

manchen Industriezweigen sich nicht umgehen lassen, das Verbot auch auf das Ausland oder wenigstens auf gewisse ausländische Staaten auszudehnen. So liegt es z. B. ohne weiteres nahe, daß Fabriken im Westen Deutschlands auf die benachbarten Staaten Belgien und Holland das Verbot ausdehnen. Im übrigen ist es ja eine bekannte Tatsache — man braucht z. B. nur die Inserate in manchen Fachzeitschriften durchzusehen —, daß deutsche Chemiker häufig vom Auslande zur Verbesserung, Erweiterung und Neueinrichtung dortiger Betriebe gesucht werden. Gegen diese Konkurrenz des Auslandes durch Anwendung des Wettbewerbsverbots sich zu schützen, kann man der deutschen Industrie nicht verübeln; es ist aber ein Gebot der Billigkeit, daß dann auch die austretenden Angestellten in entsprechender Weise seitens der Fabriken entschädigt werden, wenn sie im Interesse der letzteren die Einhaltung des Wettbewerbsverbots auch für Auslandsstaaten übernehmen. Die Höhe der Entschädigung wird, wie bereits oben erwähnt, auch durch den örtlichen Umfang des Verbots beeinflusst werden.

§ 17.

Die Firma ist verpflichtet, Herrn spätestens 14 Tage nach dem in § 14 vorgesehenen Kündigungstermin

3 Monate vor Beendigung des Dienstverhältnisses (bei Verträgen ohne Kündigungsfrist) mitzuteilen, ob sie die Einhaltung des Wettbewerbsverbotes beansprucht oder darauf verzichtet.

Der Firma steht aber auch nach Ablauf dieser Frist noch das Recht zu, jederzeit auf das Wettbewerbsverbot zu verzichten; doch hat in diesem Falle Herr für die Dauer eines Jahres, von der Verzichtserklärung ab gerechnet, — jedoch nicht über die vertragliche auferlegte Sperrzeit hinaus — Anspruch auf die Sperrvergütung.

Die Bestimmungen entsprechen dem Beschluß des Vereins deutscher Chemiker auf der Frankfurter Hauptversammlung.

§ 18.

Herr ist verpflichtet, für die Dauer von ... Jahren nach seinem Dienstaustritt solche der Öffentlichkeit unbekannte Tatsachen und Vorgänge, die er in dem Betriebe der Firma während seines Dienstverhältnisses auf Grund seiner Vertrauensstellung kennen gelernt hat, und die ihm als Gegenstand der Geheimhaltung bezeichnet worden sind, weder dritten Personen mitzuteilen, noch selbst geschäftlich zu verwerten. Als Gegenleistung für diese Schweigepflicht zahlt die Firma Herrn eine Vergütung von

Diese Bestimmungen dienen gegebenenfalls dazu, das Wettbewerbsverbot zu ersetzen, bzw. die Bestimmungen des letzteren zu mildern und zu erleichtern. Deshalb wird in der Regel der § 18 mit § 16 zur Wahl stehen, in einzelnen Fällen wird er auch zur Ergänzung der Karenzklausel dienen, nämlich wenn die Karenzklausel mit Rücksicht auf § 18 eingeschränkt ist. Es kann z. B. der Fall eintreten, daß es für eine Firma genügt, wenn der ausscheidende Angestellte nur die Verpflichtung zur Geheimhaltung bestimmter Dinge (Verfahren, technische oder geschäftliche Erfahrungen, Bezugsquellen u. dgl.) in einem gewissen zeitlichen und örtlichen Umfang übernimmt, so daß bei Eingehung dieser Verpflichtung entweder auf die Sperrzeit des § 16 ganz verzichtet oder ihre Dauer verkürzt werden kann.

Das Schweigegebot des § 18 darf jedoch nicht in solcher Weise gehandhabt werden, daß es den Angestellten ungünstiger stellt, als wenn er eine Sperrzeit gemäß § 16 einzuhalten hätte. Dies würde z. B. der Fall sein, wenn dem Angestellten keine bezahlte Sperrpflicht dagegen ein sehr weitgehendes Schweigeverbot auferlegt würde. Aus diesem Grunde ist in § 18 vorgeschlagen, auch für das Schweigegebot eine Vergütung zu zahlen. Die Höhe dieser Vergütung muß dem Umfang des Schweigegebots, was die sachliche, örtliche und zeitliche Beschränkung betrifft, in angemessener Weise Rechnung tragen. Wenn das Schweigegebot keine Beschränkung des Fortkommens bedeutet, so kann die Vergütung in einer mäßigen Anerkennungsgebühr bestehen.

