

chen in Wasser auf. Diese nicht sehr stark verdünnte, schwach schwefelsaure Lösung wurde heiß mit Schwefelwasserstoff ausgefällt. Es entstand ein grünbrauner Niederschlag, der, mit Schwefelammonium behandelt, filtriert und ausgewaschen wurde. Im Filtrat konnte weder Arsen usw. noch, wie zu erwarten, Germanium nachgewiesen werden. Im Rückstand war weder Quecksilber noch Blei vorhanden. Dagegen entstand mit Ammoniak ein Niederschlag, in dem Indium scharf spektralanalytisch erkannt werden konnte. Durch das Funkenspektrum ward weiter Wismut festgestellt. Im Filtrat von Schwefelwasserstoffniederschlag waren keine seltenen Elemente mehr nachzuweisen.

Nun wurde die Verarbeitung der noch übrigen 240 g Hagendorfer Zinkblende in Angriff genommen, einer Menge, die immer noch sehr gering war und gegebenenfalls mit einer viel größeren Quantität wiederholt werden soll. Nach Arbeiten von Buchanan, L. M. Dennis und J. Papisch lässt sich Germanium als Chlorid durch Destillation mit Salzsäure von den übrigen Elementen (außer Arsen) leicht abtrennen. Darum wurden die 240 g Zinkblende mit 650 ccm konzentrierter Salzsäure (spez. Gew. = 1,18) in einem geeigneten Kolben der Destillation unterworfen. Nachdem 500 ccm unter guter Kühlung abdestilliert waren, wurde der Rückstand erneut mit 400 ccm konzentrierter Salzsäure versetzt, und es wurden wieder 300 ccm abdestilliert. Im Destillat war indessen kein Germanium nachzuweisen, was man nach den bisherigen Erfahrungen bei germaniumhaltigen Blenden erwarten konnte.

Der stark saure Destillationsrückstand wurde mit Wasser verdünnt und vom Ungelösten (in der Hauptsache Gangart) abfiltriert. Eine spektralanalytische Prüfung des Rückstandes ergab keine Anzeichen von Thallium. Die Lösung befreite man durch Eindampfen vom größten Teil der Salzsäure und hing einen Streifen vorher auf Abwesenheit von Indium geprüftes metallisches Zink hinein, wobei außer anderen Elementen, wie besonders Eisen, Indium und Thallium gefällt werden mußten.

Der nach einigen Tagen ausgeschiedene Metallschlamm wurde in Salpetersäure 1:1 gelöst, dann mit Schwefelsäure im Überschuß versetzt, und die Salpetersäure durch Eindampfen verjagt. Die teigartige Masse mit Wasser behandelt, setzte Bleisulfat ab. Die Lösung wurde nun mit überschüssigem Ammoniak versetzt, der entstehende Niederschlag filtriert und ausgewaschen. Das Filtrat war von geringen Mengen Kupfer schwach blau gefärbt. Der stark eisenhaltige Rückstand wurde in der gerade nötigen Menge Salzsäure gelöst, mit einem Überschuß von Natriumbisulfit versetzt und einige Zeit im Kochen erhalten. Dabei setzt sich ein feiner, weißer Niederschlag ab, der noch durch Eisen verunreinigt ist. Er enthält das Indium, das nun bequem durch Vergleich mit Kalibauischen Indiumsalz identifiziert werden konnte. Besonders die spektralanalytische Reaktion konnte durch Feststellung der Wellenlängen aller Linien gut durchgeführt werden. Eine Probe des Ammoniakniederschlags in Salzsäure gelöst und mit viel Wasser versetzt, schied einen weißen Niederschlag ab, der durch das Funkenspektrum als Wismut charakterisiert werden konnte.

Zum Nachweis von etwa vorhandenem Gallium wurde noch ein Teil des Filtrats vom Metallschlamm mit überschüssigem Ammoniak gefällt. Der stark eisenhaltige Niederschlag wurde in möglichst wenig Salzsäure gelöst und mit Sodalösung fraktioniert gefällt. Das Gallium müßte dann in der ersten Fraktion angereichert sein. Sie wurde in der gerade zureichenden Menge Schwefelsäure gelöst, abgedampft und mit Wasser ausgezogen. Der Auszug wurde mit Wasser stark verdünnt und gekocht, wobei Gallium als basisches Sulfat niedergeschlagen konnte. Der entstandene Niederschlag wurde nach der üblichen Vorbehandlung in Schwefelsäure gelöst und mit überschüssiger Natronlauge versetzt, wobei das Eisen niederfiel. Nachdem es abfiltriert war, wurde in das Filtrat Kohlensäure eingeleitet, um das Gallium zu fällen. Es schied sich aber auch nach längerem Stehen nichts aus. Ob Gallium in erheblich größeren Mengen Hagendorfer Zinkblende nachweisbar ist, müssen spätere Versuche ergeben.

