

ausdrücklich im drittletzten Absatz meines oben abgedruckten Aufsatzes aus 1918 hervorgehoben. Wir müssen uns nunmehr mit größter Energie an die Arbeit machen, auch wenn wir wissen, daß es viele Jahre dauern wird, bis wir endlich einem Teil der jungen Kollegen geholfen haben werden. Wir dürfen auch nicht den Zweifel aufkommen lassen, ob es uns gelingt, die maßgebenden Kreise zu überzeugen, daß die Anstellung von Chemikern ihnen Nutzen bringt. Wir müssen zahlenmäßig beweisen, was an Gewinn oder Ersparnissen zu erzielen möglich ist, diese Zahl immer wieder eindringlich den Interessenten vor Augen führen, mit ihnen beraten, wie sie sich am besten organisieren, um das Wissen der Chemiker für ihr Gewerbe nutzbar zu machen. Wir werden wahrscheinlich auch dahin kommen, den Bildungsgang der Chemiker neuen Erfordernissen anzupassen.

Wer Besseres weiß, der mache sofort seinen Vorschlag, denn Eile tut not! Wer einen guten Kern in meinen Gedanken findet, der spinne sie weiter und verbessere sie, aber schleunigst! Wer Zweifel hegt, komme damit heraus, daß man sie prüfe, den Vorschlag verbessere oder ändere oder die Zweifel beseitige, aber umgehend, denn es ist schon kostbare Zeit verloren. Niemand denke, ach, es nütze ja doch nichts, denn solche Gedanken sind ein Verbrechen an den Stellenlosen. Es wird diesen in ihren Leiden zunächst wenigstens ein Trost sein, zu wissen, daß ihre glücklicheren Kollegen sich die Köpfe zerbrechen, wie ihnen geholfen werden könne. Wir können es dem Leiter unserer Stellenvermittlung auch nicht länger zumuten, daß er nur einen versorgt und 199 mit Achselzucken wieder fortschickt. Auch er muß sehen, daß wir alle, der ganze Verein deutscher Chemiker, hinter ihm stehen, die Not zu lindern! Das Negative der Warnung muß ergänzt werden durch positive Arbeit.

März 1925.

[A. 55.]

Über neue Wege der Gaswaschung.

Von G. WEISSENBERGER und F. SCHUSTER.

Aus dem 2. chemischen Institut der Universität Wien.

(Eingeg. 31./12 1924.)

Vor etwa 9 Jahren hat Bréga¹⁾ erstmalig die Beobachtung gemacht, daß Kresol ein ausgezeichnetes Mittel darstellt, um Dämpfe von Alkohol, Äther und Aceton aus Gemischen mit Luft zu absorbieren und auf diese Weise zurückzuhalten oder in weiterer Folge in flüssiger Form wiederzugewinnen. Die vorzüglichen Resultate, welche mit dem Verfahren in der Pulverindustrie²⁾, der Kunstseideerzeugung³⁾ und in ähnlichen Betriebszweigen erhalten wurden, waren die Veranlassung, es auch auf die Gaswaschung in Gasfabriken⁴⁾, Kokereien und verwandten industriellen Produktionsstätten anzuwenden. Die Erfahrung hat nun gezeigt, daß die Ergebnisse der Kresolwaschung bei den aromatischen und aliphatischen Kohlenwasserstoffen zwar nicht ungünstig sind, aber dennoch nicht denen bei Alkohol, Äther oder verwandten organischen Stoffen entsprechen.

Um diesen scheinbaren Widerspruch aufzuklären, hat der eine von uns⁵⁾ mit einer Reihe von Mitarbeitern

Untersuchungen angestellt, welche ergaben, daß die intensive Waschwirkung des Kresols darauf beruht, daß Substanzen vom chemischen Charakter der Phenole mit Stoffen vom chemischen Charakter der Alkohole, Äther, Ketone usw., Molekülverbindungen eingehen. Da diese lockeren Komplexe durch entsprechende Wärmezufuhr leicht wieder zerlegt werden, kann man die absorbierten Stoffe ohne Schwierigkeit in reiner Form zurückgewinnen.

