöl ist nicht nothwendig, auch das ursprüngliche Waschöl ist gewöhnlich sehr naphthalinhaltig.

Die Durchführung der Regenerirung des gebrauchten Waschöls der Benzol-fabriken mit gleichzeitiger Gewinnung von präparirtem Theer erfolgt in der Weise, daß man das gebrauchte Waschöl die Colonne schneller, d. h. so schnell durchfließen läßt, daß nur ein Theil der darin enthaltenen destillirbaren Dele überdestillirt und als regenerirtes Waschöl gesammelt wird, während ein Theil der destillirbaren Dele zurückbleibt und, mit dem Weichpech vermischt, unten

aus der Colonne abgeht, durch welche Beimischung das Weichpech flüssig bleibt und als sogenannter präparirter Theer verwendbar ist. Hat man z. B. ein gebrauchtes Waschöl zu regeneriren, das bei voller Destillation etwa 50 Proc. regenerirtes Waschöl und 50 Proc. Weichpech liefert, so müßte man, um aus diesem Waschöl präparirten Theer zu gewinnen, die Destillation so leiten, daß nur etwa 15 Proc. regenerirtes Waschöl abdestillirt werden, dagegen aber 85 Proc. präparirter Theer unten aus der Colonne abgehen. Hierbei kann man die Temperatur der Colonne etwas niedriger halten, jedoch am besten nicht unter 140°.

Heinzerling (D. R.-P. Nr. 66 644) will das Benzol durch Abkühlung der Gase gewinnen¹⁾. Darnach werden die von dem Wascher kommenden Koks-gase durch eine Pumpe auf 3 bis 3,5 Atm. comprimirt, dann in Wasser-fühlern auf + 10 bis 12° indirect vorgekühlt, hierauf in Röhrenkühlern im gepreßten Zustande durch die rückströmenden Gase weiter auf — 30 bis — 40° gekühlt und alsdann in einem oder auch ohne einen Arbeitscylinder expandiren lassen. Bei der Expansion der Gase sinkt deren Temperatur um weitere 30 bis 40° auf — 70 bis — 80°. Hierbei ist die Abscheidung des Benzols vollständig, da die Tension des Benzoldampfes bei — 70° gleich Null ist. Die expandirten Gase dienen, nach dem Gegenstromprincip, zur Abkühlung der comprimirten, noch nicht vom Benzol befreiten Gase und werden von den Röhrenkühlern zurück nach den Koksöfen geleitet. Auf einem obereschlesischen Werke wurde das Verfahren für Gewinnung des Benzols aus etwa 40 000 cbm Gas des Tages in einer größeren Versuchsanlage zur Anwendung gebracht und etwa 1450 hk Rohbenzol nach demselben gewonnen. Das Verfahren wurde dann wieder aufgegeben. Das erhaltene Rohbenzol hatte nach Lunge²⁾ folgende Zusammensetzung:

Benzol	67,03	Gew.-%Proc.
Toluol	15,61	"
Xylol	2,18	"
Höhere Homologe	6,41	"
Raphthalin	3,79	"
Höher siedende aromatische Kohlenwasserstoffe	1,42	"
Ungesättigte fette Kohlenwasserstoffe	0,96	"
Thiophene	0,71	"
Phenole	0,11	"
Theerbasen	0,28	"
Rückstand (Pech)	1,50	"

Dagegen ein durch Waschen erhaltenes Absorptionsbenzol:

Benzol (wirkliches)	85,10	Gew.-%Proc.
Toluol	11,63	"
Xylol	1,54	"
Höhere Homologe	0,09	"
Ungesättigte fette Kohlenwasserstoffe	0,41	"
Theerbasen	0,08	"

¹⁾ Fischer's Jahresber. 1893, 521; Chem. Rundschau 1897, 82. — ²⁾ Fischer's Jahresber. 1894, 23.

Phenole	0,08	Gew.=Proc.
Thiophen	0,46	"
Schwefelkohlenstoff	0,01	"
Methylisocyanür	0,0024	"
Mercaptane	0,00018	"
Destillationsrückstand	0,62	"

Zur Gewinnung von Benzol aus Koksofengasen empfiehlt die Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz (D. R.=P. Nr. 99380) umlaufende Trommeln, welche an ihren Eintauchflächen mit gruppenweise versetzten Schöpfrinnen derart versehen sind, daß beim Abfluß der geschöpften Flüssigkeit diese cascadenartig zwischen den einzelnen Rinnen in vielfachen Stufen herabfällt, während das entgegenströmende und das aus der geschöpften Flüssigkeit frei werdende Gas zwischen den durch die zahlreichen Flüssigkeitsstrahlen gebildeten Windungen emporsteigt, so daß eine äußerst feine Zerstäubung der Flüssigkeit und eine große Berührungsfläche erzielt wird.