Absorptions- und Reaktionstürme für die chemische Großindustrie.

Von RUDOLF HEINZ, Hannover.

(Eingeg. 16.8. 1918.)

Die meisten Absorptionstürme, welche in der chemischen Großindustrie angewandt werden, dienen entweder:

V. Vertragsverletzung und Strafen (§§ 19—20).

§ 19.

Die Firma ist berechtigt, außer in den in § 133c der Gewerbeordnung bzw. §§ 70 und 72 des HGB. vorgesehenen Fällen den Vertrag ohne vorhergehende Kündigung und ohne Entschädigung aufzuheben, wenn Herr don § 7 Abs. 1 dieses Vertrages verletzt oder beharrlich der in § 2 Abs. 1 übernommenen Verpflichtung zuwiderhandelt.

§ 20.

Falls Herr durch Verletzung des § 7 zu seiner Entlassung Anlaß gibt oder widerrechtlich den Vertrag löst, verfällt zugunsten der Firma eine Vertragsstrafe in Höhe des

einfachen
zweifachen
dreifachen

Betrages des Jahresgehaltes (oder der Bezüge), den Herr zur Zeit der Lösung des Vertrages bezogen hat. Die gleiche Vertragsstrafe verfällt, wenn Herr die in den §§ 16 und 18 übernommenen Verpflichtungen verletzt.

Der Firma steht außerdem der Anspruch auf Schadenersatz zu, wobei jedoch die verwirkte Vertragsstrafe einzurechnen ist. Der Anspruch der Firma auf Einhaltung des Wettbewerbsverbotes bleibt in diesem Falle sowie in den Fällen des § 19 bestehen, jedoch ohne daß Herr eine Entschädigung erhält.

Was die Bestimmungen dieser Paragraphen betrifft, so ist zu berücksichtigen, daß Rechtsfolgen, wie die in § 19 erwähnten auch nach allgemeinen geltenden Rechtsgrundsätzen nur bei schuldhaftem Handeln entstehen können. Hierzu gehören, außer den in den angezogenen Gesetzesparagraphen erwähnten Handlungen, insbesondere Verletzungen des Geschäfts- und Betriebsgeheimnisses (§ 7) und sonstige Handlungen, die dem Interesse des Geschäftes zuwiderlaufen (§ 2). Es erscheint aber zu weitgehend, wenn eine geringfügige oder unabsichtliche Zuwiderhandlung gegen § 2 ohne weiteres die Dienstentlassung zur Folge haben sollte. Deshalb ist durch die Schlußworte des § 19 zum Ausdruck gebracht, daß eine beharrliche z. B. trotz Verwarnung nicht unterlassene und somit schuldhaft Handlung vorliegen muß.

Bei Festsetzung der Vertragsstrafe gemäß § 20 ist davon auszugehen, daß eine materielle Buße von dem Angestellten nur dann verlangt werden sollte, wenn eine Schädigung der Firma vorliegt. Die Gründe, welche nach § 133c Abs. 1, 3, 4, 5 und 6 der Gewerbeordnung die Firma zur Aufhebung des Vertrags berechtigen, sind deshalb nicht hinreichend und schwerwiegend genug, um außerdem noch eine Vertragsstrafe von dem Entlassenen zu verlangen. Vertrauensmißbrauch und Dienstuntreue (§ 133c, Abs. 2) sind wohl ausnahmslos als eine Zuwiderhandlung gegen § 7 dieses Vertrages anzusehen und unterliegen als solche der Vertragsstrafe nach § 20. Die Preisgabe von Geschäfts- und Dienstgeheimnissen und fernerhin nach dem Austritt des Angestellten die Verletzung der Sperrpflicht und des Schweigegebots sind unter allen Umständen triftige Gründe, um die Vertragsstrafen und ev. darüber hinausgehend Schadenersatz zu fordern.

Der dreifache Betrag des letzten Jahresgehaltes soll die Höchstgrenze der Vertragsstrafe sein.

VI. Vertragsänderungen und Gerichtsstand (§§ 21 u. 22).

§ 21.

