

## V. Teeraufarbeitung.

### A. Entstehung und Zusammensetzung des Teeres.

Bei der Entgasung der Kohle in Retorten oder Kammern entsteht neben den Hauptprodukten, dem Steinkohlengas bzw. dem Koks, Gaswasser und Steinkohlenrohteer. Je jünger eine Kohle geologisch gesehen ist, desto mehr enthält sie bituminöse Bestandteile und um so größer ist auch der Gehalt an teerbildenden Stoffen. Im Gegensatz hiezu findet man in den flüchtigen Anteilen bei den ältesten Kohlen, wie sie u. a. der Anthrazit darstellt, nur noch sehr geringe Teermengen. Die praktisch bei der Gasherstellung verwendeten Kohlen haben einen Teergehalt von etwa 3 bis 4,5%. Man ist heute der Ansicht, daß der Hochtemperaturteer sich aus dem Urteer dadurch bildet, daß sich der letztere, nachdem er bei verhältnismäßig niedriger Temperatur aus der Steinkohle ausgetrieben, durch die hohen Wandtemperaturen in den Entgasungsöfen aufgespalten wird. Im Gegensatz zum Ur- oder Schwelteer besteht der eigentliche Steinkohlenteer der Gaswerke und Kokereien hauptsächlich aus zyklischen Verbindungen mit verhältnismäßig kurzen Seitenketten, wobei die Moleküle sich unter der Einwirkung der Hitze verkleinern und die aliphatischen Kettenkohlenwasserstoffe sich zu Benzolringen usw. zusammenschließen. Die Unterscheidung zwischen Gaswerksteer und Kokereiteer, wie diese vielfach zu finden war, verwischt sich immer mehr, was hauptsächlich auf die veränderte Betriebsart beider Aufarbeitungsstätten der Steinkohle zurückzuführen ist. Die früher üblichen langen Ausstezeiten bei den Kokereien haben sich wesentlich verkürzt, andererseits sind die Gaswerke vielfach von der Retortenentgasung zur Destillation in größeren Einheiten, d. h. Kammern, übergegangen. Daß dabei die Temperatur ausschlaggebend ist, zeigen Versuche an einer Gaskohle, welche zwischen 600 und 800° C verkocht wurde. Die Untersuchung der Teerproben ergab dabei lt. nebenstehender Zahlentafel 1 das folgende Ergebnis<sup>1)</sup>:

Auf Kosten der Öle steigt dabei der Gehalt an Pech, während der Gehalt an Phenolen ebenfalls abnimmt. Genaue Angaben über die durchschnittliche Zusammensetzung des Teeres können, wie schon aus den vorausgegangenen Ausführungen hervorgeht, nicht gemacht werden.

<sup>1)</sup> Dr. Ing. Fritz Rosendahl, Steinkohlenteer 1934, S. 2. Verlag von Theodor Steinkopf, Dresden und Leipzig.

Zahlentafel 1.

Zusammensetzung des Steinkohlenteers in Abhängigkeit von der Entgasungstemperatur.

| Entgasungstemperatur         | 600°  | 650°  | 700°  | 750°  | 800°   |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Dichteverhältnis des Teers . | 1,086 | 1,102 | 1,140 | 1,145 | 1,206  |
| Ammoniakwasser . . . . . %/o | 1,20  | 1,03  | 1,04  | 1,05  | 0,383  |
| Rohnaphtha . . . . . %/o     | 9,17  | 9,05  | 3,73  | 3,45  | 0,995  |
| Leichte Öle . . . . . %/o    | 10,50 | 7,46  | 4,47  | 2,59  | 0,567  |
| Kreosot . . . . . %/o        | 26,45 | 25,83 | 27,29 | 27,33 | 19,440 |
| Anthrazenöl . . . . . %/o    | 20,32 | 15,57 | 18,13 | 13,77 | 12,280 |
| Pech . . . . . %/o           | 28,89 | 36,80 | 41,80 | 47,67 | 64,080 |
| Phenolgehalt . . . . . %/o   | 34    | 34    | 29    | 31    | 22     |

Die Einflüsse der Kohlenzusammensetzung und der übrigen Umstände während der Entgasung sind so groß, daß zwei Teere gleichen Aufbaus wohl kaum ermittelt werden können. Immerhin geben wir als Anhaltspunkt folgende Zusammenstellung:

Zahlentafel 2. Zusammensetzung eines Steinkohlenteers<sup>1)</sup>.