Die Gesichtspunkte, welche anlässlich der Studien an den Kresolen als Waschmittel gewonnen wurden, sind nun einer weit allgemeineren Anwendbarkeit fähig, und in deren Auswertung wurde vor kurzer Zeit das Tetrahydronaphthalinverfahren zur Auswaschung von Kohlenwasserstoffdämpfen aus Gemischen mit Gasen angegeben⁶⁾.

Für die theoretische Verwendbarkeit einer Flüssigkeit als Absorptionsmittel kommen drei Faktoren in Betracht: 1. ihre Flüchtigkeit oder ihr Siedepunkt; 2. die Lösungsgeschwindigkeit des zu absorbierenden Dampfes in ihr oder die Kontaktdauer; 3. ihre Beladbarkeit oder die Absorptionsfähigkeit. Dazu kommt noch praktisch als vierter Faktor der Preis. Unter den Absorptionsmitteln, welche hinsichtlich der ersten drei Bedingungen genügend entsprechen, wird man praktisch nach dem vierten Gesichtspunkt auswählen.

Im Betriebe sind zwei Verlustquellen für das Absorptionsmittel gegeben. Einerseits löst es sich, wenn auch nur sehr wenig, in den Gasen, andererseits kann es mit Wasserdampf bei der Destillation übergehen. Wiewohl man die in den Gasen gelösten Mengen durch geeignete Einrichtungen zurückhalten kann und ebenso die mit dem Wasserdampf mitgehenden Teile in Abscheidern wieder gewinnt, ist es doch zweckmäßig, das Auftreten solcher Verluste überhaupt zu vermeiden, indem man ein Absorptionsmittel von möglichst geringer Flüchtigkeit wählt.

Der Verwendung von Tetrahydronaphthalin setzt sein Preis keine großen Schwierigkeiten entgegen, und seine Flüchtigkeit ist in Anbetracht des hohen Siedepunktes sehr gering. Auch mit Wasserdampf ist es nur schwierig überzutreiben. Bezüglich des ersten und vierten Faktors liegt daher beim Tetrahydronaphthalin kein Hindernis vor.

Von wesentlicher Bedeutung für den Absorptionsvorgang und bisher viel zu wenig untersucht ist die Geschwindigkeit, mit welcher der zu absorbierende Dampf vom Absorptionsmittel aufgenommen wird. Der praktische Ausdruck hierfür ist die Kontaktdauer, welche erforderlich ist, um eine vollständige Absorption zu gewährleisten. Diese Lösungsgeschwindigkeit kann außerordentlich verschieden sein. Es ist eine bekannte Tatsache, daß sich Dämpfe von Schwefeltrioxyd am besten in 92%iger Schwefelsäure lösen, weniger gut in verdünnter Säure oder in Wasser, wiewohl die chemische Verwandtschaft zum Wasser groß ist. Ebenso lösen sich Dämpfe von Methyl- und Äthylalkohol nur schlecht in Wasser, trotzdem die betreffenden Flüssigkeiten mit Wasser in jedem Verhältnis mischbar sind. Die Kontaktdauer hängt also nicht allein von dem chemischen Verhältnis der beiden Stoffe ab, sie umschließt vielmehr noch eine Reihe wenig bekannter Umstände, unter denen zweifellos die Grenzflächenspannung zwischen dem Dampf und der Flüssigkeit eine große Rolle spielt. Aus diesem Grunde läßt sich die Lösungsgeschwindigkeit im vorliegenden Falle auch nicht einfach durch die bekannte Differentialgleichung ausdrücken, welche die in jedem Zeitabschnitt gelöste Menge proportional dem Konzentrationsgefälle setzt. Die chemische Verwandtschaft des zu absorbierenden Dampfes zum Absorptionsmittel ist

¹⁾ F. P. Nr. 502 957 vom 8. 7. 1916.

