

# Zeitschrift für angewandte Chemie.

1900. Heft 7.

## Die Holzdestillation der Neuzeit.

Von Ingenieur F. A. Bühler.

Grosse und heftige Concurrrenzkämpfe, welche augenblicklich vor dem grossen Publikum ausgetragen werden, haben die sonst wenig beachtete Industrie der Holzdestillation dem Interesse Vieler nahe gerückt, so dass es zeitgemäss erscheinen dürfte, Einiges aus der Technik dieses Arbeitsgebietes mitzuthemen. Die Litteratur bietet nur sehr spärliche Quellen zur Orientierung über den vorliegenden Gegenstand. An Lehr- bez. Handbüchern sind bekannt die Arbeiten von Thenius und Bertsch, sonstiges Material müsste sich der Chemiker erst aus den Lehrbüchern der Technologie, zerstreuten Aufsätzen in Fachblättern und Patentschriften zusammensuchen. Ein einheitliches und übersichtliches Bild der Holzdestillation, wie es sich jetzt darstellt, dürfte aber dann kaum resultiren. Der Zweck vorliegender Arbeit ist nicht der, den Stoff irgendwie erschöpfend zu behandeln, sondern nur der, eine orientirende Übersicht zu geben, vermöge deren der Chemiker sich ein Bild machen kann, wie die Industrie der Holzdestillation zur Zeit sich präsentirt.

Die Holzdestillation oder Holzverkohlung ist keine eigentliche Grossindustrie. Es dürfte, abgesehen von den Gründungen der letzten Jahre, schwerlich mehr als ein Dutzend Anlagen mit Grossbetrieb in Europa geben. Die Arbeitsverfahren sind im Grossen und Ganzen überall dieselben, ebenso die erzeugten Producte: Holzkohlen, essigsaurer Kalk bez. Holzessig, Methylalkohol und Aceton. Je nach Lage des Unternehmens und der Absatzverhältnisse werden bald ausschliesslich Roh- oder Endproducte hergestellt, bald herrscht gemischter Betrieb. Die Anlage einer Holzverkohlung ist immer an das Vorhandensein billigen Holzes bez. Brennmaterials gebunden; wesentlich ist ferner reichliches Wasservorkommen und angemessene Verfrachtungsverhältnisse. Bei einem Gestehungspreis von 5 bis 6 M. für den Raummeter Buchenholz dürfte die Rentabilitätsgrenze erreicht sein.

Als Material für die Holzdestillation dient im Wesentlichen Buchenholz. Dasselbe wird zumeist in Form von Scheitholz ver-

wendet, auch Knüppel und stärkere Reiser werden verkohlt. Nadelholz wird der geringen Ausbeuten wegen wenig verarbeitet; wo Birke billig ist, wird auch hiervon verwendet. In Meilern wird allerdings noch ziemlich viel Nadelholz verkohlt, ebenso Wurzelstockholz.

Als Destillationsgefässe dienen gewöhnlich Retorten liegender oder stehender Anordnung von etwa 1 m Durchmesser bei 3 m Länge. Grössere Destillationsgefässe, werden nicht häufig angewendet, da die Meileröfen, wie man derartige Apparate nennt, nicht so rationell arbeiten sollen. Das Höchstmaass der Ausbeute ist bei den üblichen Einrichtungen noch keineswegs erreicht, wie zahlreiche Laboratoriumsversuche ergeben, die stets beträchtlich höhere, oft doppelt so grosse Ausbeutezahlen liefern wie der Fabrikbetrieb. Vervollkommnung der gegenwärtigen Betriebe ist also nicht ausgeschlossen.

In den Figuren 1 bis 4 ist eine Holzdestillationsanlage mit 30 liegenden Retorten dargestellt, die ein typisches Bild dieser Art Fabriken bietet.

Bei der oben angegebenen Grösse der Retorten fasst eine solche 2,3 Raummeter Holz. Dieses Quantum wird bestenfalls in 12 Stunden abgetrieben, für Füllen und Entleeren ist eine Stunde zu rechnen. Die Leistungsfähigkeit obiger Anlage beträgt bei 360 Arbeitstagen demnach  $360 \cdot \frac{24}{13} \cdot 2,3 \cdot 30 = 45\,000$  Raummeter. In der Mehrzahl der Fälle wird man dieses Quantum nicht erreichen, da eine längere Destillationszeit als 12 Stunden manchem Praktiker höhere Ausbeuten zu versprechen scheint, so dass 16 Stunden als Norm angesehen werden. Hiernach kann man annehmen, dass 1 Retorte etwa 1000 Raummeter pro Jahr verarbeiten kann. Das Holz wird vor der Verarbeitung in der Regel 1 bis 2 Jahre gelagert, um den Wassergehalt desselben zu erniedrigen. In frischem Zustande beträgt derselbe zwischen 35 und 50 Proc., abgelagertes Holz hat 20—25 Proc. Bei den Holzverkohlungen findet man aus diesem Grunde gewöhnlich ausgedehnte Holzlagerplätze, die den doppelten Jahresbedarf aufnehmen können. Vom Lagerplatz führt eine Gleisanlage nach der Fabrik; in Fig. 2 ist dieselbe mit G bezeichnet. Drehscheiben



Nach Beendigung einer Operation wird die Retorte geöffnet, die Kohlen, welche sich in schwacher Rothglut befinden, müssen rasch herausgezogen und in Blechkästen gebracht werden, die man alsdann luftdicht verschliesst. Die Kühlkästen, welche jeweils eine Retortenladung aufnehmen, sind aus 3 bis 4 mm starkem Eisenblech hergestellt und kühlen etwa 36 Stunden aus. Je länger desto besser, denn schnell gekühlte Holzkohle entzündet sich sehr leicht von selbst.