Änderungen oder Ergänzungen an diesem Vertrage haben nur dann Geltung, wenn sie schriftlich vereinbart sind. Dieser Vertrag ist bindend sowohl für die Rechtsnachfolger der Firma als auch diesen gegenüber.

§ 22.

Für etwaige aus diesem Vertrage entspringende Streitigkeiten soll das Gericht in zuständig sein.

a) für eine reine Absorption eines Gases durch eine Flüssigkeit, wodurch in der Regel eine definitive chemische Verbindung entsteht;

b) als Misch- und Reaktionstürme für die Gase, mit gleichzeitiger Absorption durch eine Flüssigkeit.

Unter a) finden wir Türme für die Absorption von schwefeliger Säure (Schwefeldioxyd), Kohlensäure, Türme für Schwefelsäure wie Zwischentürme und für Turmsysteme,

Salzsäure, Salpetersäure und nitrose Gase (Restgase in der Fabrikation und Gay-Lussactürme), Schwefelkohlenstoff, Aceton u. dgl. In solchen Fällen ist Hauptbedingung, daß die Gase über eine mit Flüssigkeit gleichmäßig benetzte Oberfläche streichen, daß diese Oberfläche möglichst groß ist, und daß zu gleicher Zeit die Gase fortwährend in Wirbelung treten, damit frische Gasteile stets mit der nassen Oberfläche des Füllmaterials in Berührung kommen.

Angenommen, daß für eine derartige Absorption mehrere hintereinander geschaltete Türme in Frage kommen, so ist es klar, daß im ersten Turm die Absorption leichter vor sich geht als im letzten Turm.

Es ist daher wichtig, das Füllmaterial für jeden einzelnen Turm entsprechend zu wählen, um nicht unnötig Geld auszugeben.

Die Hauptbedingungen für eine gute Absorption sind möglichst große Oberfläche pro Kubikmeter Füllung, gute Mischung und ein sachgemäßer freier Querschnitt des Turmes, damit weder Zugschwierigkeiten, noch eine zu rasche Durchströmung der Gase stattfindet.

Reflektanten haben heutzutage, zufolge großer Konkurrenz, eine große Auswahl in bezug auf Füllmaterial. Koks wird jetzt nur in Ausnahmefällen und für ganz besondere Zwecke verwendet, wurde es doch schon längst festgestellt, daß ein kleiner Turm mit gutem Füllmaterial dasselbe leistet wie ein großer Koksturm. Normalsteine, Dreiecksteine, Prismensteine, Rhomboeder, Normalsteine mit Ausbauchungen, Ringe und die verschiedensten Arten und Formen werden als Füllkörper für Türme angepriesen. Sie haben aber alle denselben großen Nachteil, daß sie einen gehörigen Prozentsatz des Turmvolumens einnehmen und daher einen ungenügenden „freien Hohlraum“ (manchmal Absorptionsraum genannt) für die Gase übrig lassen. Die Erfinder einzelner dieser Körper gingen augenscheinlich von dem Prinzip aus, einen leeren Turm so voll als möglich mit Füllkörpern auszusetzen, um eine möglichst große wirksame Oberfläche zu erhalten und möglichst wenig Raum für die Gase übrig zu lassen.

Mit großer Annäherung an die Wahrheit kann man behaupten, daß, je besser und wirksamer das Füllmaterial ist, um so größer für eine reine Absorption die Geschwindigkeit des Durchganges der Gase durch den Turm sein kann. Die zulässige Geschwindigkeit bestimmt natürlich der Querschnitt eines Turmes, und es spielt in dieser Frage der „freie Hohlraum“ eines Füllmaterials eine große Rolle. Der freie Hohlraum ist der Prozentsatz des Rauminhaltes eines Turmes, welcher für die Gase freibleibt.

Das erfolgreichste Füllmaterial, welches während der letzten 10 Jahre in der Praxis zur Verwendung kam, waren zweifellos die Guttman'schen Hohlkugeln, und zwar haben sie sich hauptsächlich wegen ihres sehr großen freien Hohlraumes eingebürgert. Die bisher verkauften Kugeln zählen nach Millionen, jedoch konnten sie nicht allgemeine Verwendung finden, weil sie sehr teuer und für große Türme und staubhaltige Gase unzuverlässig waren. Die neuesten Kontaktkörper — die Guttman'schen Zellenkörper — sind den Hohlkugeln überlegen, und zwar nicht nur in bezug auf Leistung, sondern auch deshalb, weil sie beträchtlich billiger sind und einen sehr großen freien Hohlraum besitzen.