²⁾ Z. B. in der englischen Pulverfabrik Gretna, usw.

³⁾ Es sei auf die Kunstseidefabrik Obourgh (Belgien) hingewiesen, die täglich mehr als 12 000 kg Alkohol und Äther zurückgewinnt.

⁴⁾ Gas- und Wasserfach 65, Heft 3 [1922]; Kunststoffe 13, Heft 4 [1923].

⁵⁾ Kunststoffe 14, Heft 3 [1924]; Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wissensch. 133, 187 [1924]; Monatshefte f. Ch. 45, Heft 5 u. 6 [1924]; usw.

⁶⁾ Ö. P. Nr. 96 149; D. R. P. Nr. 387 583 usw.

also nach den eingangs angeführten Untersuchungen eine erwünschte Voraussetzung für eine gute Absorption, sie genügt aber nach den eben gemachten Ausführungen nicht allein, um die Kontaktdauer hinreichend kurz zu machen. Dazu müssen die Grenzflächenspannungsverhältnisse günstig liegen.

Eine geringe Kontaktdauer zwischen den zu absorbierenden Dämpfen und dem Absorptionsmittel ist für die Konstruktion der Rückgewinnungsapparate wichtig. Je kleiner sie ist, desto weniger Reaktionsraum braucht man, und desto geringere Dimensionen können die Apparate aufweisen. Wenn hingegen die Lösungsgeschwindigkeit klein ist, sind lange Gas- und Flüssigkeitswege erforderlich, um eine möglichst vollständige Auswaschung zu erzielen, und die Apparatur nimmt bedeutende Dimensionen an.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß zwei Stoffe, falls man von chemischen Reaktionen absieht, einander um so leichter lösen, je ähnlicher sie in chemischer Beziehung sind. Dank seiner Konstitution nimmt nun das Tetrahydronaphthalin eine Mittelstellung zwischen den aromatischen Kohlenwasserstoffen und den sich wie die aliphatischen Körper verhaltenden gesättigten Ringsystemen ein. Es sind daher die Voraussetzungen zu einer guten Absorption der aromatischen Kohlenwasserstoffe, insbesondere des Benzols, und der aliphatischen Kohlenwasserstoffe, insbesondere des Benzins, gegeben. Dazu kommt weiter, daß die Grenzflächenspannungen des Dampfes von Benzol sowie seinen Homologen und des Dampfes der gesättigten aliphatischen Kohlenwasserstoffe gegen flüssiges Tetrahydronaphthalin gering sind. Das Tetrahydronaphthalin ist daher auch in bezug auf den zweiten, eingangs erwähnten Faktor ausgezeichnet geeignet, als Absorptionsmittel für Benzol und Benzin zu dienen.

Es bleibt nun schließlich noch die Beladbarkeit zu prüfen. Sie hängt in erster Linie von der Art ab, in der sich die beiden Substanzen, der zu absorbierende Stoff und das Absorptionsmittel, beeinflussen. Je stärker positiv sich diese Beeinflussung äußert, je mehr also der Charakter einer chemischen Bindung gegeben ist, desto größer ist die Aufnahmefähigkeit. In diesem Umstand ist der Grund zu suchen, aus welchem z. B. Kresol so große Mengen von Äther aufzunehmen vermag, trotzdem diese Substanz so leicht flüchtig ist. Je geringer hingegen die Beeinflussung ist, desto weniger vermag das Absorptionsmittel aufzulösen; im Grenzfall tritt bloß physikalische Lösung ein und bei negativer Beeinflussung kann auch diese behindert werden.