Theisen (D. R.=P. Nr. 111825) will die Gewinnung von Ammoniak und Benzol aus Kokereigasen in Schleuderapparaten (Centrifugen) durchführen, welche allerdings wenig Raum einnehmen. In der ersten Schleuder wird der Theer ausgeschieden, in der zweiten das Ammoniak durch Wasser ausgewaschen, in der dritten das Benzol durch Waschl. Darnach soll die Absorptions- und Kühlfähigkeit der Waschl. bei kurzer Einwirkung dadurch erhöht werden, daß bei dem Auftreffen der Gase eine heftige Verdampfung der Waschl., event. verbunden mit einer Zerstäubung, veranlaßt wird und daß dann durch Condensation die Flüssigkeit mit Allem, was sie in dampfförmigem Zustande absorbiert oder sonst an sich gerissen hat, niedergeschlagen wird. Dadurch, daß sich so ein inniges Gemisch der zu behandelnden Abgase mit dem Dampfe bildet, soll die Wirkung durch eine sozusagen moleculare Vertheilung bedeutend vergrößert und hierdurch die Absorption des Ammoniaks sehr beschleunigt und auch die Abkühlung sehr begünstigt werden. — Man hat hiernach in der ersten Abtheilung einer Centrifuge den Proceß so zu leiten, daß eine energische Verdampfung und Durchmischung des Dampfes mit den Abgasen stattfinden kann, d. h. man muß möglichst wenig Waschl. zuführen. Man wird gut thun, diese entweder vorher oder in der Centrifuge durch anderweitige Mittel zu erhitzen, und dabei Vorkehrungen zu treffen haben, daß mit dem Minimum von Wasser oder einer sonstigen Waschl. oder Absorptionsfl. möglichst große Flächen bedeckt werden. Der ideale Fall ist der, daß nur so viel Wasser zugeführt wird, wie zur Verdampfung kommt, daß also in dieser ersten Abtheilung überhaupt kein Ablauf stattfindet, was sich praktisch aber wohl sehr schwer erreichen lassen dürfte. — Bei der zweiten Stufe dieses Verfahrens wird auf eine starke Abkühlung gewirkt, welche den vorher entwickelten Dampf niederschlägt und mit ihm die Theile, welche von dem fein vertheilten Dampfe absorbiert worden waren. Die Niederschlagung kann auch in anderer Weise als in Verbindung mit der Absorption nützlich wirken. Es kann z. B. gerade durch die Niederschlagung selbst durch eine Art

molecularer Oberflächenwirkung auf das gleichzeitige Niederfallen anderer Theile gewirkt werden, so kann z. B. Staub ausgeschieden werden. — Durch eine derartige Behandlung der Kokereiabgase werden angeblich Waschflüssigkeiten erzielt, welche schon recht stark, aber noch nicht so vollständig mit Ammoniak angereichert sind, wie es einerseits zu ihrer zweckmäßigen Weiterverwendung und andererseits zur völligen Reinigung der Gase wünschenswerth erscheint. Zu diesem Zwecke wird diese Waschflüssigkeit einer zweiten Behandlung mit den centrifugirten Gasen in der Weise ausgesetzt, daß ein Durchtritt der Gase durch die Flüssigkeit auf große Oberfläche erzwungen wird, und zwar im Gegenströme, so daß die schwächere Flüssigkeit in den äußersten Abtheilungen einer Centrifuge mit den reinsten Gasen in Berührung kommt und sich nach der Ase der Centrifuge fortbewegend durch Einwirkung der stärker verunreinigten Gase sich immer weiter anreichert. Im Besonderen ist dabei die Anordnung getroffen, daß mehrere concentrisch ruhende Abtheilungen siphonartiger Zellen angeordnet sind, und daß in den Zwischenräumen der Abtheilungen Centrifugenflügel kreisen, welche nach innen eine saugende und nach außen eine pressende Wirkung auf die Gase ausüben. So soll es möglich sein, nicht nur die Gase durch sämtliche Zellen sämtlicher Abtheilungen von innen nach außen durchzutreiben, sondern gleichzeitig durch den sich nach außen steigenden Druck und dadurch entstehenden Niveauunterschied zwischen den inneren und äußeren Flüssigkeitsoberflächen der einzelnen Zellen eine stetige Strömung der Wässer von den äußeren Abtheilungen nach den inneren aufrecht zu erhalten, wodurch zugleich der erforderliche Gegenstrom zwischen Gas und absorbirender Flüssigkeit erreicht wird.