Man sieht aus Fig. 1–3, daß diese Körper, wenn sie in einem Turme aufgebaut sind, einen den Bienenwaben vollständig ähnlichen Querschnitt herstellen, und zwar dadurch, daß der von je vier benachbarten Zellen umschlossene Zwischenraum eine neue Zelle bildet. Der ganze Reaktionsraum wird hier also vollständig systematisch in eine Anzahl gleich großer Räume zerlegt, und zwar so, daß sowohl die Außenseite wie die Innenseite eines jeden Zellenkörpers von Flüssigkeit bespült und von den diffundierenden Gasen berührt werden muß. Es ist also ganz unmöglich, daß sich in diesen Türmen Gas- oder Flüssigkeitskanäle bilden, wie dies in den meisten Türmen mit anderen Füllmaterialien der Fall ist.

Fig. 1 veranschaulicht in schematischer Weise vier solcher Körper, wie sie in einem Turme zu liegen kommen; auf dieser Skizze ist der Lauf der Berieselungsflüssigkeit durch

glatte Fund der der Gase durch mit Kreisringen versehene Pfeile angedeutet.

Die Zellenkörper haben oben und unten Schlitze *a*, die die Gase treten von unten ein, diffundieren im größeren Raum und gehen durch die oberen Schlitze wieder heraus. Jeder Zellenkörper hat in der Mitte seitliche Ansätze *b*, welche die Berührung mit dem benachbarten Stück vermitteln und zugleich wieder die Schlitze für die durch die Zwischenräume gebildeten Zellen herstellen. Die Gase, welche in den Schlitzen eine gute Führung finden, strömen stets durch eine verhältnismäßig enge Öffnung in einen sehr viel weiteren Raum und können erst dann durch die ebenso enge Öffnung am anderen Ende austreten, nachdem sie in dem weiten Räume diffundierten, sich an die mit Flüssigkeit benetzten Wandungen anschmiegen und dadurch eine sehr stark wirkende Absorption herbeiführten. Die dabei erzeugten Wirbelbewegungen dienen zugleich in vorteilhaftester Weise dazu, die Gase wieder zu mischen und in den meisten Fällen die Reaktion von neuem einzuleiten. Die steile Form der Wandungen macht es fast unmöglich, daß sich an ihnen Fremdkörper ablagern, und deshalb ist das Ausspülen durch einen starken Flüssigkeitsstrom sehr einfach und bequem zu bewerkstelligen. Bei sehr staubhaltigen Gasen, wie sie z. B. in Glovertürmen vorkommen, genügt es, das untere Drittel des Turmes mit entsprechend weit auseinander gesetzten Steinen auszufüllen. Die Größe der Schlitzöffnungen und damit der freie Querschnitt der Zellenkörper ist so bemessen worden, daß der Zweck, die Gase möglichst lange im Turme zurückzuhalten, auf das Beste erreicht wird, ohne daß eine praktisch ins Gewicht fallende Zugbehinderung eintritt.

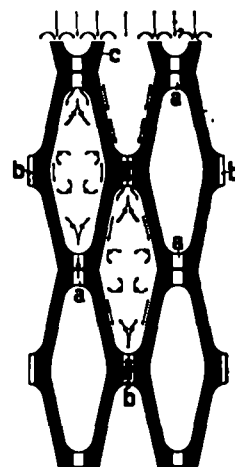


Fig. 1.

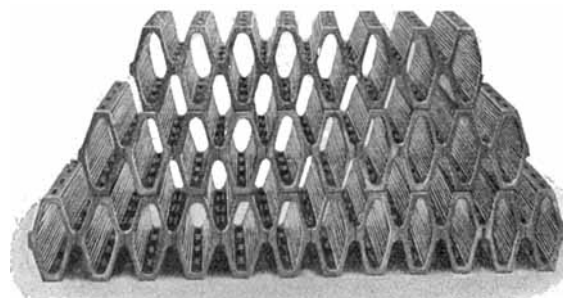


Fig. 2.

Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Flüssigkeit herbeizuführen, werden Verteilungsrinnen auf der obersten Schicht der im Turme aufgebauten Zellen angebracht; aus der Figur kann man sehen, daß bei einer gleichmäßig wirkenden Verteilungsvorrichtung die inneren und äußeren Flächen der Zellen durch das Anbringen dieser Rinne gleichmäßig benetzt werden.

Die Zellenkörper besitzen eine außerordentlich große Stabilität, und ihr Aufbau geschieht einfach in der Weise, daß sie aufeinander und nebeneinander geschichtet werden wie gewöhnliche Ziegelsteine, ohne daß man jedoch für Einhaltung von Zwischenräumen Sorge tragen müßte, da sich diese durch die Ansätze an den Zellenkörpern von selbst ergeben.

Die wirksame Oberfläche der großen Zellenkörper ist 50 qm pro Kubikmeter, diejenige der kleinen Zellenkörper 100 qm pro Kubikmeter; sie sind sorgfältig proportioniert, damit die besten Resultate erzielt werden.

Wenn wir nun auf die Frage des freien Hohlraumes zurückkommen, so finden wir, daß beide Größen der Zellenkörper einen freien Hohlraum von 71% auf-

weisen. Für alle anderen Arten von Füllmaterial beträgt der freie Hohlraum höchstens 40–50%.

Zum Vergleich sei folgendes Beispiel angenommen:

Einen Turm sollen 30 cbm Gas in der Minute durchstreichen. Durch praktische Versuche wurde festgestellt, daß die für eine gute Absorption vorteilhafteste vertikale

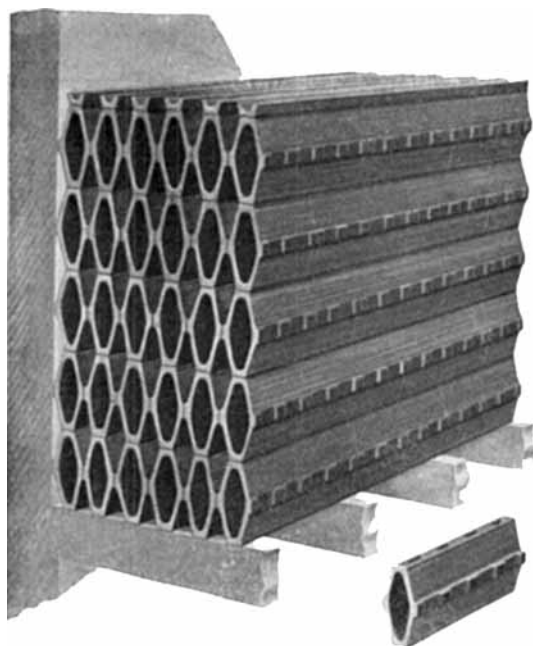


Fig. 3.

Geschwindigkeit durch die Türme 16 m in der Minute ist. Will man gewöhnliches Füllmaterial mit z. B. 50% freiem Hohlraum anwenden (um den für die Zellenkörper ungünstigsten Fall zum Vergleich zu nehmen), so ergibt sich, daß der Turm

$$\frac{30}{16 \cdot 0,50} \text{ qm} = 3,75 \text{ qm}$$

Querschnitt haben muß, um die gewünschte vertikale Geschwindigkeit der Gase nicht zu überschreiten.

Verwendet man unter denselben Umständen Zellenkörper, so erhält man

$$\frac{30}{16 \cdot 0,71} = 2,63 \text{ qm}$$

Querschnitt für den Turm.

Es ergibt sich daraus, daß der Querschnitt eines Turmes welcher mit minderwertigem Füllmaterial gefüllt wird, einen um mindestens 42% größeren Querschnitt haben muß als ein mit Zellenkörper gefüllter.

Vergleicht man nun die Anschaffungskosten von Türmen und zwar aus säurefesten Steinen bei einer Füllhöhe von 7,5 m, so ergibt sich:

	Gewöhnliche Füllkörper	Zellenkörper
Wirksame Oberfläche in Quadratmetern pro Kubikmeter.	35	50
Freier Hohlraum maximal (gewöhnlich nur 35–40%)	50	71%
Querschnitt des Turmes (für gleichen freien Hohlraum) Quadratmeter. . .	3,75	2,63
Erforderliches Füllmaterial Kubikmeter	28,1	19,7
Gesamte wirksame Oberfläche Quadratmeter	984	985

Anschaffungskosten:
(für deutsche Verhältnisse)