Im Kohlenlager, das je nach Lage der Fabrik zu dimensioniren ist, muss Vorsorge getroffen werden, dass etwa entstehende Selbstentzündungen sofort unterdrückt werden können. Es ist also nöthig, eine nicht zu schwache Wasserleitung mit Schlauchanschlüssen hinzulegen. Fabrikgebäude und Lager trennt man zweckmässig durch Verkehrsweg und Brandmauer. Um die Feuergefahr im Fabrikgebäude herabzumindern, empfiehlt es sich, das Retortenhaus in Stein und Eisen massiv zu bauen, oder bei Fachwerkbauten das Bauholz flammensicher zu imprägniren. Hierdurch wird auch die für Holzdestillationen ziemlich hohe Feuerversicherungsquote rentabel erniedrigt. Die flüssigen Destillate fliessen durch eine Kupferrinne den Absetzbottichen (Fig. 2)  $e_3$  zu, wo ein Theil des Holztheeres sich vom Holze-ssig trennt.

Eine Pumpe fördert den rohen Holze-ssig zu Vorrathsbehältern  $e_2$ , von denen aus die Destillirapparate gefüllt werden können. Im Destillir- und Rectificirraum findet die Weiterverarbeitung der Rohsäure statt. Zur Trennung des Methylalkohols von der Essigsäure verwendet man in der Regel gewöhnliche Dreiblasensysteme. Die Essigsäure wird an Kalk gebunden, während der Rohholzgeist sich im Behälter  $h_1$  sammelt. Die in diesem sich etwa noch absetzenden theerigen Öle können durch einen Bodenhahn entfernt werden. Auf den Rectificirapparaten  $i$  erfolgt alsdann die Concentration auf reinen Methylalkohol.

Im Behälter  $h_2$  sammelt sich das Endproduct an. Rohholzgeist, der noch Aceton und andere Beimengungen enthält, wird in grossen Quantitäten zur Denaturirung von Äthylalkohol benutzt, während das reine Product in der Anilinfarbenindustrie, Fabrikation rauchlosen Pulvers etc. seine Verwendung findet. Die Anforderungen an den Reinheitsgrad des Methylalkohols sind ziemlich grosse, so dass es sicherer Erfahrung und zweckmässiger Apparate bedarf, um die Trennung von Aceton und Methylalkohol glatt durchzuführen.

Die auf den Dreiblasensystemen gewon-

nene Kalklauge wird in den Kalkpfannen  $k$  eingedampft, bis die Masse teigig wird. Der feuchte essigsaure Kalk enthält immer noch viele theerige Beimengungen, welche durch Rösten entfernt werden. Hierzu dient die im Kalkdarrenraum liegende Kalkdarre, die aus einem mit Eisenplatten abgedeckten flachen Heizkanal besteht. In den meisten Fällen verläuft der Kanal horizontal und wird, wie hier gezeichnet, bei  $l$  beheizt, während die Heizgase bei  $s_1$  abziehen. Auf die Eisenplatten wird der feuchte Holzkalk geschichtet, flach gestrichen, gewendet und allmählich vorwärtsbewegt. Um zu verhindern, dass durch übermässiges Erhitzen der Kalk unter Acetonbildung sich zersetzt, lässt man denselben mit dem Feuer wandern. Der Gehalt des Graukalks an essigsaurem Kalk wird mit 80 und mehr Proc. verlangt; Graukalk heisst der Kalk von der hellgrauen Farbe, die er gewöhnlich besitzt. Seine Consistenz soll körnig und locker sein. Die Versendung erfolgt in Fässern aus Weichholz oder in Säcken bei Wagenladungen. Die Holzkohle wird in Säcken verschickt, während Methylalkohol bez. Rohholzgeist in eisernen Fässern von 500 l Inhalt verschickt wird.

Der Betriebsdampf wird von Dampfkesseln  $p$  beliebiger Construction geliefert; bei der oben angegebenen Jahresleistung müssen ca. 250 qm Heizfläche vorhanden sein. Im Kesselraum stehen die Dampfpumpen  $q$  für Kesselspeisung, während im Maschinenraum eine grosse Wasserpumpe  $n$  durch Riemen angetrieben wird. Die Dampfmaschine  $o$  kann gleichzeitig noch eine Dynamomaschine  $m$  für elektrische Beleuchtung treiben.

Eine Anlage zur Verkohlung von 10 bis 12000 Rmtr. pro Jahr ist in den Figuren 5 bis 11 veranschaulicht. Ein wesentlicher Unterschied gegen die soeben erläuterte Einrichtung besteht nur in der Anordnung der Destillationsgefässe. Statt der vielen kleinen Retorten finden sich hier zwei Meileröfen stehender Construction von je 5—6000 Rmtr. Jahresleistung. Die Meileröfen fassen etwa 15 Rmtr. eingeworfenes Holz und werden in 24 Stunden abgetrieben inclusive Füllen und Leeren. Die Condensatoren können von beliebiger Anordnung sein; hier sind solche von ähnlicher Einrichtung gezeichnet, wie die bei der ersten Anlage angedeuteten. Abweichend von der ersten in Fig. 1 bis 4 erläuterten Anordnung findet die Förderung sämmtlicher Destillate durch Druckluft statt; des Ferneren ist eine Apparatur für die Herstellung von Aceton vorhanden. Die in den Condensatoren  $d$  verdichteten Destillate sammeln sich in den geräumigen Druckfässern  $b$ ,



bottichen. Kalk und Holzgeist werden in der schon erläuterten Weise hergestellt. Von der Kalkdarre aus gelangt der Kalk aber in den Acetonraum, wo durch trockne Destillation die Zersetzung des Graukalkes erfolgt. Diesem Zwecke dienen mit Rührwerk versehene flache, direct beheizte Gefässe aus Gusseisen. Das rohe Aceton wird in Rectificirapparaten *v* alsdann concentrirt und gereinigt.

Vom Hauptgebäude getrennt liegen die Nebenräume: Kühlplatz, Kohlenlager, Betriebsräume, Flaschenschuppen etc. Auch diese Anlage hat Geleise für Holz, Kohlen, Kalk und sonstigen Materialtransport.