Von der Beladbarkeit hängt die Flüssigkeitsmenge ab, die man in den Apparaten zirkulieren lassen muß. Bezieht man sich auf die Mengeneinheit, z. B. auf 1 kg des zu absorbierenden Stoffes, so ergibt sich klar, daß bei einer Beladbarkeit von 5 % 20 kg, bei einer solchen von 10 % hingegen nur 10 kg des Absorptionsmittels erforderlich sind. Im ersten Fall ist mehr Heizdampf aufzuwenden, da zur Austreibung der gleichen Menge des absorbierten Stoffes die doppelte Menge des Absorptionsmittels auf die Spalttemperatur zu erwärmen ist, und analog liegen die Verhältnisse bei den übrigen Anteilen der Betriebskosten. Wenn man für einen bestimmten Absorptionszweck nur eine geringe Flüssigkeitsmenge aufzuwenden braucht, verringert sich das Volumen der Apparate, der Stromverbrauch für die Zirkulationspumpen wird kleiner, der Verbrauch an Heizdampf und Kühlwasser sinkt, die Betriebskosten gehen zurück. Je höher also die Beladbarkeit ist, desto günstiger arbeitet, sonst gleiche Verhältnisse vorausgesetzt, das Verfahren.

Die Beladbarkeit oder die Absorptionsfähigkeit wird am besten durch Dampfdruckbestimmungen festgelegt. In einem System, das aus einer leichtflüchtigen und einer schwerflüchtigen Flüssigkeit besteht, herrscht Gleichgewicht, wenn der Partialdruck der flüchtigen Komponente in der flüssigen Mischung gleich ist dem Partialdruck dieses Stoffes im Dampfraum. Ist der Partialdruck in der flüssigen Phase kleiner, so wird diese weitere Mengen des Dampfes absorbieren bis die Gleichheit der Drucke erreicht ist. Dem Gleichgewicht entspricht also ein bestimmter Gehalt an dem zu absorbierenden Stoff im Gasraum und in der Absorptionsflüssigkeit, den man im ersten Fall in Gramm pro Kubikmeter, im zweiten Fall in Gewichtsprozenten auszudrücken pflegt. Durch Eintragen dieser Beziehung in ein Koordinatensystem er-

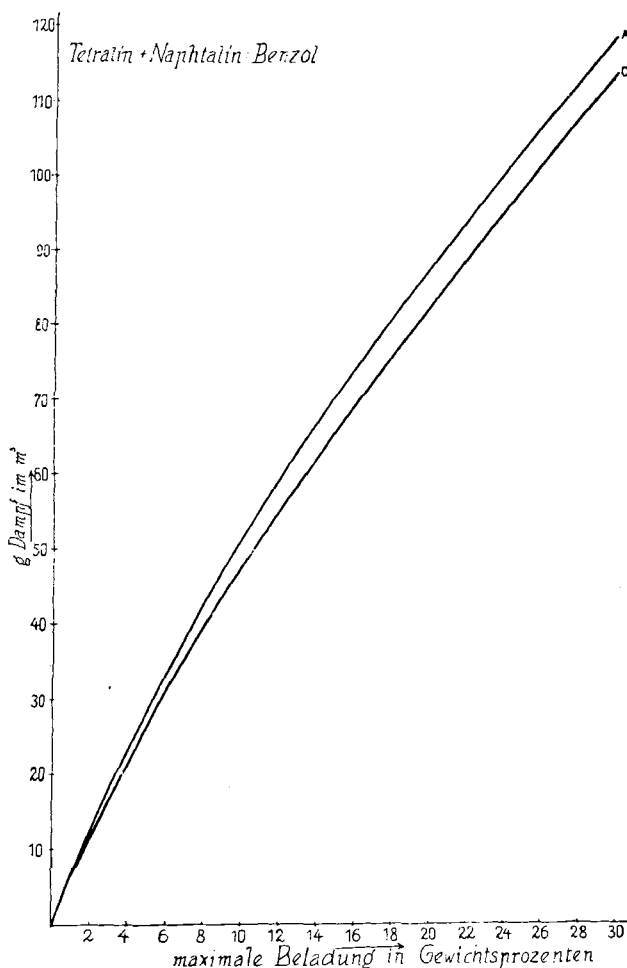


Fig. 1.

hält man die Beladungskurven, welche angeben, bis zu welchem Prozentsatz ein bestimmtes Absorptionsmittel bei gegebenem Gehalt des Gases an dem zu absorbierenden Stoff beladen werden kann. Diese Kurven bilden eine wichtige Konstruktionsgrundlage.