Ein säurefester Turm, einschließlich Fundamente und Montage, jedoch ausschl.
Steinzeug-Apparatur 10000 M 7500 M

Übertrag: 10000 M	7500 M
Füllmaterial 28,1 cbm à M 70 . . .	1967 „
Füllmaterial 19,7 cbm à M 140. . .	2758 „
	11967 M 10258 M
Ersparnis bei Anwendung von Zellenkörpern somit.	1709 „

Beide Türme haben gleiche Leistung, jedoch ergibt sich eine beträchtliche Ersparnis durch die Anschaffung des teureren Füllmaterials, der Zellenkörper. Ein Zellenturm ist aber weit vorteilhafter, weil man mit demselben an Bau- platz, Gebäude, Unterhaltungskosten und Betriebskosten spart.

Da die stündliche Menge der Berieselungsflüssigkeit von dem Querschnitt des Turmes abhängig ist, so spart man auch eine beträchtliche Summe an Kraft bei ihrer Zirkulation.

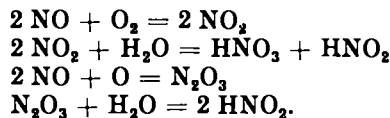
Es bedeutet dies eine wichtige jährliche Ersparnis, welche, in Geld umgerechnet, eine bedeutende Summe ausmacht. Man kann auch ev. mit einer kleineren Anzahl von Montejus bzw. Pumpen auskommen.

Die zu erwartende Ersparnis im Falle von Türmen anderer Dimensionen bzw. mit anderem Füllmaterial ergibt sich durch geeignete Umrechnung der obenstehenden Zahlen.

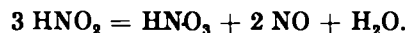
Zellenkörper für die Luftsalpeterindustrie, für Celluloid-, Kunstseide- u. dgl. Fabriken.

Zu den wichtigsten Betrieben, in welchen Absorptionstürme der unter a beschriebenen Type verwendet werden, gehören die Reaktions- und Absorptionstürme für diese Industrien. Um die Vorgänge in derartigen Türmen, in denen Luft mit ca. 2% NO-Gehalt behandelt wird, richtig zu betrachten, wollen wir vorerst die bei der Absorption von NO durch Wasser eintretenden chemischen Reaktionen untersuchen.

Diese können durch folgende Gleichungen ausgedrückt werden:



Es entsteht also Untersalpetersäure, die sich wie folgt zersetzt:



Man sieht, daß NO während der Absorption in einemfort regeneriert wird. Die durch die Gleichung veranschaulichte Oxydation von NO zu NO₂ ist, gute Mischung vorausgesetzt, eine sog. Zeitreaktion, welche von der Beschaffenheit des Füllmaterials beinahe unabhängig ist.

Es ist daher äußerst wichtig, daß bei solchen Betrieben der Turm mit einem Füllmaterial ausgekleidet wird, welches möglichst nicht nur eine genügende wirksame Oberfläche für die Absorption aufweist, sondern auch einen möglichst großen „freien Hohlraum“ angibt. Da die Oxydation eine ganz bestimmte Zeit beansprucht, so ist der Querschnitt der Türme in gleicher Weise wie in dem oben angeführten Beispiel von dem „freien Hohlraum“ abhängig; man kann wegen der geringeren Gesamtanschaffungskosten die Anwendung der großen Zellenkörper für derartige Betriebe nicht warm genug empfehlen. Die wirksame Oberfläche pro Kubikmeter Füllmaterial spielt dabei eine kleinere Rolle als bei den reinen Absorptionstürmen, weil die Hauptsache für das gute Funktionieren einer Anlage ein möglichst großer freier Hohlraum in den Türmen bei genügender wirksamer Oberfläche ist.

Ganz ähnliche Betriebe werden heute in Kunstseide-, Celluloid- und ähnlichen Fabriken erbaut, und zwar handelt es sich dann meistens um 100%iges reines NO-Gas, welches durch Oxydation mit Luft bis zu einem Gehalt von zwischen 5 und 10% NO verdünnt wird. Es ist klar, daß sich die Zellenkörper auch für

solche Betriebe in der allerbesten Weise eignen; in der Praxis sind auch schon ganz ausgezeichnete Resultate und Ausbeuten erzielt worden.