Die Reihenfolge der Metalle ihrer Menge nach wäre die folgende: Außer Zink enthält die Blende erhebliche

Mengen von Eisen, dann folgen in weitem Abstand Blei und Wismut, dann wieder in einem Abstand Indium und Kupfer. Die Indiummenge kann man sicher auf weniger als 0,1 % schätzen.

Die Untersuchung wird mit größeren Mengen Hagendorfer Blende fortgesetzt und auf die Blende vom Hühnerkobel ausgedehnt.

[A. 192.]

## Untersuchung und Aufarbeitung von Braunkohlenteeren.

Aus dem Institut der Gesellschaft für Braunkohlen- und Mineralölorschung an der Technischen Hochschule Berlin.

Von Dr. WILH. FRANCKENSTEIN, Bochum.

(Eingeg. 16.6. 1924.)

Im Gegensatz zu Steinkohlenteeren, sei es aus einem Ver- oder Entgasungsvorgange herrührend, ist die laboratoriumsmäßige Aufarbeitung von Braunkohlenteeren häufig mit Schwierigkeiten verbunden. Infolge der außerdentlichen Neigung der Braunkohlenteere zu Emulsionsbildungen, bestehend aus Wasser, Teer und Flugstaub, und der äußerst schwierigen Auflösung dieser Emulsionen ist eine glatte Destillation, so wie man sie bei Steinkohlenhochtemperaturteeren gewöhnt ist, unmöglich. Es ist daher unerlässliche Bedingung, der Destillation eine Zerstörung der Emulsionen und eine daran anschließende Entwässerung vorzugehen zu lassen. Ich verweise hier auf die Arbeiten von Frank<sup>1</sup>), die fast stets zum gewünschten Ziele führten. Des öfteren haben wir auch das der Badischen Anilin- u. Soda-Fabrik patentierte Verfahren, nach dem die Behebung der Emulsionen mittels Natriumbisulfat vorgenommen wird, angewandt. Hierbei wurde aber festgestellt, daß ein Teil der labileren Kohlenwasserstoffe abgebaut wird, wenngleich die Scheidung bei gerade nicht allzu bössartigen Teeren relativ glatt gelang.

Die Untersuchung und Aufarbeitung erstreckt sich auf folgende Punkte:

1. Feststellung der physikalischen und chemischen Konstanten des Rohteeres,
2. Zerstörung der Emulsionen, gegebenen Falles Filtration und Entwässerung des Rohteeres,
3. Feststellung der physikalischen und chemischen Konstanten des gereinigten Teeres,
4. Destillation und damit Zerlegung des gereinigten Teeres in die einzelnen Inhaltsstoffe, deren Aufteilung möglichst den Produkten des Großbetriebes angepaßt wird. Diese Destillation wird entweder nach dem besonders von Frank ausgearbeiteten Verfahren unter Anwendung von Vakuum oder unter Verwendung von Wasserdampf vorgenommen, so daß sich als 4a Aufarbeitung mittels Vakuumdestillation und als 4b Aufarbeitung mittels Wasserdampfdestillation ergibt.

Die vor oder während der Aufarbeitung des Teeres zu bestimmenden Konstanten sind: Wasser, Asche, in Benzol oder Benzin unlösliches, Viscosität, spez. Gewicht, Gehalt an sauren Ölen, Flammpunkt, Brennpunkt, Stockpunkt, Elementarbestandteile, Heizwert, Schmelzpunkt von Pech und Paraffin und flüchtige Bestandteile des Blasenkoks.

### Beschreibung der Destillationsmethoden.

Die Vakuumdestillation nimmt man bei Anwendung von 1,5—2,0 kg entwässertem Teer am besten in einer Blase aus Gußeisen von etwa 5 l Inhalt vor, deren Deckel durch starke Klemmen angezogen werden kann. Als

<sup>1)</sup> Z. ang. Ch. 36, 141 [1923].

Dichtung benutzt man einen mit Wasser oder wenig Teer getränkten Asbestring. Die Temperatur wird durch zwei Thermometer gemessen, von denen das eine mittels mit Öl gefüllter Kupferhülse in den Teer eintaucht, während das andere sich im Destillataustrittsstutzen befindet. Als Destillatrohr verwendet man ein Glasrohr von 18 mm lichter Weite und etwa 150 cm Länge, da hierin das Auftreten von Harzen als rotbrauner Belag am besten erkannt und anderseits festwerdendes Paraffin leicht mit einem Bunsenbrenner zur Vorlage getrieben werden kann. Die mit Berieselung versehene Vorlage besteht zweckmäßig aus zwei untereinander durch einen Hahn verbundenen Gefäßen, damit man in der Lage ist, gegebenen Falles bereits während der Destillation bestimmte Fraktionen herauszunehmen. Hinter die Vorlage schaltet man einen Intensivkühler, um die leichtsiedenden Kohlenwasserstoffe möglichst zurückzuhalten, und läßt diesen in einen gekühlten Filtrierkolben münden, der mittels Sicherheitsflasche mit der Vakuumpumpe verbunden ist. Zwischen den beiden letzteren wird das Vakuummanometer eingeschaltet.