Angaben in %, berechnet auf trockenen Teer.

|                                                                      |  |       |
|----------------------------------------------------------------------|--|-------|
| <b>Leichtöl</b>                                                      |  |       |
| Rohbenzol und Rohtoluol . . . . .                                    |  | 0,3   |
| Cumaron, Inden usw. . . . .                                          |  | 0,6   |
| (Xylole, Trimethylbenzole . . . . .                                  |  | 1,1   |
| <b>Mittel- und Schweröl</b>                                          |  |       |
| Naphthalin . . . . .                                                 |  | 10,9  |
| Unbekannte neutrale Öle . . . . .                                    |  | 1,7   |
| α-Monomethylnaphthalin . . . . .                                     |  | 1,0   |
| β-Monomethylnaphthalin . . . . .                                     |  | 1,5   |
| Dimethylnaphthaline . . . . .                                        |  | 3,4   |
| Acenaphthen . . . . .                                                |  | 1,4   |
| Unbekannte Acenaphthenabkömmlinge . . . . .                          |  | 1,0   |
| Fluoren . . . . .                                                    |  | 1,6   |
| Unbekannte Fluorenabkömmlinge . . . . .                              |  | 1,2   |
| <b>Anthracenöl</b>                                                   |  |       |
| Phenantren . . . . .                                                 |  | 4,0   |
| Anthrazen . . . . .                                                  |  | 1,1   |
| Karbazol und ähnliche nichtbasische Stickstoffverbindungen . . . . . |  | 2,3   |
| Unbekannte Anthracenabkömmlinge . . . . .                            |  | 5,4   |
| Phenol . . . . .                                                     |  | 0,7   |
| Phenolhomologe (hauptsächlich Kresole und Xylenole) . . . . .        |  | 1,5   |
| Teerbasen (Pyridin, Pikoline, Lutidine, Chinolin, Akridin) . . . . . |  | 2,3   |
| Gelbe harzartige Verbindungen . . . . .                              |  | 0,6   |
| Schmierien . . . . .                                                 |  | 6,4   |
| Harze . . . . .                                                      |  | 5,3   |
| Pech (Fp. 237° C) . . . . .                                          |  | 44,7  |
| Insgesamt:                                                           |  | 100,0 |

<sup>1)</sup> J. M. Weiß und C. R. Downs, Ind. Engng. Chem. 15 (1923), S. 1022.

Der sog. freie Kohlenstoff, d. h. der Anteil des Teeres, welcher in den üblichen Lösungsmitteln, wie z. B. Anilin, Benzol, Schwefelkohlenstoff u. dgl. als Rückstand zurückbleibt, besteht zum einen Teil aus feinstem Kohlen- und Koksstaub, zum anderen Teil aber aus hochmolekularen Kohlenstoffverbindungen, welche besonders auf die Wasserabscheidung des Teeres während der Lagerung einen ausschlaggebenden Einfluß haben können.

Im einzelnen auf die im Teer vorkommenden Verbindungen einzugehen, verbietet der Raum. Insgesamt sind über 200 Verbindungen einheitlicher Zusammensetzung aus dem Teer isoliert und bestimmt worden. Trotz ihres oft geringen Anteiles, werden sie teilweise aus den Fraktionen des Steinkohlenteeres gewonnen und zu hochwertigen Stoffen in der Arzneimittel-, Farben- und ganz allgemein in der chemischen Industrie verwendet. Einen Teil dieser Verbindungen zeigt die Übersicht auf S. 307.

## **B. Lagerung und Entwässerung des Rohteeres.**

Die bei der Entgasung der Kohle gleichzeitig mit dem Steinkohlengas anfallenden wässrigen Kondensate, d. h. Rohteer und Gaswasser, werden zunächst in einer sog. Teersenke gemeinsam aufgefangen. Hier erfolgt eine grobe Auftrennung in Gaswasser und Teer. Das Gaswasser wird wiederum nach den Vorlagen zurückgepumpt und dient dort als Einspritzflüssigkeit zur Herunterkühlung des heißen Steinkohlengases. Meist reicht jedoch die verhältnismäßig kleine Teersenke selbst zu einer oberflächlichen Trennung der beiden Flüssigkeitskondensate nicht aus. Man leitet deshalb Teer- und Gaswasser möglichst unter Einschaltung von Koksfiltern zur Zurückhaltung grob aufgeschlämmter Koks- und Kohlenanteile in großräumige Vorgruben, wo eine weitergehende Trennung bei höherer Temperatur, d. h. bei etwa 60 bis 70° C erreicht wird. Der noch feuchte Teer, der infolge seines höheren spezifischen Gewichtes sich im unteren Teil der Grube befindet, wird in Teerbehältern entweder durch selbsttätigen Zulauf oder durch Pumpen eingelagert. Diese Behälter können als Betongruben in die Erde eingelassen oder als eiserne Tanks ausgebildet sein. Bei den letzteren ist die Anordnung meist so getroffen, daß sie erhöht aufgestellt werden, so daß der Teer ohne Pumparbeit in Kesselwagen abgelassen werden kann. Auch hier gilt die schon angeführte Forderung der Großräumigkeit. Mindestens zwei Behälter mit je einem Fassungsvermögen für einen Teeranfall von etwa einem halben Monat sollten vorhanden sein. Außerdem müssen diese Behälter am Boden mit einem Heizsystem von Dampfschlangen versehen sein, wodurch der Teer bis zur Füllung des Behälters auf etwa 50 bis 60° C angewärmt gehalten werden kann. Nach Füllung eines Behälters muß jedoch die Heizung weggenommen und der Teer der Ruhe überlassen