Koksöfengas als Leuchtgas zu verwenden, ist wiederholt versucht worden, konnte aber erst dann den gewünschten Erfolg haben¹⁾, als das bereits 6 bis 8 Kerzen liefernde Gas mit Kohbenzol carburirt oder nur das reiche Anfangsgas verwendet wurde. In Amerika verwendet man Koksöfen geradezu als Gasretorten²⁾. Eine zu Halifax im Jahre 1897 gebaute Anlage nach Semet-Solvay (S. 99) besteht aus 10 Defen von 9,1 m Länge, 1,7 m Höhe und 0,4 m Weite. 45 hk Kohlen werden in 20 Stunden entgast. Sämmtliche Defen werden innerhalb 2 $\frac{1}{2}$ Stunden entleert und dann innerhalb 2 $\frac{1}{2}$ Stunden wieder gefüllt. Das von den Defen erhaltene Gas wird zwei verschiedenen Gasbehältern zugeführt. Alles Gas mit einer Lichtstärke von 10 Kerzen und darüber wird den Leuchtgasbehältern, und alles Gas unter der genannten Lichtstärke den Heizgasbehältern zugeführt. Von der gesammten Gasmenge, welche die Defen liefern, werden 32,26 Proc. als Leuchtgas und

¹⁾ Die Stadt Castrop in Westfalen wird nur mit Koksöfengas erleuchtet. —

²⁾ Stahl u. Eijen 1899, 180. Journ. f. Gasbel. 1899, 241; 1900, 53. Am Schluß des Jahres 1897 betrug die Gesamtzahl der amerikanischen Koksöfen 47 668 (mit 12 055 500 Tonnen Erzeugung), davon waren: 180 Otto-Hoffmann-Defen, 88 Semet-Solvay-Defen, 30 Newton-Chambers-Defen und 3 Slocum-Defen. Im Sommer 1898 waren 400 neue Otto-Hoffmann-Defen bei Boston im Bau begriffen und desgleichen 195 Semet-Solvay-Defen.

der Rest von 67,74 Proc. als Heizgas erhalten. Von letzterem kann noch ein Theil für andere Zwecke als Beheizung der Ofen Verwendung finden.

In Glasport versuchte Schniewind Kohle folgender Zusammensetzung:

C	75,10	Proc.
H	3,75	"
N	1,51	"
O + S	13,80	"
Asche	5,84	"

im Otto-Hoffmann-Ofen; bei 34 Stunden Verkofungsdauer erhielt er:

Koks	71,13	Proc.
Theer	3,38	"
Ammoniak	0,34	"
Gesamtgasmenge	16,43	"
Schwefelwasserstoff	0,48	"
Schwefelkohlenstoff	0,07	"
Wasser und Verlust	8,17	"

Für die ersten 14 Stunden und 46 Minuten und die letzten 19 Stunden und 10 Minuten stellten sich die Durchschnittsanalysen, wie folgt:

	I.	II.
Cm Hn	5,2	2,4
CH ₄	38,7	29,2
H ₂	38,4	50,5
CO	6,1	6,3
CO ₂	3,6	2,2
O ₂	0,3	0,3
N ₂	7,7	9,1

Fernere Koks gasanalysen¹⁾ (vergl. S. 64, 137).

	Hüffener-Ofen		Otto-Hoffmann	Solway	
	I. Proc.	II. Prom.		Belgien Prom.	England Prom.
CO	4,46	46,1	64,9	79,5	88,0
O	0,44	4,1	—	2,3	—
H ₂	58,37	614,0	533,2	527,7	560,0
CH ₄	27,36	247,1	361,1	312,2	237,0
C ₂ H ₄	2,33	20,3	22,4	25,7	31,0
C ₆ H ₆					
CO ₂	0,90	8,8	14,1	32,7	30,0
N	5,74	55,1	—	19,9	—
H ₂ S	0,40	4,3	4,3	—	—

Gas aus Kohle Shamrock, 23. Juli 1896.

	6 Stunden nach der Füllung	12 Stunden nach der Füllung
N ₂	16,8 Proc.	16,5 Proc.
CO ₂	2,8	2,5
H ₂	39,7	40,5
CH ₄	33,0	33,1
Cm Hn	3,3	2,4
CO	4,4	5,0

¹⁾ Stahl u. Eisen 1896, 519; 1899, 819.