Die Beladungskurve des Systems Tetrahydronaphthalin-Benzol ist in obenstehender Fig. 1 wiedergegeben und mit A bezeichnet.

Die Werte beziehen sich auf 20° und 760 mm Quecksilber. Das Tetrahydronaphthalin nimmt, wie man sieht, sehr beträchtliche Mengen von Benzol auf. Die Beladbarkeit ist also sehr günstig.

Die Gase, aus denen das Benzol entzogen werden soll, enthalten aber mitunter noch größere Mengen von Naphthalin, und es erhebt sich die Frage, ob eine Anreicherung des Naphthalins im Absorptionsmittel nicht

etwa dessen Absorptionskraft schwächen oder vernichten würde.

Die Versuche, welche zur Aufklärung dieser Frage unternommen wurden, ergaben die in nachstehender Tabelle 1 auszugsweise wiedergegebenen Werte.

Tabelle 1.

System	Gewichtsteile		Gramm Benzol pro Kubikmeter Gas im Gleichgewicht
	Naphthalin	Benzol	
auf 100 Gewichtsteile d. Lösung			
A		10	51,6
		20	87,4
		30	118,4
B	5	10	49,4
	5	20	84,1
	5	30	117,3
C	10	10	47,8
	10	20	82,7
	10	30	113,7
D	15	10	49,0
	15	20	84,5
	15	30	116,3
E	20	10	49,2
	20	20	85,2
	20	30	116,5

Systeme mit 25 % Naphthalin konnten nicht mehr hergestellt werden, da die Löslichkeit von Naphthalin in Tetrahydronaphthalin nicht groß genug ist.

Die Betrachtung der Tabelle zeigt sogleich das überraschende Resultat, daß ein Gehalt an Naphthalin im Tetrahydronaphthalin dessen Absorptionsfähigkeit nicht nur nicht herabsetzt, sondern sogar erhöht. Die Beladbarkeit nimmt anfänglich zu, sinkt aber dann wieder mit steigendem Naphthalingehalt, so daß es ein optimales Mischungsverhältnis gibt, für welches die Absorptionskraft am größten ist. Sämtliche Lösungen von Naphthalin in Tetrahydronaphthalin absorbieren besser als reines Tetrahydronaphthalin; allerdings ist der Unterschied nicht sehr groß. Die günstigste Mischung liegt ungefähr im System C vor. In Tabelle 1 stellt die Kurve C die Beladungslinie für das System C dar. Alle übrigen Beladungskurven liegen zwischen A und C, welche die beiden Grenzwerte für Benzol darstellen. Die Auflösung von Naphthalin aus den Gasen übt also keinen nachteiligen Einfluß auf die Absorptionsfähigkeit des Tetrahydronaphthalins aus.

Die Beladungskurven der Systeme, welche Tetrahydronaphthalin mit den Benzinen bildet, sind in Fig. 2 angedeutet.

Da das Benzin keine chemisch definierte Substanz darstellt, können die Werte keinen Anspruch auf allgemeine Geltung erheben und sind mehr zu dem Zwecke festgehalten, um eine relative Beurteilung der hier obwaltenden Verhältnisse zu gestatten. Die den Kurven beigesetzten Ziffern geben das spezifische Gewicht des betreffenden Benzins an, auf das sich die Kurve bezieht. Die verwendeten Benzine wiesen ziemlich enge Siedegrenzen auf.