Man beginnt bei etwa 200 mm Vakuum die Destillation mit starker Beheizung des Deckels und des oberen Drittels der Blase, bis die Temperatur im oberen Teil etwa 125° ist. Erst wenn langsames Übergehen von leichten Ölen und etwas Wasser einsetzt, nimmt man mittels eines kleingestellten Brenners die Beheizung der Blase von unten vor. Nach einiger Zeit kann man dann mit dem Vakuum nach und nach höhergehen und auch von unten stärker heizen. Die Destillation ist zu unterbrechen, sobald im Anfang des Destillatohres ein rotbrauner Belag von Harzen sich niederzuschlagen beginnt. Im allgemeinen tritt dies bei einer Flüssigkeitstemperatur von etwa 345—355° und einer Teerdampftemperatur von etwa 300—325° ein. Nach Abkühlung unter Vakuum wird das in der Blase zurückgebliebene Pech gewogen und für die nunmehr vorzunehmende Krackdestillation in die Krackblase eingefüllt. Eine kleine Probe ist hier wie auch bei allen andern späteren Produkten für die zu bestimmenden Konstanten zurückzubehalten. Die Krackblase unterscheidet sich von der für die Vakuumdestillation benutzten durch ihre mehr schmale Form, um eine kräftige Durchheizung des Materials gewährleisten zu können. Sie hat etwa 2 l Fassungsraum und wird ungefähr bis zur Hälfte angefüllt. Der Deckel trägt ein etwa 30 cm langes und 20 mm weites Eisenrohr, an dem sich das Destillatrohr wie bei der Vakuumblase anschließt. Die mit Berieselung versehene Vorlage wird mittels doppelt durchbohrtem Stopfen am Destillatrohr befestigt; die zweite Durchbohrung dient zum Ableiten der Krackgase, welche entweder angezündet oder im Gasometer zwecks Analyse gesammelt werden. Thermometer sind nicht anzubringen. Die Krackdestillation wird ohne Vakuum unter normalem Drucke vorgenommen; auch hier wird zunächst kräftig der obere Teil und besonders das eiserne Steigrohr und erst darauf der Unterteil beheizt. Die Destillation muß sehr sorgfältig durchgeführt werden, da das Kracken oft mit so plötzlicher Wasserentwicklung verbunden ist, daß der ganze Blaseninhalt herausgeschleudert wird. Man destilliert so lange, bis kein Destillat mehr übergeht, und die Blase dunkelrotglühend ist. Nach Abnahme der Vorlage läßt man die Blase langsam erkalten und öffnet sie erst jetzt, da bei zu heißem Blasenkoks leicht Entzündungen eintreten können.

Es wird nun das Krackdestillat mit dem Vakuumdestillat vereinigt, gegebenen Falles unter Erwärmung, und darauf die Mischung entparaffiniert. Zu diesem

Zwecke wird sie schwach erwärmt, bis die Paraffine völlig geschmolzen sind, und mit der ungefähr gleichen Menge Aceton verrührt. Man läßt die Lösung langsam erkalten und stellt sie, sobald Zimmertemperatur erreicht ist, zunächst in kaltes Wasser und danach in eine Kältemischung, worin sie etwa 6 Stunden verbleibt. Die Paraffine sind in kaltem Aceton unlöslich und können daher durch Filtration von der Acetonlösung abgetrennt werden. Da sich kleinschuppige Paraffine häufig schwer abnutzen lassen, löst sich dabei oft infolge Erwärmung ein Teil derselben wieder im Aceton, so daß zwecks Entfernung der letzten Reste Paraffin die Auskühlung nochmals wiederholt werden muß. Zweckmäßig ist daher die Verwendung von mit Kältemischung gekühlten Nutschen. Das auf der Nutze befindliche Paraffin wird dann mit gekühltem Aceton zwecks Entfernung der anhaftenden Teeröle nachgewaschen. Nach Abdunstung des Acetons wird das Rohparaffin gewogen und die Bestimmung des Schmelzpunktes vorgenommen.

Das acetonhaltige entparaffinierte Teeröl wird nun sorgfältigst, zum Schluß im Vakuum, vom Aceton befreit und einer Destillation mit überhitztem Wasserdampf unterworfen. Man verfährt hierbei so, daß man die einzelnen Fraktionen der Reihe nach unter Benutzung von 200 ccm Meßzylindern aufbewahrt, die Destillation bei ungefähr 200° in der Flüssigkeit unterbricht und den Flammpunkt des Rückstandes, des Konzentrates, bestimmt. Man arbeitet auf einen Flammpunkt von etwa 150° hin und gibt je nach Bedarf, von der letzten Wasserdampffaktion anfangend, soviel zum Konzentrat hinzu, bis der erwünschte Flammpunkt erreicht ist. Der Rest der Wasserdampffaktionen stellt das Leichtöl dar. Da dieses noch die Phenole enthält, müssen dieselben mittels 10%iger Natronlauge entfernt werden; man erhält dann das Neutralöl. Wenn das Konzentrat auf Schmieröle weiterverarbeitet werden soll, muß auch hierbei eine Entphenolung vorgenommen werden.