Ich gebe der Hoffnung Ausdruck, daß diese Besprechung dem Fachmann von Nutzen sein, und es ihm ermöglichen wird, die in der Praxis vorkommenden Probleme richtig zu lösen; ferner, daß diese Abhandlung viele Mißverständnisse über die wichtigsten Bedingungen, die für eine moderne und rationelle Absorptionsanlage erforderlich sind, aufklären wird.

Die Zellenkörper werden von der Deutschen Steinzeugwaarenfabrik in Friedrichsfeld i. B. hergestellt. [A. 131.]

Über das Wolfram und die Geschichte seiner Duktilisierung.

Dr. N. L. MÜLLER.

(Vortrag, gehalten im Niederösterreichischen Gewerbeverein in Wien in der Abteilung für angewandte Chemie am 6. März 1918.)

(Eingeg. 10./6. 1918.)

(Schluß von S. 407.)

Kehren wir nun zum Verfahren der G. E. C. in Amerika zur Duktilisierung des Wolframs zurück. Die Beschreibung des Verfahrens in der bisher erschienenen britischen Patentschrift ist so ausführlich, daß man nach dieser fast genau arbeiten kann. Ich gebe das Verfahren hier nur sehr kurz an.

Es wird zunächst ein ganz grobes, gut reduziertes Wolframpulver hergestellt. Das läßt sich ohne weiteres dadurch erreichen, daß man sowohl die Säure bei hoher Glut, etwa 1400°, sintert und diese wieder bei hoher Temperatur, etwa 1300°, im ganz trockenen, sauerstofffreien Wasserstoffstrom zu Wolfram reduziert.

Das Metallpulver wird nun in Preßformen zu quadratischen Stäben von ca. 20 cm Länge unter hohem Druck gepreßt. Die gepreßten Stäbe sind noch sehr brüchig, wiewohl sich das grobe Pulver verhältnismäßig noch am besten pressen läßt, leiten schlecht den elektrischen Strom und müssen deshalb durch Erhitzen in einem Platinbandofen im Wasserstrom bei ca. 1300° durch Sinterung verfestigt werden. Ist dies geschehen, so werden die Stäbe in reduzierender Atmosphäre durch elektrischen Strom auf möglichst hohe Glut gebracht und fertig gesintert. Dabei resultieren sehr schöne, glänzende, feste Metallstäbe, die jedoch bei gewöhnlicher Temperatur sehr hart und spröde sind.

Es folgt nun die übliche mechanische Behandlung des Stabes in der Wärme mittels der Hämmermaschine. In der nächsten Nähe der Maschine sind Platinbandöfen aufgestellt, in denen die Wolframstäbe in einer Wasserstoffatmosphäre vor dem Hämmern jeweils erhitzt werden. Man greift die glühenden Stäbe mit einer Zange aus dem Ofen heraus, führt sie schnell aber gleichmäßig in die Maschine hinein und zieht sie ebenso schnell heraus. Der Stab, welcher dabei nur wenig abgekühlt wird, wird zur Wiedererlangung seiner ursprünglichen Glut in den Ofen gesteckt, und die Hämmerbacken werden gegen andere, mit kleinerem Profil ausgewechselt. Die Hämmerprozedur wird nun stufenweise wiederholt, und so geht es weiter, bis der Stabeine ganze Reihe von immer kleiner werdenden Hämmerprofilen passiert hat. Der Stab wird dadurch wesentlich verjüngt und gestreckt und nimmt schließlich die Form eines Drahtes an. Ist der Wolframdraht lang genug, so wird er nunmehr mit einer mechanischen Vorrichtung in die Maschine eingeführt, wobei er unmittelbar vor dem Eintritt in die Maschine durch einen Gasofen oder elektrischen Ofen immer erhitzt wird.

Durch diese Behandlung wird der Draht schon bei einem Durchmesser von 2 mm biegsam und erhält, wie es auch leicht vorauszusehen ist, ein feinkristallines Gefüge. Der Draht wird bei weiterer Behandlung immer biegsamer, so daß man diesen bei immer tieferer Temperatur bearbeiten kann. Das Hämmern wird bis ca. 1 mm Durchmesser fort-

gesetzt, sodann wird der Draht noch gewalzt oder direkt bei ca. 500–600° durch Diamantziehsteine gezogen und zu den allerfeinsten Drähten gebracht. Als Schmiere beim Ziehen wird kolloidaler Graphit verwendet, der unter dem Namen Aquadag in den Handel kommt.