# Übersicht über die im Steinkohlenteer vorkommenden chemischen Verbindungen.

| Steinkohlenteer                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Destillat                                                                                                                                                                      | Destillationsrückstand = Pech                                                                                                                                                                                    |
| <p>Wasser</p> <p>Ammoniak</p> <p>Ammoniumcarbonat,</p> <p>Ammoniumcyanat,</p> <p>Ammoniumsulfid,</p> <p>Ammoniumchlorid</p>                                                    | <p>benzollösliche Bestandteile. unlösliche Bestandteile</p> <p>freier Kohlenstoff</p>                                                                                                                            |
| <p>Leichtöl</p> <p>Mittelöl</p> <p>Schweröl</p> <p>Anthrazenöl</p>                                                                                                             | <p>stickstoffhaltige Körper</p> <p>Phenole</p>                                                                                                                                                                   |
| <p>Kohlenwasserstoffe</p> <p>Fluoren, Phenanthren,</p> <p>Fluoranthren, Anthra-</p> <p>zen, Methylnanthrazen,</p> <p>festes Paraffin</p>                                       | <p>neutrale</p> <p>Karbazol, Phenyl-naphthyl-</p> <p>karbazol, Indol</p>                                                                                                                                         |
| <p>Kohlenwasserstoffe</p> <p>Naphthalin, <math>\alpha</math>-Methylnaphthalin, <math>\beta</math>-Methylnaphthalin, Dimethylnaphthalin, Diphenyl, Azenaphthalen, Paraffine</p> | <p>basische</p> <p>Akridin und Basen unbekannter Konstitution, Hydroakridin</p>                                                                                                                                  |
| <p>Kohlenwasserstoffe</p> <p>Pentamethylbenzol, Hexamethylbenzol, Methylindan, hydrierte Naphthaline, Paraffine</p>                                                            | <p>Basen</p> <p>Methylchinoline, Dimethylchinoline, ferner Thionaphthalen, Diphenyloxyd</p>                                                                                                                      |
| <p>Kohlenwasserstoffe</p> <p>Toluidine, Chinolin, Isochinolin</p>                                                                                                              | <p>sauerstoffhaltige Körper</p> <p>Phenole</p>                                                                                                                                                                   |
| <p>Paraffine</p> <p>Pentane</p> <p>Hexane</p> <p>Heptane</p> <p>Okten</p>                                                                                                      | <p>stickstoffhaltige Körper</p> <p>schwefelhaltige Körper</p> <p>Schwefelkohlenstoff, Thiophen, Thiofolen, Thiohexen</p>                                                                                         |
| <p>Oefeline</p> <p>Pentene</p> <p>Hexene</p> <p>Heptene</p> <p>Oktene</p>                                                                                                      | <p>aromatische Kohlenwasserstoffe</p> <p>Benzol, Toluol, Äthylbenzol, p-Xylol, m-Xylol, o-Xylol, Mesitylen, Pseudokumol, Homellit, Hydriden, Durol und andere Tetramethylbenzole, Styrol, Inden, Methylindan</p> |
| <p>zyklisch ungesättigte Kohlenwasserstoffe</p> <p>Zyklopentadien</p> <p>Tetrahydrobenzol,</p> <p>Dihydrobenzol,</p> <p>Dizyklopentadien</p>                                   | <p>neutrale</p> <p>Methylcumaron, Phenol, o-Kresol, m-Kresol, p-Kresol, Xylenole</p>                                                                                                                             |
| <p>basische</p> <p>Pyridin, <math>\alpha</math>-pikolin, <math>\beta</math>-pikolin, Lutidine, Trimethylpyridine, Anilin</p>                                                   | <p>Acetonitril, Benzolnitril, Pyrol</p>                                                                                                                                                                          |

werden. Jegliche Bewegung, sei es durch undichte Dampfschlangen oder durch noch so geringen Dampfdurchgang durch die Heizelemente verhindert die Abtrennung des im Teer emulgierten Wassers. In der Zwischenzeit wird der zweite Behälter mit gleichem Fassungsinhalt mit Roh-teer gefüllt. Der Versand des Inhalts des einen Behälters muß vor Füllung des zweiten erfolgt sein, damit jener wieder zur weiteren Füllung bereitsteht. Der Gehalt des Teeres an Wasser darf 5% nicht überschreiten, da sonst der Mehrwassergehalt an der Fracht und am Verkaufspreis

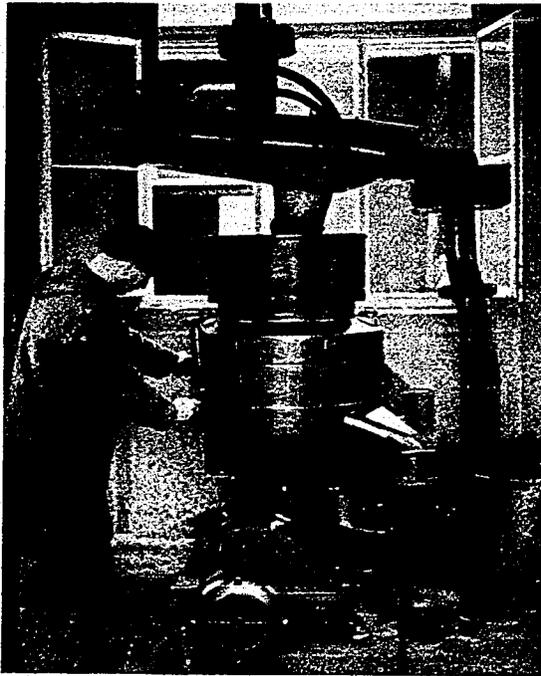


Abb. 105. Zentrifuge zur Teerentwässerung.