Nach der oben unter 4b bezeichneten Methode der Aufarbeitung wird der gereinigte Teer sofort einer Destillation mit überhitztem Wasserdampf unterworfen, die bis zu einer Temperatur von etwa 200° in der Flüssigkeit getrieben wird. Man erhält dabei das mit Wasserdampf flüchtige Destillat und den nichtflüchtigen Rückstand. Das Destillat wird mit 10%iger Natronlauge entphenolt und darauf mit verdünnter Schwefelsäure von den Basen befreit; es resultiert das neutrale Leichtöl.

Dem nichtflüchtigen Rückstand wird unter Röhren so lange Schwerbenzin zugegeben, bis die Asphalte auszufallen beginnen, welche durch Filtration entfernt werden. Aus dem von den Asphalten befreiten Öl werden die Benzine sorgfältig durch Destillation entfernt; das asphaltfreie Öl wird mittels 10%iger Natronlauge entphenolt und durch verdünnte Schwefelsäure von den Basen befreit. Man bekommt so die phenol- und basenfreie Schmierölfraktion. Diese wird mit Aceton in der Kälte entparaffiniert.

Nachdem die Asphalte ebenfalls von anhaftenden Benzinen gereinigt sind, werden sie in einer Krackblase einer Krackdestillation unterworfen, wobei das Krackdestillat und als Blasenkoks erhalten werden. Das Krackdestillat wird nun mittels Aceton in der Kälte entparaffiniert und hierauf einer Wasserdampfdestillation unterworfen. Wir erhalten als Destillat ein Leichtöl und als Rückstand ein Konzentrat. Beide werden mit 10%iger Natronlauge entphenolt und ergeben schließlich, nachdem auch noch aus dem entphenolten Leichtöl die Basen entfernt sind, neutrales Leichtöl und phenolfreie Schmierölfraktion.

**Beispiel:**

Aussehen des Rohteeres: schwarzbraun und dickflüssig.  
Wassergehalt des Rohteeres: 52,38 %.  
Wassergehalt der Rohkohle: 52,1 %.

Ausbeute an wasserfreiem Teer aus der Kohle: 8 %.

Konstanten des wasserfreien Teeres.

Spezifisches Gewicht bei 20°: 1,024.

Viscosität bei 50°: 2,57.

Flammpunkt: 98°.

Brennpunkt: 123°.

Stockpunkt: +12°.

bezogen auf:	wasserhaltig	wasserfrei	trockene Kohle	trockene Kohle
Asphalt	2,3 %	4,83 %	0,38 %	0,80 %
Benzolunlösliches	2,67 %	5,61 %	0,44 %	0,47 %
Freier Kohlenstoff	1,68 %	3,54 %	0,28 %	0,30 %
Asche	0,14 %	0,30 %	0,002 %	0,02 %
Saure Öle	21,4 %	45,0 %		
Elementaranalyse:	C 78,4 %			
	H <sub>2</sub> 8,8 %			
	O <sub>2</sub> 8,5 %			
	S 3,6 %			
	N <sub>2</sub> 0,4 %			
	Asche 0,3 %			
	100,0 %			

Obere und untere Heizwerte, berechnet:

H<sub>o</sub> wasserfreier Teer 9159 WE  
H<sub>u</sub> " " 8684 WE  
H<sub>o</sub> wasserhaltiger Teer 6330 WE  
H<sub>u</sub> " " 5540 WE

Obere und untere Heizwerte im Calorimeter:

H<sub>o</sub> wasserfreier Teer 9290 WE  
H<sub>u</sub> " " 8815 WE

**Beispiel für die Vakuumdestillation:**

Angewandt wurden 2000 g entwässerter Braunkohlengeneratorenteer. Sie ergaben:

Vakuumdestillat	1290 g	→ 64,5 % vom Teer
Vakuumpech	660 g	→ 33,0 % " "
Verlust	50 g	→ 2,5 % " "
	2000 g	→ 100,0 % vom Teer

Die Krackdestillation ergab bei Anwendung von 520 g Vakuumpech:	520 g	→ 100,00 % → 33,00 % vom Teer
Krackdestillat	312 g	→ 60 % → 19,80 % vom Teer
Blasenkoks	140 g	→ 26,92 % → 8,89 % " "
Wasser	8 g	→ 1,54 % → 0,50 % " "
Gas (Verlust)	60 g	→ 11,54 % → 3,81 % " "
	520 g	→ 100,00 % → 33,00 % vom Teer