Analysen auf Rotberg. November 1897:

	Otto-Hoffmann-Defen der Vorlage entnommen	Ruppert-Defen der Vorlage entnommen
N ₂	31,2 Proc.	20,4 Proc.
CO ₂	3,2 "	2,7 "
H ₂	35,7 "	45,7 "
CH ₄	23,2 "	21,4 "
Cm Hn	1,5 "	1,6 "
CO	5,5 "	8,2 "

Zeche v. d. Heydt. 5. Mai 1899:

	Nach einer Betriebsdauer von		
	6 Stunden	7 Stunden	11 Stunden
CO ₂	1,2 Proc.	2,4 Proc.	1,0 Proc.
Cm Hn	1,8 "	0,8 "	0,7 "
O	0,7 "	0,9 "	0,5 "
CO	4,9 "	5,2 "	4,9 "
CH ₄	28,3 "	21,1 "	25,9 "
H ₂	42,4 "	35,4 "	45,6 "
N ₂	20,7 "	34,5 "	21,4 "

Koksstheere. Dieselbe Kohle, welche einmal in einer Gasfabrik in gewöhnlichen Retorten, ein anderes Mal in Otto'schen Koksöfen destilliert war¹⁾, ergab Theer von folgender Zusammensetzung:

	Gasttheer	Koksstheer
Wasser	2,9	2,2
Leichtöl bis 200°	4,0	3,4
Anilinbenzol	0,92	1,1
Auflösungsnaphta	0,20	0,32
Kreosotöl	8,6	14,5
Kohnaphthalin	7,4	6,7
Anthracenöl	17,4	27,3
Rein-Anthracen	0,60	0,70
Peck	58,4	44,4
Kohlenstoff	15,25	5,8

Lunge und Schmid²⁾ untersuchten Theere von Otto-Hoffmann-Defen der Zechen Germania bei Dortmund und Gibernia:

	Germania-Theer		Gibernia-Theer	
Anilinbenzol	—	1,68	—	1,12
Schwere Naphta	—	3,64	—	2,06
Kohnaphthalin aus Mittelöl	4,54	—	1,09	—
Kohnaphthalin aus Schweröl	3,15	—	0,44	—
Insgesammt	—	7,69	—	1,53
Kohphenole aus Leichtöl	0,25	—	0,28	—
Kohphenole aus Mittelöl	1,56	—	4,90	—
Kohphenole aus Schweröl	0,42	—	1,75	—
Insgesammt	—	2,23	—	6,93
Anthracen, ber. als 33 Proc. Waare	—	1,59	—	0,72
Kreosotöl = Mittelöl + Schweröl, minus Phenole und Naphtalin	—	8,24	—	15,67
Anthracenöl, filtrirt von Anthracen	—	42,76	—	21,93
Peck (sehr hartes)	—	30,55	—	43,41
Wasser	—	—	—	3,84
		98,58		97,21

¹⁾ Fischer's Jahresber. 1894, 21. — ²⁾ Daf. 1887, 691.

Theer der Koksanstalt Heiniz (Saarkohlen) nach Remy¹⁾:

Anthracen	0,43 Proc.
Anilin-Benzol (90 Proc. von 80 bis 120° siedend)	1,75 "
Lösungsnaphta (130 bis 180° siedend)	1,50 "
Schweröl	34,00 "
Bech	42,60 "
Wasser	8,10 "
Verlust	11,62 "

Der Theer in Glasport (S. 166), etwa 5 Proc. der Kohle, hatte folgende Zusammensetzung. Zum Vergleich ist die Zusammensetzung einiger anderer Theere mit in der Tabelle aufgenommen.

Fraction	Temperatur in Grad Celsius	International seam im Otto= Hoffmann= Ofen	Deutsche Kohle im Otto= Hoffmann= Ofen Anlage Germania	Durchschnittstheer der deutschen Gas= anstalten	
				I.	II.
Leichtöl	80—170	3,7	6,55	3,0	2,5
Mittelöl	170—230	9,8	10,54	7,5	2,5
Schweröl	230—270	12,0	7,62	33,5	25,0
Anthracenöl	über 270	4,3	44,35	10,5	10,0
Bech		67,0	30,55	45,5	60,0
Wasser		2,3	Spur	—	—
Verlust		0,9	0,39	—	—