abgezogen wird. Außerdem wird bei der Aufarbeitung des Teeres der Wärmeverbrauch bei der Destillation unwirtschaftlich hoch und weiter werden durch das noch vorhandene Gaswasser Apparate-teile der Destillationsanlagen frühzeitig durch Korrosion unbrauchbar.

Unter normalen Entgasungsverhältnissen fällt mit den geschilderten Maßnahmen ein handelsüblich einwandfreier Teer an. Bei besonders kurzen Ausstehzeiten, hauptsächlich in Schmalkammern, tritt dagegen eine weitgehende Überhitzung der Teerdämpfe ein, wodurch der Gehalt an sog. freiem Kohlenstoff stark ansteigt. Dies bedingt einen hohen

Wassergehalt im Teer, da der Kohlenstoff emulgierend wirkt. Eine Trennung des Wassers durch längere Lagerung auch bei erhöhter Temperatur, läßt sich dann vielfach nicht mehr erreichen. Man kann sich hier nur durch Schleudern des Teeres in schnelllaufenden Zentrifugen helfen (s. Abb. 105). Der Teer wird dabei, bevor er zur eigentlichen Zentrifuge<sup>1)</sup> geführt wird, über ein Schwingsieb geleitet, damit die in ihm vorhandenen groben Koks- und Kohleteilchen nicht in die Zentrifuge gelangen. In einem besonders angeordneten Plattensystem trennt sich der Rohteer in flüssigen Teer, Grus und Gaswasser. Die Entwässerung kann ohne bedeutenden Kraftaufwand bis auf 1 bis 2% gebracht werden.

Die aus den Teerscheidern ablaufenden Kondensate werden nicht über die Vorgrube, sondern direkt in den Hauptteerbehälter eingeführt. Da bei der elektrischen Entteerung der anfallende Teer spezifisch besonders leicht ist, muß er am Grunde des Teerbehälters zum übrigen Teer zugegeben werden, wodurch eine rasche Mischung mit dem daraufliegenden schweren Teer stattfindet.

Zusammengefaßt kann ein zu hoher Wassergehalt im Teer auf folgende Ursachen zurückgeführt werden:

1. Schlechter baulicher Zustand der Entgasungsräume.
2. Starke Ansaugung von Luft und stickstoffhaltigen Rauchgasen,
3. Niedrige Temperaturen im Oberteil der Kammern und dadurch bewirkte Entstehung phenolreicher Teere. Die Phenole wirken als Lösungsvermittler, da das Wasser und die teerigen Bestandteile in den Phenolen löslich sind.
4. Undichtigkeit der wasserführenden Rohre im Reutter-Kühler.
5. Zu starke Kühlung des Gases in den Kühlern führt zur Abscheidung von staubförmigem Naphthalin aus dem Gase, welches seinerseits die Emulsionsbildung fördert.
6. Überlastung der Kühler, infolgedessen Auftreten von schwer kondensierbaren Teernebeln.
7. Ungeeignete Bauweise der Teergruben (zu kleine Teergruben).
8. Allzu niedrige Temperatur des Teeres in der Scheidegrube. Durch die hierdurch bedingte hohe Zähflüssigkeit des Teeres kann die Trennung des emulgierten Wassers nicht stattfinden.
9. Hohes spezifisches Gewicht des Gaswassers. Die Unterschiede zwischen den spezifischen Gewichten des wasserfreien Teeres und des emulgierten Gaswassers sind dann oft so gering, daß eine Scheidung auf Grund der spezifischen Gewichte überhaupt nicht eintreten kann.
10. Sehr wesentlich für zu hohen Wassergehalt im Teer ist der freie Kohlenstoff, der bekanntlich sehr stark emulgierend wirkt. 5 bis 8% freier Kohlenstoff (Benzolunlösliches) im Teer gelten

<sup>1)</sup> Hersteller: Bergedorfer Eisenwerke, Bergedorf-Hamburg.

als zulässig. Höhere Gehalte (über 10%) an freiem Kohlenstoff führen meist zu stark emulgierten und daher schwer aufarbeitbaren Teeren. Freier Kohlenstoff entsteht durch pyrogene Zersetzung von Teerdämpfen an überhitzten Kammerwänden. Als einzige Gegenmittel seien genannt niedrige Ofentemperaturen und besonders vollständig gefüllte Kammern.