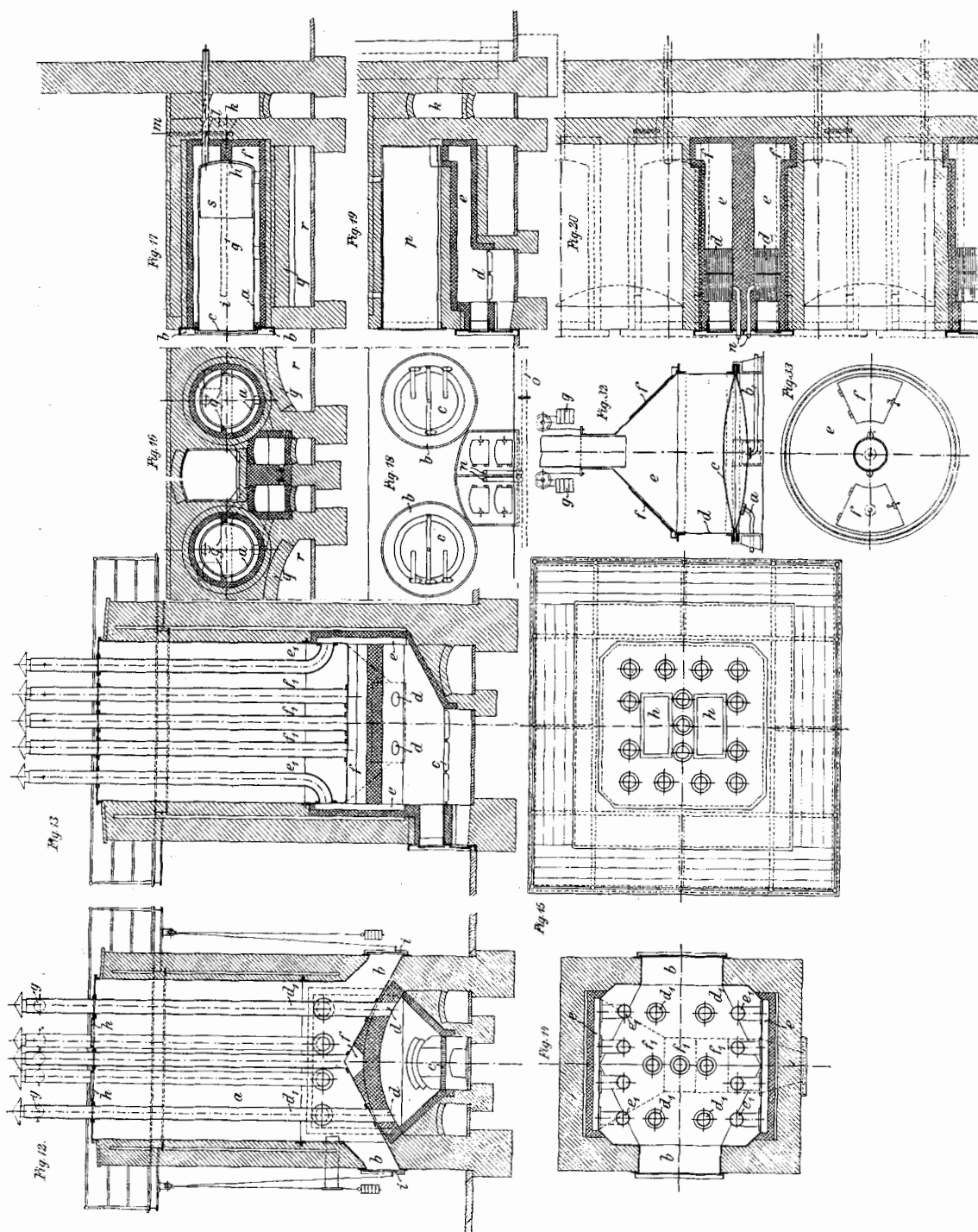
Die Construction eines Meilerofens ist in den Figuren 12 bis 15 genauer erläutert. Im Wesentlichen besteht ein solcher Ofen aus einem eisernen Behälter von 3 m Seitenlänge des quadratischen Grundrisses bei etwa 4,7 m Höhe. Durch diesen Behälter gehen verschiedene Heizrohre, mittels deren dem Holze die nöthige Zersetzungswärme zugeführt wird. *a* ist der Behälter, dessen Obertheil aus etwa 6 mm starkem Eisenblech besteht, während der Untertheil und der Deckel aus 10 mm starkem Bleche hergestellt sind. Der Bequemlichkeit halber kann man den Boden von *a* nach den Entleerungsöffnungen *b* hin abfallen lassen. Die gusseisernen Heizrohren sind gasdicht mit Boden und Deckel verbunden. Ein starkes Gewölbe trägt den Behälter und überdeckt zugleich den Feuerraum. Vom Roste *c* schlägt die Flamme einestheils in die Abzuglöcher *d* der Heizrohren *d*<sub>1</sub>, andererseits umspült sie den Untertheil des Behälters mittels der Feuerzüge *e* und *f* und durchzieht dann die Rohre *e*<sub>1</sub> und *f*<sub>1</sub>. Die Heizrohre sind mit Abzugrohren verbunden, in denen Drosselklappen *g* die Regulirung des Feuers und damit den Gang der Verkohlung zu leiten gestatten. Zum Einwerfen des Holzes dienen zwei im Deckel angebrachte Öffnungen *h*, welche mit Bügel und Druckschraube, mit gewöhnlicher Verschraubung oder mit Keilverschluss versehen sind. Das Gleiche gilt von den Deckeln *i* der Entleerungsöffnungen *b*. Diese Deckel sind der Bequemlichkeit halber durch Gewichte ausbalancirt. Ein Vorzug der Meileröfen ist, dass man in ihnen jedes Material verkohlen kann, während z. B. für Wurzelstockholz Retorten nicht geeignet sind. Um den Ofen nicht zu lange auskühlen zu lassen und keine Kohlen durch Verglimmen zu verlieren, soll das Entleeren und Füllen rasch erfolgen. Die Ausziehthüren sind daher breit, so dass mehrere Arbeiter an jeder Seite Kohlen ziehen können. Um das Holz beim Einwerfen nahe zur Hand zu haben,

legt man oben um den Ofen eine Galerie, auf welche dasselbe geschichtet wird. Mittels Aufzug oder schiefer Brücke fördert man das Material auf die Höhe der Galerie. Die Ausbeuten dieser und ähnlicher Öfen werden als gute bezeichnet, und es ist bei richtiger Vertheilung der Heizorgane daran a priori nicht zu zweifeln. Erfahrung und sachgemässe Leitung des Destillationsprocesses werden indessen auch hier ausschlaggebend sein.