Die Gesamtmenge der vereinigten Destillate betrug 1686 g, d. i. 84,3 % vom Teer. Zur Entparaffinierung wurden 1030 g Öl und etwa 1500 g Aceton verwendet. Es wurden erhalten:	1030 g	→ 100,00 % → 84,30 % vom Teer
Entparaffiniertes Öl	900 g	→ 87,38 % → 73,56 % vom Teer
Rohparaffin	125 g	→ 12,14 % → 10,31 % " "
Verlust	5 g	→ 0,48 % → 0,48 % " "
	1030 g	→ 100,00 % → 84,30 % vom Teer

Zur Wasserdampfdestillation wurden 600 g entparaffiniertes Öl verwendet. Diese ergaben folgende Fraktionen:

-105°	42 ccm
105-150°	47 ccm
150-175°	78 ccm
175-190°	75 ccm
190-200°	67 ccm
200-220°	60 ccm
	369 ccm = 340 g

Demnach:

Leichtöl	340 g	→ 56,67 % → 41,69 % vom Teer
Konzentrat	260 g	→ 43,33 % → 31,87 % " "
	600 g	→ 100,00 % → 73,56 % vom Teer

300 g des Phenol enthaltenden Leichtöls wurden mit 10%iger Natronlauge entphenolt und ergaben:

Entphenoltes Leichtöl	220 g	→ 73,38 % → 30,56 % vom Teer
Reinigungsverlust	80 g	→ 26,62 % → 11,13 % " "
	300 g	→ 100,00 % → 41,69 % vom Teer

Die Siedeanalyse des entphenolten Leichtöls gab:  
Siedebeginn bei 73°

bis 100°	28 %	bis 160°	65 %
" 120°	45 %	" 180°	72 %
" 140°	53 %	" 200°	87 %

**Zusammenstellung der Konstanten der einzelnen Produkte.**

Tabelle I.

	Vakuum-destillat.	Vakuum-pech	Krack-destillat.	Koks	Vak.-u.Krack-destillat.	Entparaff. Öl	Rohparaff.	Konzentrat	Leichtöl	Entphenoltes Leichtöl
Spez. Gew.	0,935	0,855	0,913	0,947	0,975	0,920	0,878			
Visc. 50°	1,37°	1,5°	1,5°	1,4°	3,72	1,08				
Flammp.	80°	79°	82°	63°	154°	67°	65°			
Brennp.	110°	120°	108°	85°	179°	90°	89°			
Stockp.	+15°	+30°	+22°		+12	<-16°				
Saure Öle	33°	6°/o	23°/o	31°/o	25°/o	35°/o				
Benzolunl.		1,70°/o								
Asche		0,9°/o								
Erweichsp.		64°								
Schmelzp.										
Flücht. Bst.					30,12					

Der Teer ergab demnach bei seiner Aufarbeitung durch Vakuumdestillation:

Konzentrat	31,87 %
Leichtöl	41,69 % (entphenol: 30,56 %)
Blasenkoks	8,89 %
Rohparaffin	10,31 %
Verlust und Wasser	7,24 %
	100,00 %

Bei einer Teerausbeute von 8 % berechnen sich die Teerinhaltstoffe auf Kohle bezogen auf:

Konzentrat	2,55 %
Leichtöl	3,34 % (entphenol: 24,45 %)
Blasenkoks	0,71 %
Rohparaffin	0,82 %
Verlust und Wasser	0,58 %
	8,00 %

s. Tab. II, S. 881.

**Beispiel für die Wasserdampfdestillation.**

Angewandt wurden 2339 g wasserfreier Teer; diese ergeben bei der Destillation mit überhitztem Wasserdampf bis zu einer Endtemperatur von 210°:

Flüchtiges Destillat A	864 g	→ 36,93 % vom Teer
Nichtflüchtigen Rückstand	1475 g	→ 63,07 % " "
	2339 g	→ 100,00 % vom Teer

800 g des Destillates wurden entphenolt und ergaben:

Entphenoltes Leichtöl A	613 g	→ 76,62 % → 28,29 % vom Teer
Phenole	175 g	→ 21,88 % → 8,08 % " "
Verlust	12 g	→ 1,50 % → 0,56 % " "
	800 g	→ 100,00 % → 36,93 % vom Teer

Zur Entfernung der Basen wurden 600 g des entphenolten Leichtöls verwendet:

Neutrales Leichtöl A	564 g	→ 94,00 % → 26,57 % vom Teer
Basen	22 g	→ 8,67 % → 1,07 % " "
Verlust	14 g	→ 2,33 % → 0,65 % " "