### C. Aufarbeitung durch Destillation.

Der in den Gaswerken und Kokereien anfallende Steinkohlenrohteer wird in besonderen Destillationsbetrieben hauptsächlich zu Leichtöl, Mittelöl, Schweröl, Anthrazenöl und Pech aufgearbeitet. Wie bereits eingangs besprochen wurde, bestehen diese Öle wiederum aus einer großen Anzahl chemischer Verbindungen, welche heute mehr denn je zu volkswirtschaftlich wichtigen Stoffen verarbeitet werden. Im allgemeinen wird nur auf die in der Übersicht am Schluß des Abschnitts A erwähnten Ölfractionen destilliert, um im Bedarfsfall, nach genügend großem Anfall, eine weitere Trennung durchzuführen. Nach einer Reichsverordnung<sup>1)</sup> darf zur Zeit in Deutschland kein Teer mehr zu gewerblichen Zwecken verwendet werden, bei welchem nicht vorher sämtliche öligen Anteile entnommen worden sind, welche bis 240° C bei der Destillation übergehen.

Man unterscheidet hauptsächlich zweierlei Destillationsarten. Einmal wird Teer nach der sog. unterbrochenen Betriebsweise destilliert, die andere Art ist die der ununterbrochenen Destillation. Bis vor kurzem destillierte man fast ausschließlich im unterbrochenen Betrieb, neuerdings setzt sich immer mehr die kontinuierliche Destillationsmethode durch.

#### 1. Unterbrochene Betriebsweise.

Es würde an dieser Stelle zu weit führen, alle Vorschläge der fraktionierten Destillation zu behandeln. Im nachfolgenden wird je ein Beispiel der beiden Destillationsarten gezeigt und im weiteren auf das einschlägige Schrifttum verwiesen. Die Maschinenbauindustrie hat auf diesem Gebiet in Deutschland die größten Erfahrungen, wodurch bei der Wahl des einen oder anderen Destillationssystems wieder jeweils andere Vorteile vorhanden sind. Das grundsätzlich Wichtige wird nachfolgend beschrieben. Bei den verschiedenen Anlagen wiederholen sich die technischen Hauptmerkmale.

Gut abgelagerter, möglichst wasserfreier Teer (Abb. 106)<sup>2)</sup> wird aus dem Behälter 2 mit einer Pumpe 1 durch den gußeisernen Wärmeaus-

<sup>1)</sup> Anordnung Nr. 3 der Überwachungsstelle für Mineralöle vom 8. 4. 1936.

<sup>2)</sup> Die beschriebene Anlage wird durch die Firma Hinselmann, Koksofenbaugesellschaft G. m. b. H., Essen, gebaut.

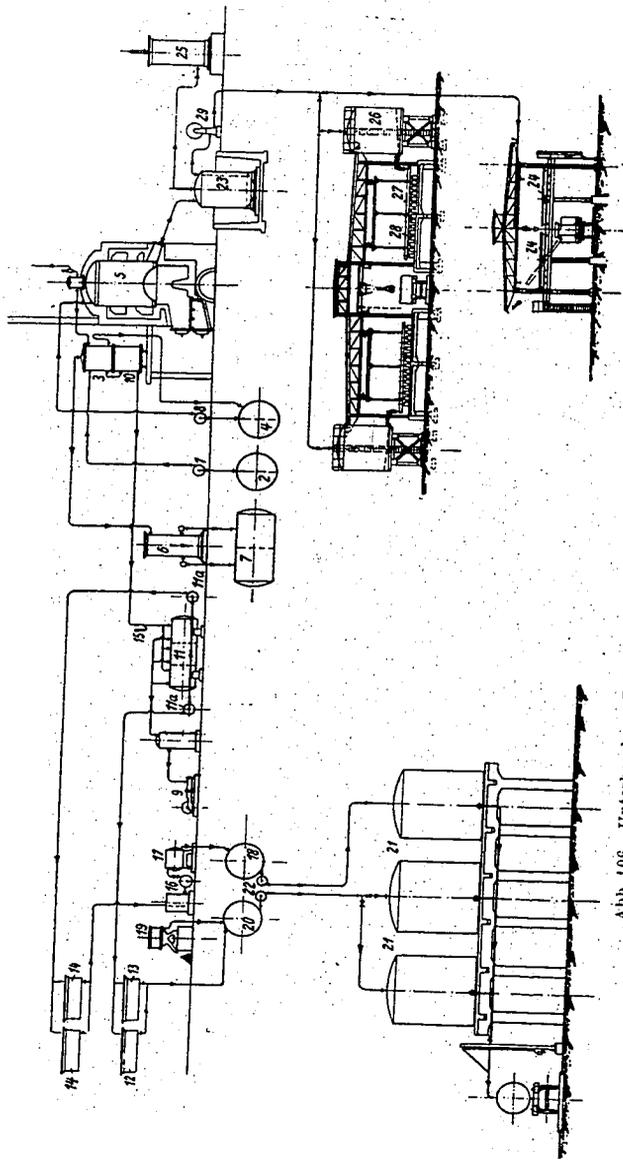


Abb. 106. Unterbrochene Betriebsweise einer Teerdestillation (Blasenbetrieb).

tauscher 3 geführt, in welchem noch etwa vorhandenes Wasser verdampft und das Leichtöl abgetrieben wird. Der entwässerte, von Leichtöl befreite und vorgewärmte Teer kommt in einen Zwischenbehälter 4. Die Beheizung des Wärmeaustauschers 3 erfolgt durch die aus der Destillierblase 5 kommenden Dämpfe. Der im Wärmeaustauscher 3 abgetriebene Leichtöl- und Wasserdampf wird in einem Leichtölkühler 6 niedergeschlagen. Im unteren Teil dieses Schlangenkühlers befindet sich eine Scheideflasche, in der sich Leichtöl und Ammoniakwasser trennen. Diese fließen dem entsprechend geteilten Behälter 7 zu.