In den meisten Fällen trifft man in den Holzverkohlungen liegende oder stehende Retorten. Erstere sind in den Figuren 16 bis 20 dargestellt. Die Retorte *a*, aus 10 bis 12 mm starkem Schmiedeeisen gefertigt, wird neuerdings nur noch geschweisst verwendet. Eine gusseiserne Abdeckplatte *b* gewährt ihr vorn das nöthige Auflager und sorgt für die Abdichtung des Feuerzuges, den man so nah als möglich an den Deckel heranführen muss. Die Platte *b* muss ihrerseits natürlich genügend gelagert und verankert sein. Ein schmiedeeiserner Deckel *c*, der in Scharnieren hängt und beliebig angepresst werden kann, schliesst die Retorte ab. Als Dichtungsmaterial dient Lehm. Ein kreisrunder Feuerkanal umschliesst in kurzem Abstand die Retorte, die auf seinem Boden geeignet gelagert sein soll. Die Heizgase schlagen vom Rost *d* durch den Fuchs *e* nach hinten, so dass Stichflammenwirkung nicht zu fürchten ist. Bei *f* treten sie unter die Retorte von hinten ein, bespülen den Untertheil und ziehen nach vorn, da sie durch die beiden Seitenzungen *g* und die verstärkte hintere Trennwand *h* ihren Weg vorgezeichnet finden. Durch die Öffnungen *i* schlagen die Heizgase aufwärts und eilen, die Retorte von oben beheizend, dem gemeinsamen Rauchkanal *k* zu, mit dem sie durch den Fuchs *l* in Verbindung treten. In *l* ist der Schieber *m* angebracht, der die Intensität der Beheizung regelt. Die beiden Rohre *n*, welche aus der Hauptleitung *o* gespeist werden, führen die in den Condenskästen nicht verflüssigten Destillate, zumeist aus Kohlenoxyd, Kohlendioxyd, Methan etc. bestehend, in die Feuerung. Diese Gase unterhalten die Destillation zum grossen Theil allein, so dass man nur zum Anheizen der Retorte anderweitiges Brennmaterial braucht. Von Steinkohlen genügen pro Charge 30 bis 50 kg. Der Raum *p*, welcher mit dünnem Eisenblech ausgeschlagen und mit Thür und Deckenöffnungen versehen ist, dient zum Trocknen von Holz, ebenso die durch die Gewölbe *q* geschaffenen Räume *r*. Diese Trockeneinrichtung hat den Vorzug der Einfachheit und Billigkeit, verursacht aber Löhnungskosten. Zum schnellen Entleeren der Retorte dient ein Einsatzkorb *s*. Wenn der-

selbe so lang wie die Retorte gemacht wird, dann kann ein Reservekorb jeweils gefüllt werden, wenn der andere gezogen wird; auf

keit und laden die Retorte exact und dicht in ziemlich kurzer Zeit. Immerhin ist diese Operation beschwerlich.



diese Weise geschieht das Laden sehr schnell und die Retorte kühlt nicht aus. Gewöhnlich wird das Füllen bewirkt, indem man die Scheite hineinwirft. Die hierfür bestimmten Arbeiter erlangen darin grosse Fertig-

Eine Holzverkohlung mit 10 stehenden Retorten, entsprechend einer Jahresleistung von 10 000 Rmtr., ist in den Figuren 21 bis 23 enthalten. Die Retorten *a* ruhen auf starken gusseisernen Ringen *b* und werden

von unten beheizt. Ein Gewölbe *c* schützt den Retortenboden vor Stichflammenwirkung und lässt die Heizgase durch eine Anzahl Abzuglöcher nach oben entweichen. Durch den Fuchs *d* gelangen die Verbrennungsproducte in den Sammelkanal *e*, von wo sie in die Schornsteine *f* entsteigen. Behufs Leerung einer Retorte ist es erforderlich, dieselbe mit einem Laufkrahnen zu heben, und sie entweder nach einem Kühlplatz zu transportieren, oder aber die rasche Entleerung in geeigneter Weise zu bewirken. Wenn man die Kohlen in den Retorten selbst abkühlen lässt, leidet natürlich das Material derselben sehr stark und der Verbrauch ist ein grosser. Zweckmässiger ist es, die Retorte mit dem Laufkrahnen, der in dem Gerüst *g* läuft, nach einer Entlademaschine *h* zu transportieren. In diese wird die Retorte eingesetzt, sicher befestigt und nach Abheben des Deckels durch Menschen- oder Maschinenkraft umgelegt. Die Kohlen fallen selbstthätig in die Kühlkästen. Die Maschine richtet die Retorte wieder auf und hält sie behufs Füllung in jeder gewünschten Lage fest. Alsdann kann der Deckel wieder aufgesetzt und die Retorte durch den Krahnen zurückgebracht werden. Ist der Laufkrahnen mit elektrischem Antrieb versehen, dann kann in einer halben Stunde die ganze Manipulation beendet sein. Die Entlademaschine ist im Wesentlichen ein sehr starker gusseiserner Ring mit 2 seitlichen starken Zapfen. An dem Ring ist nach unten eine Vorrichtung zum Stützen der Retorte angebracht, während 2 starke schmiedeeiserne, umlegbare Bügel den oberen Rand der Retorte packen. Auf dem einen Zapfen sitzt ein kräftiges Zahnrad, welches durch Vorgelege in gewünschter Weise gedreht wird. Bei Einschaltung einer flachgängigen Schnecke ist der Apparat in jeder Stellung gesichert. Selbstverständlich muss man den Drehpunkt so wählen, dass man für normale Betriebsverhältnisse mit möglichst geringem Kraftaufwand auskommt.

Im Übrigen ist die Apparatur der Anlage dieselbe wie bei der Anordnung mit liegenden Retorten. Das flüssige Condensat läuft von dem Condenskasten *i* durch die Rinne *k* nach den Absetzbottichen *l*, während die unverdichtbaren Gase durch die Leitung *m* einem Gaskühler *n* zuströmen, um etwa mitgerissene Rohsäuretheilchen noch abzugeben. Von hier strömen die Gase durch Rohr *o* zu den Feuerungen.