Wie man an dem Schaubild leicht erkennt, zeigt Tetrahydronaphthalin gegenüber Petroläther vom spezifischen Gewicht 0,640—0,650 eine geringere Absorptionskraft als gegen Leichtbenzin. Die Beladbarkeit steigt jedoch vom Petroläther angefangen mit zunehmendem spezifischen Gewicht anfänglich sehr rasch an, nimmt später langsamer zu und bei den Leichtbenzinen ist die Zunahme mit steigender Dichte nur mehr gering. In Fig. 2 sind zur Darstellung dieser Verhältnisse die Beladungskurven für Benzine vom spezifischen Gewicht 0,715 bis

0,720 und 0,720—0,730 wiedergegeben. Man erkennt, daß die beiden letztgenannten Kurven bereits nahe beieinander liegen, während sie von der Kurve des Petroläthers weit abweichen. Die Kurven der Leichtbenzine zwischen den angegebenen Werten der Dichte liegen fächerförmig innerhalb der gezeichneten Kurven verteilt, wobei sie gegen den Petroläther zu immer weitere Öffnungswinkel aufweisen, während sie sich gegen die Leichtbenzine immer dichter drängen. Einige der experimentell bestimmten Punkte der Kurven sind in nachstehender Tabelle 2 zusammengestellt.

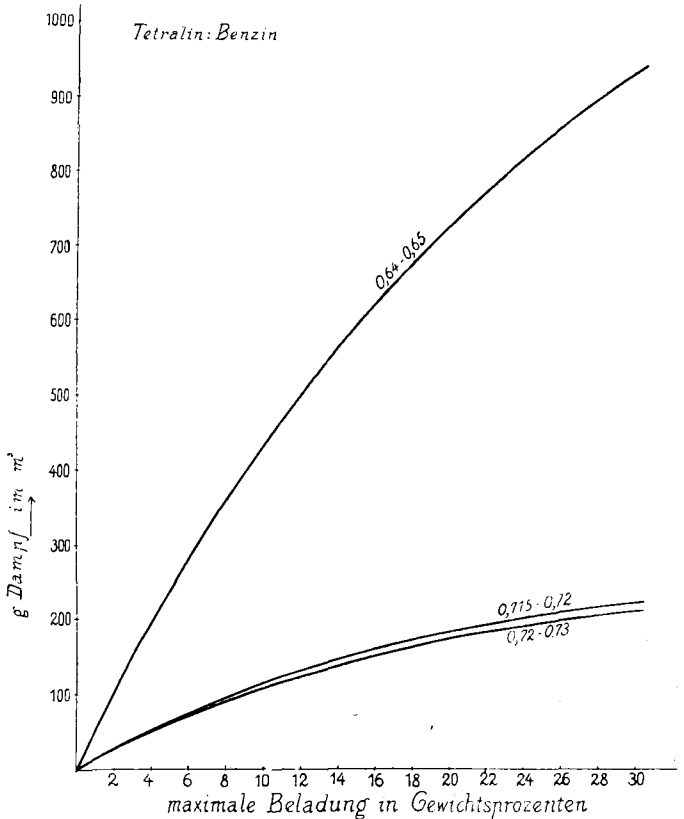


Fig. 2.

Tabelle 2.

System	Benzingehalt des Absorptionsmittels in Gewichtsprozenten	Gramm Benzin pro Kubikmeter Luft
A sp. G. 0,64—0,65	10	433,2
	20	728,5
	30	928,3
B sp. G. 0,715—0,720	10	114,0
	20	180,9
	30	221,1
C sp. G. 0,720—0,730	10	109,7
	20	173,7
	30	209,6

Die Figg. 1 und 2 zeigen, daß Tetrahydronaphthalin auch in bezug auf den eingangs erwähnten dritten Faktor ein ausgezeichnetes Absorptionsmittel für Benzol und Benzin darstellt. Es erfüllt somit für aromatische und aliphatische Kohlenwasserstoffe alle oben aufgestellten Forderungen, denen ein Absorptionsmittel nach den modernen Anschauungen genügen muß.