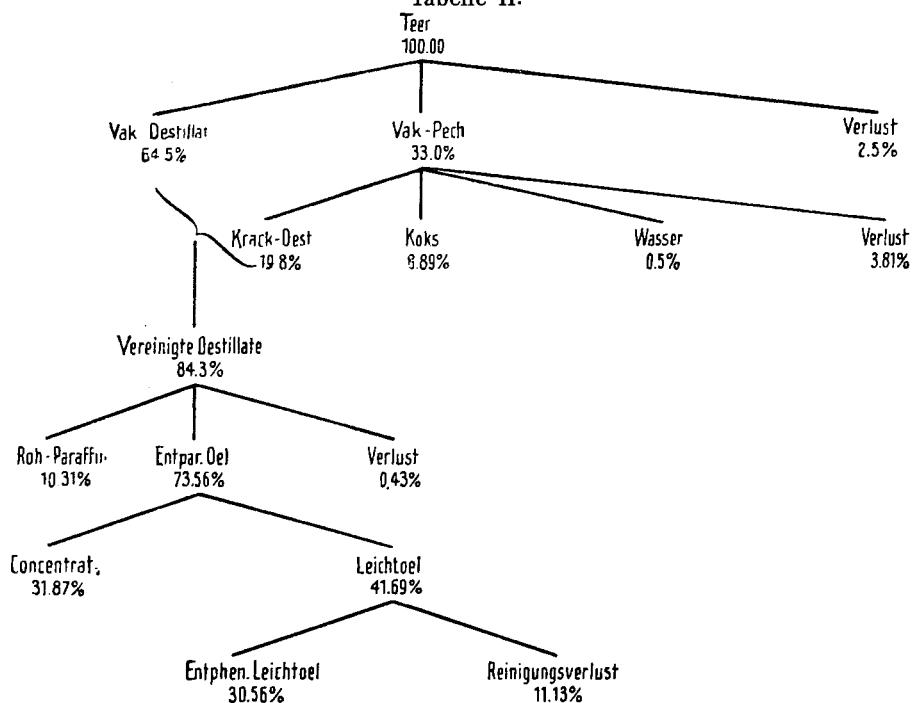
600 g → 100,00 % → 28,29 % vom Teer

Zur Entfernung der Asphalte aus dem nichtflüchtigen Rückstand wurden 1430 g angewandt. Es wurden daraus erhalten:

Asphalte	508 g	→ 35,18 % → 22,21 % vom Teer
Öl B	900 g	→ 62,94 % → 39,72 % " "
Verluste	27 g	→ 1,88 % → 1,14 % " "

1430 g → 100,00 % → 63,07 % vom Teer

Tabelle II.



850 g von Öl B wurden mittels 10%iger Natronlauge entphenolt und ergaben:

Entphenoltes Öl B . . . 780 g → 91,77 % → 36,47 % vom Teer  
 Phenole . . . . . 62 g → 7,29 % → 2,89 % „ „  
 Verlust . . . . . 8 g → 0,94 % → 0,36 % „ „

850 g → 100,00 % → 39,72 % vom Teer

750 g des entphenolten Öles B wurden mit verdünnter Schwefelsäure von den Basen befreit und ergaben:

Neutrales Öl B . . . 740 g → 98,67 % → 35,99 % vom Teer  
 Basen . . . . . 8 g → 1,07 % → 0,39 % „ „  
 Verlust . . . . . 2 g → 0,26 % → 0,09 % „ „

750 g → 100,00 % → 36,47 % vom Teer

700 g vom Neutralöl B wurden mittels Aceton in der Kälte entparaffiniert:

Entparaffin. Neutralöl B 505 g → 72,14 % → 25,96 % vom Teer  
 Rohparaffin . . . . . 180 g → 25,72 % → 9,26 % „ „  
 Verlust . . . . . 15 g → 2,14 % → 0,77 % „ „

700 g → 100,00 % → 35,99 % vom Teer

450 g Asphalte wurden in der Krackblase gekracht. Sie ergaben:

Krackdestillat . . . . 185 g → 41,11 % → 9,13 % vom Teer  
 Blasenkoks . . . . . 190 g → 42,22 % → 9,38 % „ „  
 Verlust (Gasu. Wasser) 75 g → 16,67 % → 3,70 % „ „

450 g → 100,00 % → 22,21 % vom Teer

150 g des Krackdestillates wurden mittels Aceton in der Kälte entparaffiniert:

Entparaffiniertes Öl C . 95 g → 63,34 % → 5,78 % vom Teer  
 Rohparaffin . . . . . 50 g → 33,33 % → 3,04 % „ „  
 Verlust . . . . . 5 g → 3,33 % → 0,31 % „ „

150 g → 100,00 % → 9,13 % vom Teer

80 g entparaffiniertes Öl C wurden einer Wasserdampfdestillation unterworfen:

Leichtöl C . . . . . 25 g → 31,25 % → 1,82 % vom Teer  
 Konzentrat C . . . . . 55 g → 68,75 % → 3,96 % „ „  
 80 g → 100,00 % → 5,78 % vom Teer

25 g Leichtöl C wurden entphenolt:

Entphenoltes Leichtöl C 22 g → 88,00 % → 1,60 % vom Teer  
 Phenole . . . . . 3 g → 12,00 % → 0,22 % „ „  
 25 g → 100,00 % → 1,82 % vom Teer

Aus den 22 g entphenoltes Leichtöl C wurden die Basen entfernt:

Neutralöl C (Leichtöl) . 20 g → 90,91 % → 1,45 % vom Teer  
 Basen . . . . . 2 g → 9,09 % → 0,15 % „ „  
 22 g → 100,00 % → 1,60 % vom Teer

55 g Konzentrat wurden entphenolt:

Phenolfr. Konzentrat C 40 g	→ 72,73 %	→ 2,88 % vom Teer
Phenole . . . . . 13 g	→ 23,63 %	→ 0,94 % „ „
Verlust . . . . . 2 g	→ 3,64 %	→ 0,14 % „ „
		55 g → 100,00 %
		→ 3,96 % vom Teer

Die 40 g phenolfreies Konzentrat C wurden von den Basen befreit:

Neutrales Konzentrat C 37 g	→ 92,50 %	→ 2,66 % vom Teer
Basen . . . . . 3 g	→ 7,50 %	→ 0,22 % „ „
		40 g → 100,00 %
		→ 2,88 % vom Teer

Die Siedeanalyse der vereinigten neutralen Leichtöle gab:  
 Siedebeginn bei 64°

bis 100° . . . . . 38 %		bis 160° . . . . . 74 %
“ 120° . . . . . 52 %		“ 180° . . . . . 81 %
“ 140° . . . . . 61 %		“ 200° . . . . . 94 %

Zusammenstellung der Konstanten der einzelnen Produkte.

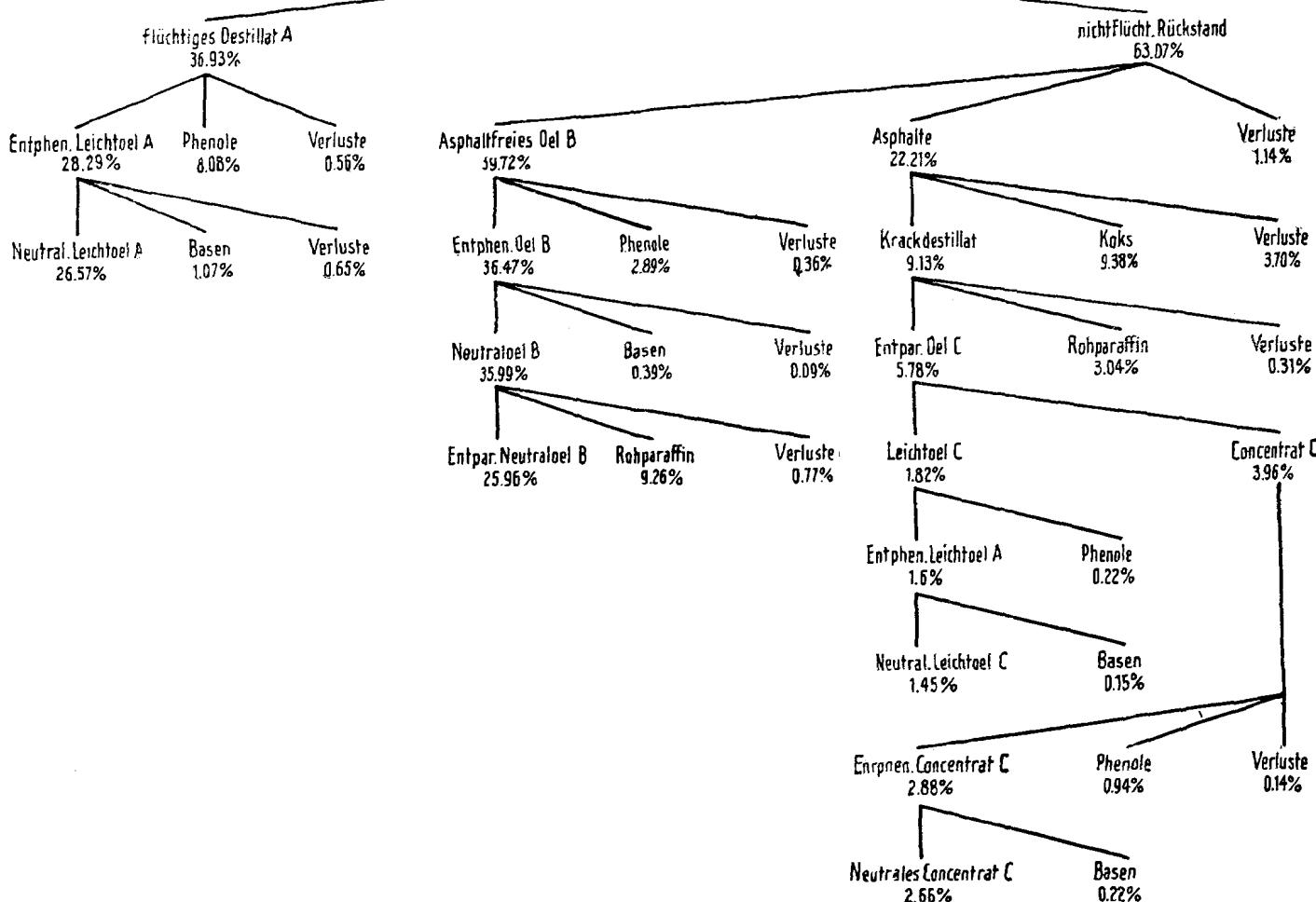
Tabelle III.