Eine etwas abweichende Bauart der Retorteneinmauerung ist in Fig. 24 veranschaulicht. Die Änderung besteht in einem Vorherd *c* für die Feuerung und einem ring-

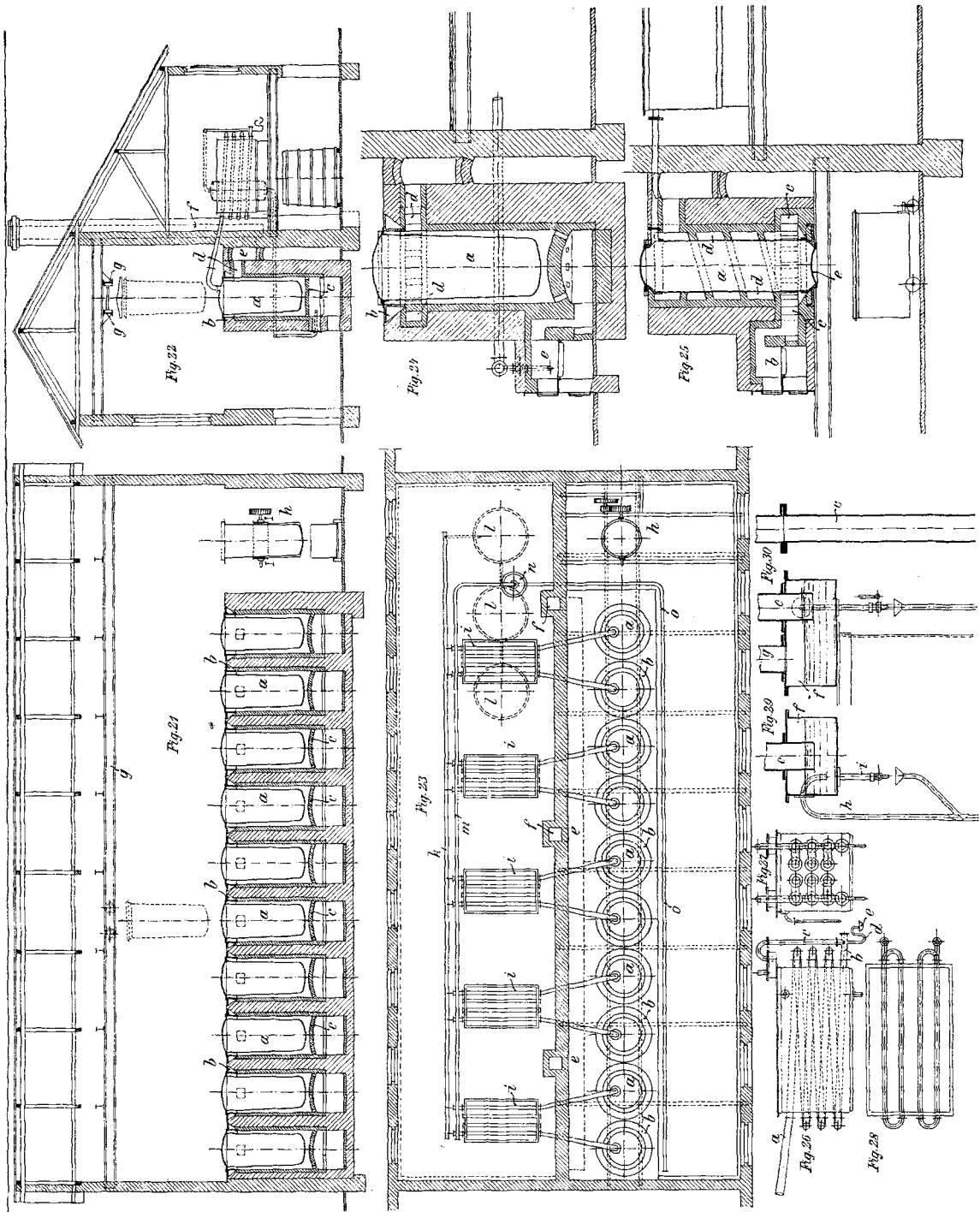
förmigen Abzugs- bez. Sammelkanal *d* für die verbrauchten Heizgase. Wo hochstehendes Grundwasser grössere Ausschachtungen verbietet, mag diese Anordnung brauchbar und zweckdienlich sein. Der Sammelkanal *d* bewirkt ein gleichmässiges Beheizen der Retorte.

Eine stehende Retorte, welche nicht gezogen zu werden braucht, zeigt Figur 25. Die Feuerung besteht in einem Vorherd *b* und einem unteren ringförmigen Vertheilungskanal *c*, von wo die Heizgase in den schraubenförmig, die Retorte *a* umkreisenden Feuerzug *d* steigen und alsdann beliebig abgeführt werden. Besondere Sorgfalt ist der Herstellung des unteren Verschlussdeckels *e* zuzuwenden, damit er handlich, zuverlässig und einfach wird. Das Entleeren geschieht in einfachster Weise durch Lösen des unteren Verschlusses, worauf die Kohlen selbstthätig in die Kühlkästen fallen. Die Schwierigkeit, welche ein guter Bodenverschluss verursacht, zusammen mit dem starken Verschleiss der Retorte, hervorgerufen durch Stichflammenwirkung an der Eintrittsstelle der Gase, haben dieser Anordnung noch keine sehr grosse Verbreitung gestattet.

Die Vorrichtungen zum Condensiren der Destillationsproducte können beliebigen Systems sein. Als praktisch hat sich der in den Figuren 26 bis 28 angegebene Kühler bewährt. Wie man sieht, ist es ein Röhrenkühler, dessen Kühlrohre in einem Kühlkasten aus 4—5 mm starkem Blech liegen. Die Kühlrohre treten beiderseits aus den Wandungen heraus und werden durch Krümmen miteinander verbunden. Diese Einrichtung hat den Zweck, die Rohre jederzeit leicht reinigen zu können. Sämmtliche mit den scharf sauren Destillaten oder deren Dämpfen in Berührung kommenden Theile bestehen aus Kupfer. Die in der Retorte entwickelten Dämpfe treten durch ein 100 bis 125 mm weites Rohr *a* in den Kühler ein, werden theilweise verdichtet und gelangen zum Ausgangsrohr *b*. Dort trennen sich die unverdichtbaren Gase von der Rohsäure; erstere entweichen durch *c*, letztere durch ein Sackrohr mit Flüssigkeitsverschluss *d* nach der Rinne *e*. Die Gase passiren alsdann noch einen Waschkasten mit Sicherheitsverschluss gegen Explosionen, dessen Details die Figuren 29 und 30 erläutern. Das Rohr *c* taucht in die Flüssigkeit des Kastens *f* um so viel ein, als man Gasdruck zu haben wünscht, gewöhnlich 2—4 cm Wassersäule. Durch das Abzugrohr *g* entweichen die gewaschenen Gase nach der Sammelleitung bez. zu den Feuerungen. Ein Überlaufrohr *h*, dessen Einlauf unter den