Der heiße Teer gelangt nun aus dem Behälter 4 über die Pumpe 8 in die Destillierblase 5. Die Beheizung der Blase geschieht wahlweise entweder mit Kohle oder mit Gas. Mit Hilfe einer Vakuumpumpe 9 wird in der Destillierblase Unterdruck erzeugt, wobei mit steigender Temperatur nacheinander Mittelöl, Schweröl und Anthrazenöl abgetrieben werden. Die aus der Blase 5 abziehenden Dämpfe werden wie erwähnt zur Beheizung des Wärmeaustauschers 3 verwendet. In einem Schlußkühler 10 werden die Dämpfe verdichtet und fließen nach der mehrteiligen Vorlage 11. Von hier aus wird wiederum mit Pumpen 11a das Öl zu den Kühlpfannen 12 für Mittelöl, Kühlpfannen 13 für Schweröl und Kühlpfannen 14 für Anthrazenöl geführt. In der Verbindungsleitung zwischen dem Schlußkühler 10 und der Vorlage 11 befindet sich eine Spindelvorrichtung 15, an welcher mit Hilfe des spezifischen Gewichtes die beschriebenen Fraktionen erkannt und in die dafür vorgesehenen Vorlagen 11 eingeleitet werden.

Durch die Abkühlung in den Kühlpfannen scheiden sich je nach den verschiedenen Ölfractionen feste Verbindungen aus. Das in Pfanne 14 anfallende Anthrazen wird mit Öl aufgerührt und über die Preßpumpe 16 durch die Filterpresse 17 geführt. Hier bleibt das feste Rohanthrazen (20 bis 25proz. Anthrazen-) als Filterkuchen zurück, während das Öl dem Druckbehälter 18 zufließt. Durch teilweises Wiederauflösen des Rohanthrazens in der naphthalinfreien Mittelölfraction mit nachfolgendem Pressen, kann man bis zu einer 40proz., d. h. einer entsprechend dem höheren Reinheitsgrad besser bewerteten Ware gelangen.

Das in der Kühlpfanne 12 und 13 aus dem Mittelöl und Schweröl sich abscheidende Naphthalin wird in einer Zentrifuge 19 von dem daran haftenden Öl großenteils befreit und kann so als Rohnaphthalin zum Versand kommen. Vielfach wird jedoch, da dabei eine höhere Bewertung der Ware erzielt wird, dieselbe zu Naphthalinwarmpreßgut weiterverarbeitet. Hiezu wird das geschleuderte Naphthalin in einer besonders ausgebildeten Warmpresse bei etwa 50° C unter 300 Atm. gepreßt. Der Erweichungspunkt dieses Warmpreßgutes liegt zwischen 78 und 79° C. Die abgeschleuderten bzw. abgepreßten Öle laufen von den Kühlpfannen nach einem Behälter 20. Als Lagerbehälter für fertiges Anthrazen-, Schwer- und Mittelöl dienen die Behälter 21, welche durch die Pumpen 22 aus den Druckbehältern 18 bis 20 beschickt werden.

In der Destillierblase verbleibt als Rückstand das Steinkohlenteerpech, welches durch einen Pechablaufstutzen heißflüssig in einen Pechkühler 23 abgelassen und nach teilweiser Abkühlung in die schwenkbaren Pechkühlpfannen 24 geleitet wird. Durch die Abkühlung der Außenluft erstarrt darin das Pech und wird hierauf in Wagen verladen. Wird sog. Rollenpech gewünscht, so wird das flüssige Pech aus dem Pechkühler über die Pumpe 29 und den Pechhochbehälter 26 in Kokillen gegossen. Eine fahrbare Rinne 27 erlaubt, die in Reihen aufgestellten Kokillen mit dem flüssigen Pech zu füllen. Nach dem Erstarren wird die äußere Pechform gelöst und die festen Rollen werden verladen.

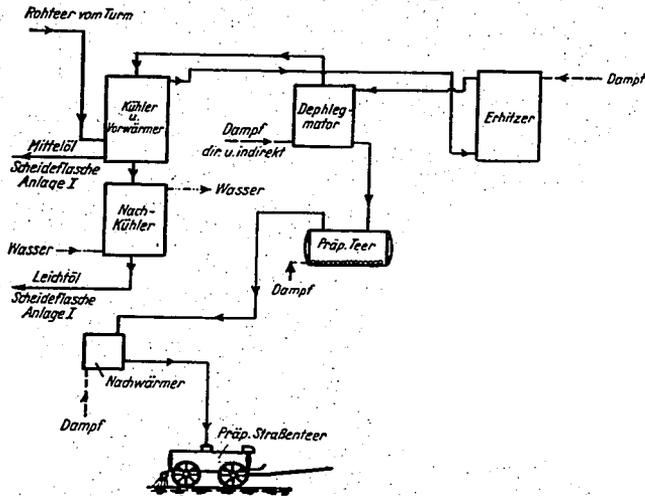


Abb. 107. Teerdestillation mit ununterbrochenem Betrieb.