	Phenolhalt. Leichtöl A	Neutrales Leichtöl A	Nichtflücht. Rückstand	Asphalt	Koks	Ver. Neutrale Leichtöle	Ver. phenolfr. Konzentrate	Rohparaffin
Spez. Gew.	0,928	0,892				0,870	0,932	
Visc. 50°	1,20°	1,10°				1,10°	6,2	
Flammp.	56°	55°				50°	148°	
Brennp.	80°	74°				71°	176°	
Stockp.	< -15°	< -15°				< -15°		
Saure Öle	22%							
Benzolunl.			1,92%					
Asche		1,0%	2,2%	4,6%				
Erweichp.		35,0°	ca. 100°					
Schmelzp.								48°
Flücht. Best.					4,2%			

Der Teer ergab demnach bei seiner Aufarbeitung durch Wasserdampfdestillation:

Neutrales Konzentrat . . . . .	28,62 %	
Neutrales Leichtöl . . . . .	28,02 %	
Blasenkoks . . . . .	9,38 %	
Rohparaffin . . . . .	12,30 %	
Phenole . . . . .	12,13 %	
Basen . . . . .	1,83 %	
Verlust (Gas und Wasser) . . . . .	7,72 %	
		100,00 %

Tabelle IV.

Teer  
100.00

Bei einer Teerausbeute von 8 % berechnen sich die Teer-inhaltsstoffe auf Kohle bezogen auf:

Neutrales Konzentrat . . . . .	2,29 %
Neutrales Leichtöl . . . . .	2,24 %
Blasenkoks . . . . .	0,75 %
Rohparaffin . . . . .	0,98 %
Phenole . . . . .	0,97 %
Basen . . . . .	0,15 %
Verluste (Gas und Wasser) . . .	0,62 %
	8,00 %

[A. 149.]

## Pumpen in der chemischen Industrie.

Von FRITZ JAEGER, Halle a. S.

Oberingenieur der Wegelin &amp; Hübner A.-G.

(Eingeg. 5.7. 1921.)

Es ist eine immer wieder in die Erscheinung tretende Tatsache, daß die Entwicklung eines Industriezweiges auch die Entwicklung anderer beeinflußt, die mit ihm in einem gewissen wirtschaftlichen Zusammenhang stehen. Wir sehen diese Wirkung auch an der zu hoher Blüte gelangten chemischen Industrie, welche befruchtend auf die gesamte Maschinentechnik gewirkt hat. Am stärksten zeigt sich dieser Einfluß naturgemäß beim chemischen Apparatebau, weil er für die Deckung der Bedürfnisse der chemischen Industrie in erster Linie in Frage kommt. Aber auch andere Zweige der Maschinentechnik, beispielsweise der Pumpenbau, haben von der chemischen Industrie Anregungen erhalten, die ihnen

neue Wege für ihre Entwicklung wiesen. Ist doch die Förderung von Flüssigkeiten aller Art in fast jedem chemischen Betriebe eine nicht zu umgehende Notwendigkeit. Es liegt nahe, daß man in chemischen Betrieben zunächst auf den chemischen Teil eines durchzuführenden Prozesses mehr Wert legte, als auf den mechanischen, so daß auch die Flüssigkeitsfördervorrichtungen nicht von vornherein immer die genügende Beachtung fanden. Die wirtschaftlichen Forderungen der Neuzeit jedoch und besonders der Gegenwart mit ihrem Ringen um die Existenzmöglichkeit zwingen auch bei der Wahl von Flüssigkeitsfördervorrichtungen zur Beachtung wirtschaftlicher Grundsätze. Die folgende Betrachtung des Pumpenbaues für die chemische Industrie soll unter dem Gesichtswinkel der wirtschaftlichen Eignung der wichtigsten Pumpentypen erfolgen.

Als Flüssigkeitsfördervorrichtung steht heute im allgemeinen an erster Stelle fraglos die Zentrifugalkal-pumpe. Ihre Wirkungsweise beruht bekanntlich darauf, daß durch rasche Drehung eines Schaufelrades die von ihm erfaßte Flüssigkeit infolge der hervorgerufenen Zentrifugalkraft eine so große Geschwindigkeits- und Drucksteigerung erfährt, daß der Widerstand der Flüssigkeitssäule in der Saug- und Druckleitung überwunden wird. Ihr Verwendungsgebiet war früher ein beschränktes, weil die schon für geringe Förderhöhe notwendige große Umdrehungszahl nur durch arbeitverzehrende Übersetzung erreicht werden konnte, so daß ein Wettbewerb mit der Kolbenpumpe ausgeschlossen war. Nachdem jedoch im Elektromotor eine Antriebsmaschine