Flüssigkeitsspiegel taucht, reguliert das Niveau, so dass ein gewisser Druck nicht überschritten werden kann. Rohr *i* dient zur Entleerung des Kastens, wenn die Flüssigkeit sich

zugeführt, um den Theer zum Theil von der Rohsäure zu trennen. Letztere wird dann auf dem Dreiblasensystem weiter verarbeitet. Fig. 31 (S. 164) giebt den nöthigen Einblick in



hinreichend mit Essigsäure angereichert hat. Die Abführung erfolgt in das Gerinne. Man rechnet pro Retorte auf etwa 7 qm Kühlfläche.

Das vom Gerinne *e* gesammelte Destillat wird, wie schon oben erwähnt, Absatzgefässen

den Arbeitsgang. Die grosse Blase *a* von etwa 2 m Durchmesser bei 2,3 m Höhe, welche mit einer mehrgängigen starken Dampfschlange versehen ist und ausserdem unterhalb derselben eine Schnatterschlange für directe



Dampfheizung besitzt, wird aus den Vorrathsbehältern mit Rohsäure gefüllt. Die Blase *b* von 1,7 m Durchmesser bei 1,9 m Höhe und die dritte Blase *c* mit 1,4 m Durchmesser bei 1,6 m Höhe werden mit Kalkmilch und Wasser gefüllt, welche die von der Blase *a* durch Rohr *d* einströmenden Dämpfe aufnehmen. Von *b* steigen die Dämpfe nach *c* durch Rohr *e*, während bei *c* durch *f* nur Wasserdämpfe mit Holzgeistdämpfen vermischt entweichen. Diese werden im Kühler *g* condensirt. Rohr *h* dient zum Entleeren von *c* nach *b* und ist so anzuordnen, dass es vermittels Durchstossen gereinigt werden kann. Durch *i* wird *b* entleert. Aus dem Sammelbottich *k* saugt eine Laugepumpe *k*<sub>1</sub>, welche die Lauge durch eine Filterpresse *l* drückt. Das Filtrat sammelt sich im Bottich *m* und kann den Eindampfpfannen zugeführt werden. Bottich *n* dient zum Sammeln des Rückstandstheeres, Behälter *o* nimmt die Kalkmilch auf. Der Röhrenkühler *p* dient zur directen Gewinnung von Rohessigsäure, um die Lauge in den Kalkpfannen, wenn nöthig, nachsäuern zu können, falls sie nicht gesättigt ist.

Die Einrichtung der Kalkpfannen ergibt sich aus den Fig. 32 und 33 (S. 160). Wie man sieht, sind es flache eiserne Pfannen mit linsenförmigem Heizboden für Dampfheizung. Der Dampfeintritt erfolgt bei *a*, der Austritt durch *b*. Boden *c* und Wandung *d* können mit Kupferblech belegt sein. Eine Dunsthaube *e*, welche mit Deckeln *f* und Gegengewichten *g* versehen ist, verhindert den Austritt der Wasserdämpfe in die Betriebsräume. Behufs Füllen und Leeren kann die Haube bequem gehoben werden.

Das Röstbett der Kalkdarre besteht aus etwa 20 mm starken Eisenplatten, welche mit Falzen übereinandergreifen; im Übrigen gewähren die Fig. 35 und 36 (S. 164) die nöthige Erläuterung.

Die Weiterverarbeitung des Graukalkes auf Aceton, des rohen Methylalkohols auf reine Waare, ebenso die Verwerthung der Holzkohlen können hier nicht näher behandelt werden; die Besprechung sei, wenn thunlich, für später vorbehalten.

Alle bisher beschriebenen Einrichtungen sind einfach und, den Anforderungen der Praxis entsprechend, allmählich ausgebildet worden. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass Verbesserungen mit der Zeit sich einführen werden. Zunächst ist es heutzutage möglich, die Ökonomie des Dampfverbrauches zu steigern. Neben den Auslagen für Holz und Löhne sind es hauptsächlich die Kosten für Beheizung, welche ins Gewicht fallen. Um diese zu vermindern, lassen die Holz-

verkohlungen das Holz erst ablagnern. Bei einer Jahresleistung von 30 000 Raummeter sind gewöhnlich 60 000 Raummeter am Lager. Ein Raummeter frisches Buchenholz wiegt etwa 650 kg, lufttrocken etwa 420 kg; der Wasserverlust beträgt demnach etwa 230 kg. Bei obiger Jahresleistung beträgt die Ersparniss an Brennmaterial  $\frac{30\,000 \cdot 230}{7} = 990\,000$  kg