Die praktische Prüfung in bezug auf die Gewinnung von Gasolin aus Erdgas hat das Tetrahydronaphthalinverfahren in Polen bestanden⁷⁾, in bezug auf die Darstellung von Benzol aus Kokereigasen in Nieder-

⁷⁾ Petroleum 20, Nr. 33 [1924]...

schlesien^{*)}). Auch in der Kautschukindustrie ist es bereits eingeführt.

Die vorteilhaften Eigenschaften, welche das Tetrahydronaphthalin gegenüber den Kohlenwasserstoffen geltend macht, haben den Versuch veranlaßt, es auch zur Waschung von Gasen zu verwenden, die Schwefelkohlen-

waschen, in denen Streichmaschinen, Mischer und Lösegefäße, Tauchapparate, Kalander und ähnliche Einrichtungen aufgestellt sind. Dabei wird der flüchtige Stoff nicht nur vollständig zurückgehalten, sondern auch leicht und einfach in flüssiger Form abgeschieden. [A. 1.]

Die Gewinnung von Äthylen für die Darstellung von Äthylenbromid aus Äthylalkohol nach dem Kontaktverfahren.

Von Dr. WILHELM KESTING.

Aus dem Chemischen Institut der Universität Münster (Westf.).

(Eingeg. 23./12. 1924.)

Die übliche Methode zur Gewinnung von Äthylen für die Herstellung von Äthylenbromid beruht auf der Wasserentziehung aus Äthylalkohol mittels konzentrierter Schwefelsäure, die auf 160–170° erhitzt ist. In den Anleitungen zur Darstellung organischer Präparate von Vanino, Henle, Gattermann u. a., wie sie in den Laboratorien gebraucht werden, findet sich ausschließlich dieses von Erlenmeyer und Bunte¹⁾ zuerst ausgearbeitete Verfahren näher beschrieben. Die Methode ist weder rationell, noch eignet sie sich zur Herstellung größerer Mengen von Äthylen. Eine beträchtliche Menge des Alkohols wird bei der Reaktion nicht in Äthylen, sondern in Äther übergeführt, ein weiterer Teil des Alkohols destilliert unzersetzt in die vorgelegten Waschflaschen und geht so für die Reaktion verloren. Seine Rückgewinnung ist erschwert, weil er durch große Mengen schwefliger Säure, die bei der Reaktion aus Schwefelsäure gleichzeitig gebildet wird, stark verunreinigt ist. Dazu kommen noch die Übelstände, daß leicht Verkohlungen im Reaktionskolben eintritt, wenn die Temperatur nicht genau innegehalten wird, daß mitunter trotz angewandter Vorsichtsmaßregeln starkes Schäumen der Reaktionsflüssigkeit den glatten Verlauf der Reaktion hinderlich beeinflußt, und schließlich, daß bei Erschöpfung der vorgeschalteten Mengen Natronlauge schweflige Säure leicht in das Brom mitgerissen wird und einen Teil desselben zu Bromwasserstoff reduziert. Die Ausbeute an Äthylenbromid beträgt durchschnittlich nur 20–25 % der Theorie, berechnet auf die absolute Gewichtsmenge des verbrauchten Alkohols.

Wenig in den Laboratorien bekannt und in Anwendung scheint die Herstellung von Äthylen aus Alkohol nach dem Kontaktverfahren zu sein. Das Verfahren beruht darauf, daß in Gegenwart verschiedener Metalloxyde oder von Ton bei höherer Temperatur Alkohol sehr leicht Wasser abspaltet. Je nach der Natur des Katalysators und der Versuchstemperatur kommt es bei dieser Reaktion zur Bildung von Äthylen oder Äther, unter Umständen auch zur Dehydrierung des Alkohols. Im letzteren Falle tritt als Hauptprodukt Acetaldehyd und eine äquivalente Menge Wasserstoff auf, der Aldehyd zerfällt seinerseits zum Teil weiter in Methan und Kohlenmonoxyd. Ipatiew²⁾ hat als Erster diese pyrogenen Umwandlungen des Alkohols in Gegenwart von Katalysatoren genauer studiert. Er fand unter anderem, daß aus Alkohol in Gegenwart von Aluminiumoxyd fast ausschließlich Äthylen entsteht und kaum Nebenreaktionen auftreten. Von Sabatier³⁾ und Mailhe sind die Verhältnisse noch einmal eingehend untersucht worden. Sie fanden, daß unter 400° getrocknetes Aluminiumhydroxyd, ferner Tho-