Je nach dem Zweck der Destillation können verschiedene Pechsorten von Weichpech bis zum springharten Hartpech erhalten werden. In derselben Anlage lassen sich bei weniger lang andauernder Destillation auch Straßenteere erhalten.

## 2. Die ununterbrochene Betriebsweise.

Auch die nachfolgend beschriebene Destillationsanlage mit ununterbrochenem Betrieb ist als eines der Beispiele aufgeführt, wie diese heute von vielen deutschen Firmen hergestellt werden<sup>1)</sup> (Abb. 107).

<sup>1)</sup> Z. B. Julius Pintsch K.-G., Berlin, Karl Pfisterer, Stuttgart-Zuffenhausen, und die meisten Firmen, die Anlagen für die Nebenproduktenaufarbeitung herstellen.



nach entsprechender Aufwärmung mit Dampf über einen Nachwärmer die Verladung in Spezialwagen, in welchen der Teer der betreffenden Straßenbaustelle zugeführt wird.

Andere Anlagen bedienen sich besonderer Vorwärmeöfen, durch die der Teer über Schlangen geführt, von Feuerungsgasen hoch erhitzt wird. Die weitere Aufarbeitung ist grundsätzlich nicht wesentlich anders, als sie eben beschrieben worden ist. Im Gegensatz zu der unterbrochenen Betriebsweise wird der Teer sogleich auf Temperaturen gebracht, bei welchen außer dem Pechrückstand alle öligen Anteile in Dampfform übergeführt werden. Bei der stufenweisen Abkühlung des Dampfgemisches wird entsprechend dem Temperaturgefälle durch die verschiedenen Kühler zuerst Anthrazenöl, dann Schwer-, Mittel- und schließlich Leichtöl abgeschieden. In der nebenstehenden Abb. 108 ist ein Wärmediagramm mit Mengen- und Temperaturangaben einer kontinuierlichen Destillationsanlage für Straßenteer wiedergegeben.

#### D. Verwendung der Teerprodukte.

Die Hauptmenge des in Deutschland erzeugten Steinkohlenteers wird zu Straßenbauzwecken verwendet. Die vom Straßenbau für die angewandten Bauweisen geforderten Bedingungen für die verschiedenen Teersorten können meist nur von größeren Destillationsbetrieben mit langjähriger Erfahrung erfüllt werden. In der nachfolgenden Zusammenstellung (S. 316) wird eine Übersicht über die Zusammensetzung der verschiedenen Straßenteere gegeben<sup>1)</sup>.

Es muß versagt bleiben, in diesem Rahmen auf die einzelnen Straßenbauweisen und die hierzu gehörigen Anwendungen der Teere einzugehen.

Ein weiterer Teil des Teeres wird zur Dachpappenherstellung verwendet. Die erzeugten Pechsorten dienen zur Herstellung von Lacken, als Bindemittel von Briketten und für Isolierzwecke. Auch die Bereitung von Elektrodengraphiten (Pechverkokung) ist heute zu einer gewissen Bedeutung gekommen. Das Anthrazenöl wird wegen seines Gehaltes an Konservierungsmitteln (Kresol) zur Holzimprägnierung gerne angewandt. Die Eisenbahnschwellen werden mit diesem Öl getränkt und erhalten auf diese Weise eine um viele Jahre verlängerte Haltbarkeit. Außerdem wird Anthracenöl mit Pech gemischt als präparierter Straßenteer verwendet.

Schweröl und Mittelöl werden als Heizöl gehandelt. Nach der Entfernung des Naphthalins bei möglichst niedriger Temperatur und der Phenole ist das Öl verhältnismäßig dünnflüssig und brennt nach der Entzündung bei höherer Temperatur, besonders in Schmiedeöfen, mit leicht regelbarer Flamme. Die metallverarbeitende Industrie bevorzugt

<sup>1)</sup> DIN 1995, Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin. 2. Ausgabe 1938.