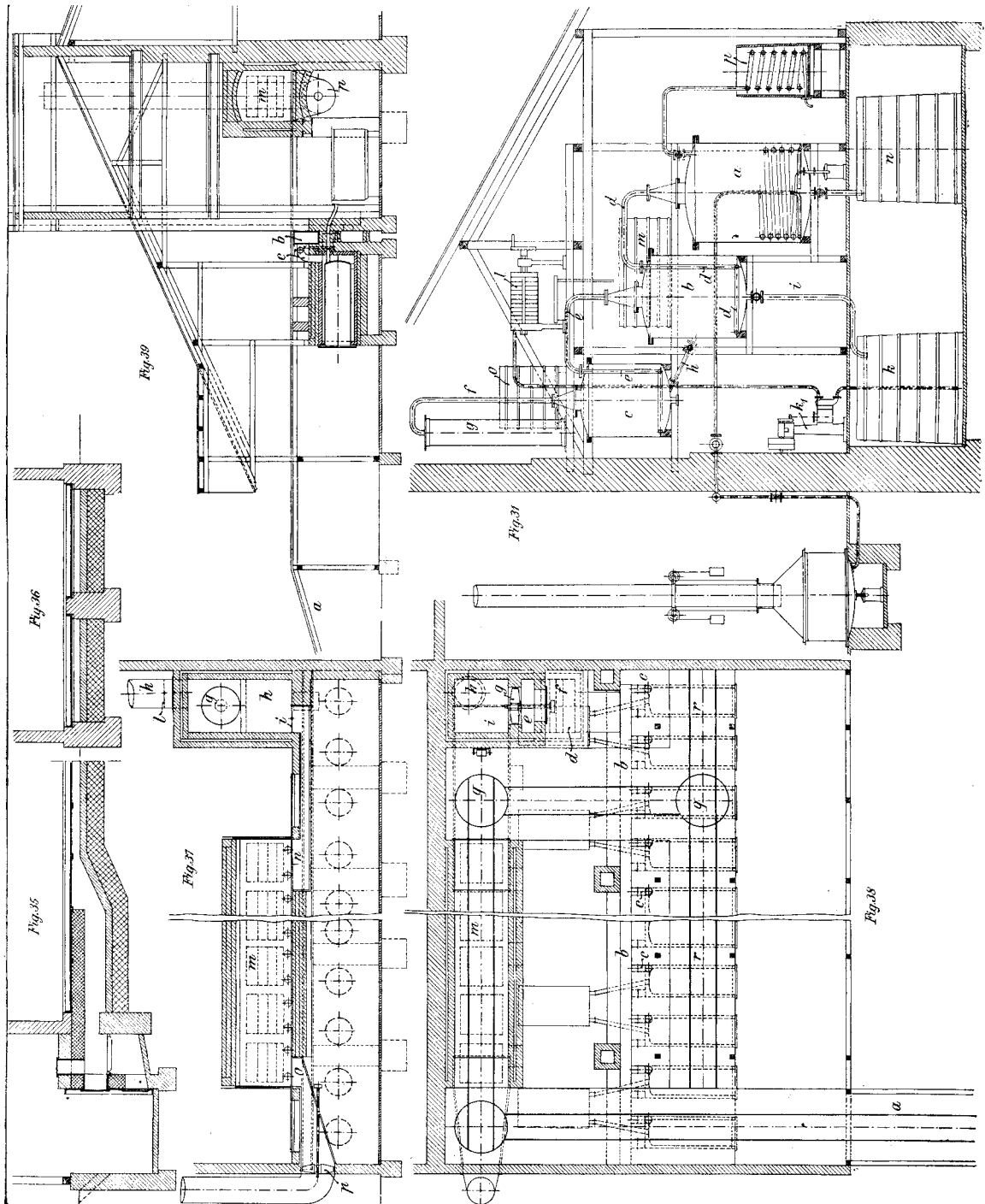
Steinkohlen im Werthe von etwa 15 000 M. Freilich hat man hiervon die Zinsen des im Holzstapel festliegenden Capitals abzuziehen, so dass eine Summe von 8—10 000 M. als gewonnen anzusehen wäre.

Die Frage einer rationellen Holz Trocknung hat schon seit jeher die Verkohlungs-techniker interessirt. Eine befriedigende Lösung dieser Frage ist noch nicht gegeben worden. Es ist zu beachten, dass es sich hier um grosse Quantitäten handelt und um ein Material, welches umständliche Manipulationen nicht verträgt. Als Beitrag zu den Bestrebungen auf diesem Gebiete dient die in den Fig. 37 bis 39 (S. 164) dargestellte Einrichtung. Die mit Holz beladenen Wagen werden über eine schiefe Rampe *a* nach einem im Retortenhause liegenden Trockenkanal gezogen, in dem die Trocknung erfolgt. Die von den Retorten kommenden heissen Abgase, deren Temperatur im Durchschnitt mit 350° angenommen werden kann, werden in eine geeignete Sammelleitung *b* mittels Rohranschlüssen *c* geführt und strömen in eine Vorkammer *d*, welche mit Vorrichtungen zum Zurückhalten der Flugasche versehen ist. Der Gasstrom bewegt sich dann aufwärts nach dem Mischraum *e*, wo eine Luftklappe *f* die Mischung der heissen Gase mit der kalten Aussenluft regelt. Hierdurch wird die Temperatur hinter dem Bläser *g* auf die zulässige Grenze gebracht, die unter 100° liegen soll. Im Raum *h* liegt eine Bodenklappe *i*, welche den Trockenkanal absperren kann. Dann bläst der Ventilator die Gase durch den Abzug *k* ins Freie. Dies tritt dann ein, wenn der Trockenkanal geöffnet wird, um einen Wagen einzuschieben bez. ausziehen. Sonst ist Klappe *l* geschlossen, und die heissen Gase müssen den Trockenkanal *m* durchziehen, indem sie bei *n* ein- und bei *o* austreten. Bei grosser Länge des Kanals empfiehlt es sich, noch einen Exhaustor *p* anzubringen, um den Zug in der richtigen Stärke zu halten. Die Rechnung der in Betracht kommenden Factoren ergibt die Möglichkeit, das Holz bis auf wenige Proc. Wassergehalt zu trocknen, wenn dasselbe genügend lange, d. h. bis zu 24 Stunden, trocknen kann. Wendeplatten oder Drehscheiben *q* und das über den Retorten liegende Gleis *r*

ermöglichen die bequeme Anfuhr zu der Verbrauchsstelle.

Durch rationelle Dampferzeugung, Dampf-überhitzer und sorgfältige Isolation der Lei-

fläche von 27 qm bieten, eine ganze Menge Betriebsdampf unnötig verzehrt. Das Gleiche gilt von den Rectificirapparaten und den Kalkpfannen. Dem gegenüber spielt der Auf-



tungen und Apparate ist noch manche Kohlenersparniss möglich, da gerade in dieser Beziehung noch vieles versäumt ist. Es lässt sich denken, dass ein Dreiblasensystem, dessen Wandungen der Aussenluft eine Kühl-

wand für eine Dampfmaschine keine entscheidende Rolle mehr.