Die procentische Vertheilung des Heizwerthes nach der Destillation, Kohle gleich 100 gesetzt, ergab sich hier im Vergleich zur Entgasung in Leuchtgasretorten:

	Otto= Hoffmann= Ofen	Retorten= Ofen
Im Koks verkäuflich	72,3	46,4
Im Koks zur Heizung	—	10,1
Im Theer	4,1	5,5
Im Gas verkäuflich	12,7	21,0
Im Gas zur Heizung	10,7	—
Gaswasser, S im Reiniger, Verlust	0,2	17,0
Summe	100,0	100,0
Beim Proceß gebrauchte und verlorene Wärme	10,9	27,1
Wärme in den Producten	89,1	72,9

Auch hier soll das Anfangsgas gesondert als Leuchtgas verwendet werden.

Nach G. Schulz (D. R.-P. Nr. 101 863) soll die Leuchtgas- und Koks-gewinnung dadurch vervollkommenet werden, daß nach Gewinnung der in dem bei der Leuchtgas- bzw. Koks-fabrikation erhaltenen Steinkohlentheer vorhandenen werthvollen aromatischen Kohlenwasserstoffe und nach Abtrennung des

¹⁾ Fischer's Jahrbücher. 1890, 15.

Beides die verbleibenden öligen Rückstände behufs ihrer Zersetzung und zur Neubildung solcher werthvollen aromatischen Kohlenwasserstoffe in die glühenden Retorten bezw. glühenden Koksöfen eingeleitet werden, wobei man die entstehenden Destillate, welche nun wiederum werthvolle aromatische Kohlenwasserstoffe enthalten, condensirt. Die bei der Aufarbeitung von Steinkohlentheer nach Gewinnung des darin enthaltenen Benzols, Toluols, Xylols, Naphthalins und Anthracens, sowie nach Abtrennung des Beides verbleibenden öligen Rückstände werden in die glühenden Retorten der Leuchtgasfabrikation oder in die glühenden Koksöfen, welche mit Absaugevorrichtungen versehen sind und noch glühenden Koks enthalten, eingeführt, was durch Einfließenlassen in Form eines feinen Strahles oder durch Einleitung in Dampfform geschehen kann. Die entstehenden Dämpfe, welche in Folge der hierbei eintretenden Zersetzung nunmehr werthvolle aromatische Kohlenwasserstoffe von genannter Art enthalten, werden durch die Ableitung bezw. durch geeignete Absaugevorrichtungen aus den Erhitzungsräumen entfernt und können einfach der vorhandenen Condensation zugeführt werden, wonach dem Condensat in bekannter Weise die werthvollen Kohlenwasserstoffe entzogen werden. Nach dem Zusatzpatente Nr. 105 582 mischt man die öligen Rückstände mit der Kohle und führt sie zusammen mit der Kohle ein.

Entgasung der Steinkohlen.

Menge und Beschaffenheit der bei der Entgasung der Steinkohlen erhaltenen Producte hängen ab von der Beschaffenheit der Kohlen und der Art und Dauer der Erhitzung derselben.

Verf. (Bd. I, S. 519) hat gezeigt, daß die procentische Zusammensetzung der Kohlen einer Grube, ja desselben Flözes schwanken kann. Dementsprechend wird auch die Koksausbeute einer Kohlenforte nicht ganz gleichmäßig ausfallen. Remy¹⁾ macht über die Verkokungsfähigkeit der Kohlen von vier Flözen des Saargebietes folgende Angaben (s. umstehende Tabelle).

Fleck und Hartig²⁾ meinen, die Eigenschaft der Kohlen, zu baden und dichte, feste Koks zu liefern, sei hauptsächlich von der Menge des disponiblen Wasserstoffs abhängig und trete nur schwierig ein, sobald auf 1000 Thle. Kohlenstoff weniger als 40 Thle. disponibler Wasserstoff komme. Die Menge der aus den Steinkohlen zu erzielenden Gase soll unter gleichen Verhältnissen dem nicht disponibeln Wasserstoff proportional wachsen. Sie unterscheiden:

Auf 1000 Thle. Kohlenstoff:

Disponibler Wasserstoff	Nicht disponibler Wasserstoff
bis 40	bis 20 = Sinterkohlen und Anthracit,
"	über 20 = Gas- und Sandkohlen,
über 40	bis 20 = Badkohlen,
"	über 20 = Bad- und Gaskohlen.

¹⁾ Fischer's Jahressber. 1899, 3. — ²⁾ Hartig, Steinkohlen Sachsens (Leipzig 1860), S. 231.