Zahlentafel 3.  
Anforderungen an Straßenteere verschiedener Beschaffenheit.

|                                                                              | Bezeichnung |           |           |            |                               |                  |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|------------|-------------------------------|------------------|
|                                                                              | T 10/17     | T 20/35   | T 40/70   | T 80/125   | T 140/240                     | T 250/500        |
| 1. Viskosität im Straßenteerkonsistometer (10 mm Düse) bei 30° C s . . . . . | 10 bis 17   | 20 bis 35 | 40 bis 70 | 80 bis 125 | rd. 140 bis 240*<br>25 bis 40 | rd. 250 bis 500* |
| bei 40° C s . . . . .                                                        |             |           |           |            | rd. 25 bis 29*                | 45 bis 100       |
| Tropfpunkt nach Ubbelohde ° C . . . . .                                      |             |           |           |            | gleichmäßig                   | rd. 30 bis 35*   |
| 2. Äußere Beschaffenheit . . . . .                                           |             |           |           |            | siehe Prüfvorschrift          |                  |
| 3. Bitumenmischprüfung . . . . .                                             |             |           |           |            |                               |                  |
| 4. Siedeanalyse bis 350° C                                                   |             |           |           |            |                               |                  |
| a) Wasser, höchstens Gew. %                                                  | 0,5         |           | 0,5       |            | 0,5                           | 0,5              |
| b) Leichtöl (bis 170° C) höchstens Gew. %                                    | 1,0         |           | 1,0       |            | 1,0                           | 1,0              |
| c) Mittelöl (170 bis 270° C) Gew. %                                          | 9 bis 17    |           | 2 bis 12  |            | 1 bis 8                       | 1 bis 6          |
| d) Schweröl (170 bis 300° C) Gew. %                                          | 4 bis 12    |           | 4 bis 12  |            | 3 bis 10                      | 2 bis 8          |
| e) Anthrazenöl (über 300° C), ungeredet, Gew. %                              | 14 bis 27   |           | 16 bis 30 |            | 17 bis 27                     | 15 bis 25        |
| f) Pechrückstand, umgerechnet auf 67° C Erweichungspunkt K. S., Gew. %       | 55 bis 65   |           | 58 bis 68 |            | 61 bis 69                     | 60 bis 74        |
| g) Erweichungspunkt K. S. des Pechrückstandes höchstens ° C                  | 70          |           | 70        |            | 70                            | 70               |
| 5. Phenole höchstens Raum %                                                  | 3           |           | 3         |            | 2                             | 2                |
| 6. Naphthalin höchstens Gew. %                                               | 4           |           | 3         |            | 3                             | 2                |
| 7. Rohanthrazen höchstens Gew. %                                             | 3           |           | 3,5       |            | 3,5                           | 4                |
| 8. Benzotumtöslisches Gew. %                                                 | 5 bis 14    |           | 5 bis 16  |            | 5 bis 18                      | 5 bis 18         |
| 9. Spezifisches Gewicht bei 25° C höchstens                                  | 1,22        |           | 1,23      |            | 1,24                          | 1,25             |

\*) Maßgebend ist die Bestimmung der Viskosität im Straßenteerkonsistometer bei 40° C. Die Zahlen für die Viskosität bei 30° C und den Tropfpunkt sind nur zum Vergleich gegeben.

in Schmiede- und Härteöfen Teerheizöl. Die Verwendung als Benzolwaschöl wurde im Abschnitt III beschrieben.

Das als leichtester Anteil gewonnene Leichtöl enthält in der Hauptsache Benzolkohlenwasserstoffe und wird zusammen mit dem Benzol aus dem Gas (s. d.) zu Motorentreibstoff aufgearbeitet. Auch Toluol und Xylol kann daraus gewonnen werden.

Das bereits erwähnte Naphthalin dient als Ausgangsstoff zur Gewinnung hochwertiger Lösungsmittel, wie Tetrahydronaphthalin (Tetralin) und Dekahydronaphthalin (Dekalin). Auch wichtige Farbstoffe (u. a. Indigo), Kunstharze und Gerbstoffe werden aus Naphthalin gewonnen. In der Rauchwarenindustrie und zur Bekämpfung von Kleiderparasiten werden große Mengen Naphthalin benötigt. Infolge seines niederen Schmelzpunktes (78° C) kann das Naphthalin in geschmolzenem Zustand in besonders gebauten Motoren als Brennstoff Anwendung finden. Das Anthrazen findet ebenfalls zur Farbstoffherstellung Anwendung. U. a. werden die rühmlichst bekannten Indanthrenfarben daraus gewonnen. Anthrazenrückstände dienen zur Herstellung von Flammruß.

Die Phenole mit ihren Begleitern (Kresole und Xylenole) sind besonders reich in der Mittelölfraction enthalten. Man gewinnt sie fast ausschließlich durch Waschen des Mittelöles mit verdünnter Natronlauge bei etwa 50° C. Das so erhaltene Natriumphenolat wird durch Kohlensäure in Rohkarbolsäure und Soda aufgespalten. Besondere Methoden erlauben eine weitere Auftrennung der Rohkarbolsäure. Die Phenole dienen als Ausgangsmaterial zur Herstellung der heute zu so großer Bedeutung gekommenen Kunstharze (Phenolkondensation mit Formaldehyd). Auch Salizylsäure, Spreng- und Farbstoffe lassen sich aus den Phenolen gewinnen.

Die Pyridinbasen werden ebenfalls aus den mittelschweren Teerölen durch Ausziehen mit verdünnter Schwefelsäure erhalten. Neben ihrer Bedeutung als Lösungsmittel (Anthrazenreinigung) werden sie zur Alkoholdenaturierung und Schädlingsbekämpfung verwendet. Aus Chinolin wird das bekannte Chinosol (Wunddesinfektion) gewonnen.