Wie oben erwähnt, ist die Rentabilität einer Holzverkohlung an die Gewinnung billigen Holzes gebunden. Eine solche kann

also nur in Gegenden angelegt werden, welche noch grosse Vorräthe hiervon besitzen. In Deutschland dürfte die Anlage einer solchen Fabrik nur unter ganz localen günstigen Bedingungen noch möglich sein.

Die Einrichtungskosten einer Anlage für 30 000 Raummeter Jahresleistung stellen sich bei mittleren Preisen der Materialien auf etwa 280—300 000 M. Hiervon kosten die Gebäude 95 000 M., Apparate und Maschinen 195 000 M.

Eine Rente von mehr wie 15 Proc. des angelegten Capitals wird nur selten erreicht werden können, besonders günstige Verhältnisse natürlich ausgenommen. Aus Buchenholz erzielt man gewöhnlich 7—8 Proc. Holzkalk, 1 Proc. Methylalkohol, 24 Proc. Holzkohlen, 8 Proc. Theer. Der Rest sind gasförmige Producte, abgesehen von 40 Proc. Wasser.

Eine gewisse Unsicherheit haftet den Rentabilitätsrechnungen immer an, da das Holz nach dem Raummaass eingekauft wird, die Producte aber nach Gewicht abgesetzt werden. Die Zahlen, welche gewöhnlich gegeben werden, sind also nur annähernd richtig.

Das Gewicht der 30 000 Raummeter in absolut trockenem Zustande (auf den die Ausbeutezahlen sich beziehen) kann mit  $30\,000 \cdot 350 = 10\,500\,000$  kg eingesetzt werden.

Es resultirt

Graukalk 8 Proc.	=	840 000 kg
Methylalkohol 1 Proc.	=	105 000 kg
Holzkohlen 24 Proc.	=	2 520 000 kg
Theer 8 Proc.	=	840 000 kg

Bei einem Marktpreis von 14 M. pro 100 kg Graukalk, 100 M. für Methylalkohol und 4 M. für Holzkohlen betragen die Einnahmen 323 000 M.

Die Verwerthung des Theeres ist in rationeller Weise bisher nicht möglich gewesen. Die meisten Verkohlungen verheizen ihn, um ihn überhaupt loszuwerden. Kleinere Posten werden zum Imprägniren von Holz verwendet.

Die Ausgaben setzen sich zusammen aus Lohnungskosten, Generallasten, Holz, Kohlen und sonstigen Materialpreisen und sind variabel von Fall zu Fall.

Mit den steigenden Rohmaterialpreisen Hand in Hand gehen eine Menge Vorschläge zur Erhöhung der Ausbeuten, zur Ermöglichung, Abfallproducte zu verwerthen und an Fabrikationsunkosten zu sparen. Mit Ausnahme der Gründungen einer bekannten grossen Actiengesellschaft bewegt sich die eben beschriebene Industrie indessen in den angedeuteten Bahnen. Die Möglichkeit, aus

dem immer theurer werdenden Rohmaterial höhere Ausbeuten zu erzielen, ist vorhanden und die immer dringender werdende Nothwendigkeit wird auch hier wie überall den Anlass geben, die Wege zu finden, denn ohne Zwang giebt es keinen Fortschritt.

## Bildung von Knallgas in Dampfkesseln.

Von Hermann Rieth.

In Heft 48 dieser Zeitschrift Seite 1153 Jahrgang 1899 theilt Herr Dr. Mecke unter obiger Überschrift einen sehr interessanten Fall einer auf einem Kriegsschiffe vorgekommenen Explosion mit. Aus den zur Aufklärung dieses Falles angestellten Versuchen scheint mit Sicherheit hervorzugehen, dass das Zink in metallischer Berührung mit Eisen unter den in einem Dampfkessel herrschenden Umständen das Wasser zu zersetzen im Stande ist. Es geht dies daraus hervor, dass das metallische Zink verschwunden war und Zinkoxyd im Schlamm nachgewiesen wurde. Bei der Zersetzung des Wassers durch Zink wird aber bekanntlich nicht Knallgas, sondern Wasserstoff frei; es bleibt daher unaufgeklärt, wie bei dem Versuche mit dem neuen Kessel beim Condensiren des Wasserdampfes, „nachdem alle Luft ausgetrieben war“, Knallgas sich ansammeln konnte, weil man sich fragen muss, woher kommt der zur Knallgasbildung erforderliche Sauerstoff? Es wäre gewiss erwünscht gewesen, wenn durch die angestellten Versuche das Verhältniss des Stickstoffs zum Sauerstoff in dem Knallgasgemisch festgestellt worden wäre. Würde dieses Verhältniss dasselbe, wie in der atmosphärischen Luft sein, so müsste man annehmen, dass durch Undichtigkeiten des Condensators Luft eingedrungen sei, würde jedoch das Gasgemisch reicher an Sauerstoff gefunden, als der atmosphärischen Luft entspricht, so bliebe wohl nur die Erklärung, dass der in dem Speisewasser absorbirte Sauerstoff im Kessel ausgetrieben worden ist. Welche der beiden Möglichkeiten vorliegt, ist nicht zu ersehen, weil nicht angegeben ist, ob der Kessel während des Versuches gespeist wurde und weil die quantitative Zusammensetzung des Gasgemisches unbekannt ist.

Wenn auch nachgewiesen wird, dass Knallgas als Ursache der Explosion anzusehen ist, bleibt nach meiner Meinung noch immer schwer erklärlich, wie dieses so ungeheure Wirkung ausüben konnte. Nimmt man auch den unwahrscheinlichen Fall an, dass durch Zufall das günstigste Mischungsverhältniss von Wasserstoff und Luft sich gebildet habe, so ist es dennoch sehr wahrscheinlich, dass ein Dampfcylinder dem Drucke der Explosion widerstehen kann. Gestützt wird diese Ansicht durch die Explosionen in der Gasmaschine, in der das Gas überdies noch bis auf mehrere Atmosphären Druck zusammengepresst, im Augenblicke der Erreichung des todten Punktes oder noch vor demselben zur Entzündung gebracht wird. Überdies wird das zum Betriebe des Gasmotors übliche Gemisch von Leuchtgas und Luft eine höhere Spannung als Knallgas