Der nach diesem Verfahren hergestellte Draht ist sehr biegsam und fest, und die Herstellung von Glühlampen aus diesem Drahte gestaltet sich überaus einfach.

Die mechanischen und physikalischen Eigenschaften dieses Metalles, die ich hier anführen werde, entnehme ich einem Vortrage von Collin G. Fink¹¹⁾, der das Verfahren in Amerika ausgearbeitet hat.

Die spezifische Dichte des Wolframs erhöht sich wesentlich mit der mechanischen Bearbeitungsmenge. Während nach den Angaben von Moissan, Weiß und Stimmelmayer die spezifische Dichte für geschmolzenes Wolfram auf 18,70 bewertet wird, findet C. G. Fink beim gezogenen Wolfram folgende Werte:

Durchmesser des Wolframdrahtes	Spezifisches Gewicht
3,75 mm	19,30
0,25 „	19,58–19,64
0,038 „	19,86–20,19

Die Zugkraft des Wolframs ist besonders hoch und nimmt wie bei allen Metallen mit der erhöhten Bearbeitung zu.

Durchmesser des Wolframdrahtes in Millimeter: 0,125, 0,070, 0,038, 0,030.

Kilogramm pro Quadratmillimeter: 322–343, 336–371, 385–420, 406–427.

Der elektrische Widerstand beträgt bei 25° für hartgezogenes Wolfram 6,2, für ausgeglühtes Wolfram 5,0 Mikrohms pro Kubikcentimeter.

Der Temperaturkoeffizient der elektrischen Leitfähigkeit beträgt zwischen 0–170°, 0,0051 pro 1°.

Der Wärmeausdehnungskoeffizient beträgt nur 336×10^{-8} ist also mehr als zweimal so klein wie der Wärmeausdehnungskoeffizient des Platins (884×10^{-8}).

Die Anwendungsmöglichkeiten für das dehnbare Wolfram sind auch recht vielfache, und es werden sich noch sicher viele neue finden. C. G. Fink erwähnt auf dem VIII. internationalen Kongreß für angewandte Chemie in Washington und Neu-York folgende Anwendungsgebiete: Wolfram für Platin als Material für elektrische Kontakte infolge seiner großen Härte, Wärmeleitfähigkeit und niederem Dampfdruck. Für Öfen zum Arbeiten bei sehr hohen Temperaturen, 1800° kann man leicht erreichen. Thermoelemente aus Wolfram-Molybdändraht. Normalgewichte, da es hohes spez. Gewicht besitzt und wegen der großen Härte nicht leicht zerkratzt und abgestoßen wird. Man kann dünne Drähte bis 0,005 mm Stärke ziehen, welche, da sie paramagnetisch und sehr widerstandsfähig sind, zum Aufhängen von Galvanometernadeln geeignet sind, oder wegen ihrer großen Feinheit als Fadenkreuze für Fernrohre zu benutzen sind. Auch für Federn in elektrischen Meßinstrumenten und Taschenuhren usw.

Wir sehen nun, daß der Erfolg, der sich durch die mechanische Behandlung des Wolframs in der Wärme erzielen ließ, ein sehr großer ist. Wir wollen nun untersuchen, inwieweit dieses Verfahren patentfähig ist.

Das Problem, Versuche und Patente, Wolfram durch Hämmern, Walzen und Ziehen auf Draht zu bearbeiten, waren schon lange vorher bekannt. Die Firma Siemens & Halske in Berlin hatte beim Ziehen von Tantal draht große Erfahrung auf diesem Gebiete der Metallbearbeitung, und sie war auch die erste, die mit den vielen Vorurteilen, welche gegen die Anwendung von gezogenem Wolframdraht sprachen, gebrochen hat. Sie erhielt auch Patente zum Ziehen von Wolframdraht sowohl aus geschmolzenen wie gesinterten Wolframstäben¹²⁾.

Die British Thomson Houston als Vertreterin der G. E. C. in Amerika beschreibt in zwei britischen Patentschrif-

¹¹⁾ Vortrag, gehalten anlässlich der 17. Generalversammlung der Americ. El. Chem. Soc. in Pittsburg am 5./5. 1910.

¹²⁾ D. R. P. 169 928, vom 30./7. 1904, und E. P. 3174, 1907.