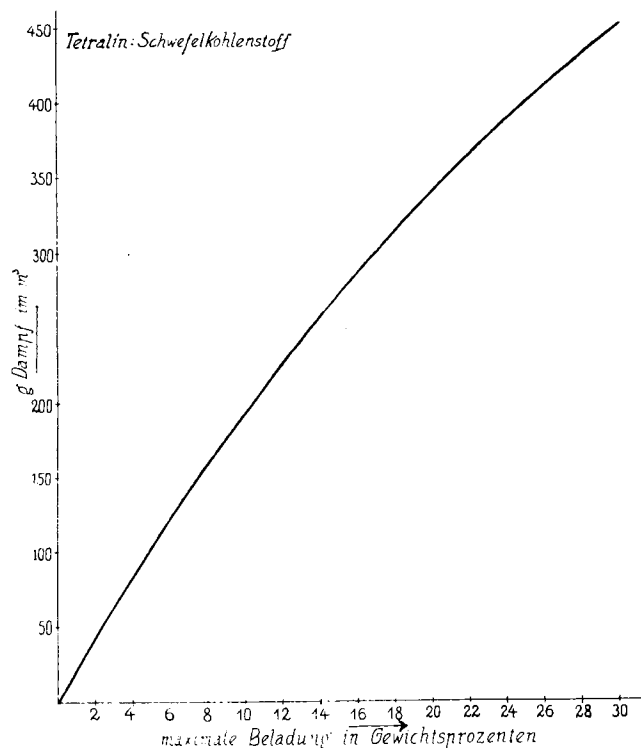


Fig. 3.

stoff enthalten. Für diese Substanz ist bisher kein brauchbares Absorptionsmittel gefunden worden. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in Fig. 3 und in Tabelle 3 festgehalten.

Tabelle 3.

Gehalt des Absorptionsmittels an Schwefelkohlenstoff in Gewichtsprozenten	Gramme Schwefelkohlenstoff pro Kubikmeter Luft
10	191,9
20	339,8
30	450,5

Man sieht, daß Tetrahydronaphthalin auch bei der Aufnahme von Schwefelkohlenstoff nicht versagt, sondern günstige Resultate liefert, wenn auch die Beladbarkeit keine große ist.

Die Erfahrungen, welche mit Tetrahydronaphthalin gemacht worden sind, haben gezeigt, daß dieses Verfahren zur Rückgewinnung flüchtiger Stoffe sich in allen Betrieben mit großem Vorteil anwenden läßt, in denen aromatische oder aliphatische Kohlenwasserstoffe verdampft oder dampfförmig gewonnen werden. Wenn man von der Erdgasindustrie, der Kokerei und der Leuchtgasfabrikation als in sich geschlossenen Spezialgebieten absehen und diese einer gesonderten Besprechung vorbehalten will, so ist insbesondere auf das große und weitverzweigte Gebiet der Kautschukindustrie hinzuweisen. Der Umstand, daß das vorliegende Absorptionsverfahren vollständig unabhängig arbeitet von der Verdünnung der Dämpfe, die aufgenommen werden sollen, macht es besonders geeignet, die Abluft der Räume zu

^{*)} Eine bezügliche Veröffentlichung ist in Vorbereitung.

¹⁾ Ann. 168, 64 [1873] und 192, 244 [1878].

²⁾ B. 34, 3579 [1901]; B. 35, 1049 [1902]; B. 36, 1990 [1903].

³⁾ Sabatier, Die Katalyse in der organischen Chemie. Übersetzt von Finkelstein [1914].