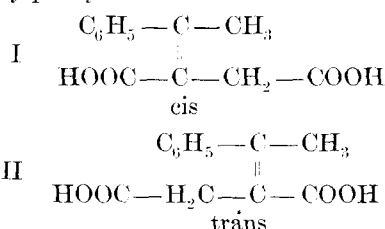
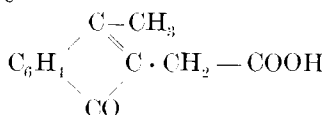


hat H. Trey<sup>42)</sup> veröffentlicht, während wir P. Walden<sup>43)</sup> einen zusammenfassenden, geistvollen Vortrag über das Drehvermögen optisch-aktiver Körper verdanken. Einen neuen Fall von optischer Isomerie hat O. Wallach beim Benzoylcyclomethylhexanonoxim entdeckt; derartige Körper, welche nur ein asym. C-Atom enthalten, vermögen in drei optisch vorhandenen Modifikationen aufzutreten (vgl. Liebigs Ann. 338, 337 ff.). P. Pfeiffer<sup>44)</sup> hat einen theoretischen Beitrag zur Stereochemie der Kohlenstoffverbindungen, speziell der ungesättigten Systeme geliefert, indem er den Wernerschen Koordinationsbegriff auf den C<sub>2</sub>-Komplex überträgt, welchem dadurch, wie dem Pt-Atom die räumliche Koordinationszahl 6 zuerteilt wird. Diese Betrachtungen sind nicht ohne Widerspruch geblieben<sup>45)</sup>. H. Stobbe<sup>46)</sup> hat die Konfiguration der beiden geometrisch-isomeren Methylphenylitakonsäuren



dadurch bestimmt, daß er die Säure I indonisiert, d. h. in  $\gamma$ -Methyl- $\alpha$ -indonisigsäure



überführen konnte. J. J. Sudborough<sup>47)</sup> hat gezeigt, daß Radiumstrahlen eine bedeutend geringere Fähigkeit besitzen, labile Stereoisomere (Allozimtsäure, Bromallozimtsäure) umzulagern, als das Sonnenlicht. Eine physikalisch-chemische Studie über die Baeyersehe Spannungstheorie stammt von A. F. Hollemann und G. Voermann<sup>48)</sup>, welche die Beständigkeit der Anhydride der Bernsteinsäure, Glutarsäure, Adipinsäure, Pimelinsäure usw. gegen Wasser quantitativ verglichen, und zwar mit Hilfe der Messung der elektrischen Leitfähigkeit der entstandenen Lösungen. Der Fünfring erwies sich tatsächlich dem Sechsring an Beständigkeit überlegen.

<sup>42)</sup> Z. physikal. Chem. **46**, 620.

<sup>43)</sup> Berl. Berichte **38**, 345.

<sup>44)</sup> Z. physikal. Chem. **48**, 40.

<sup>45)</sup> Vgl. W. A. Noyes, Chem. News **90**, 212, 228.

<sup>46)</sup> Berl. Berichte **37**, 1619.

<sup>47)</sup> Proc. Chem. Soc. **20**, 166.

<sup>48)</sup> K. Akad. d. Wissensch. Amsterdam 1903, 589.

Die Stereochemie des Stickstoffs wurde ebenfalls weiter gefördert: F. S. Kipping und A. H. Salway<sup>49)</sup> haben die Anordnung der mit dem dreiwertigen Stickstoff verbundenen Gruppen im Raum untersucht; sie kommen zu dem Schluß, daß in Verbindungen vom Typus N(R<sub>1</sub> · R<sub>2</sub> · R<sub>3</sub>) die drei Radikale mit dem Stickstoffatom selbst in einer Ebene liegen, und daß das Ganze die größtmögliche Symmetrie aufweist. Verbindungen des fünfwertigen asymmetrischen Stickstoffs sind von H. O. Jones<sup>50)</sup>, O. Aschan<sup>51)</sup> und E. Wedekind<sup>52)</sup> studiert worden; ersterer hat das Phenylbenzyläthylmethylammoniumhydroxyd, (das inzwischen auch von Wedekind aktiviert wurde) mittels der Kampfersulfonate gespalten: die aktiven Jodide erleiden in Chloroformlösung Autorazemisierung. Aschan hat einen Fall von inaktiven Stereoisomeren in der Reihe des pentavalenten Stickstoffs entdeckt: das Salz Äthylendipiperidid + Trimethylenbromid ist verschieden von der Kombination Trimethyldipiperidid + Äthylenbromid; die Isomeren ließen sich nicht aktivieren. Wedekind und Oberheide untersuchten die Isomerieverhältnisse der asymmetrischen Tolyllammoniumsalze; dieselben ließen sich nicht aktivieren, wie in der Phenylreihe. Andeutungen für das Vorhandensein von inaktiven Stereoisomeren wurden nur in der o-Toluidinreihe gefunden.

Das Isomerieproblem von Verbindungen, die gleichzeitig ein as-C-Atom und ein as-N-Atom enthalten, hat M. Scholz dadurch mit Erfolg in Angriff genommen, daß er isomere quartäre Coniniumjodide darstellte (vgl. Berl. Berichte **37**, 3627). C. A. Bisschhoff<sup>53)</sup> hat seine bekannten Studien über Verkettungen fortgesetzt.

(Forts. folgt.)

## Die Untersuchung von Verbrauchsmaterialien in dem Laboratorium der Fürstlich Pleßschen Bergwerke zu Waldenburg in Schlesien.

VON FR. SCHREIBER.

(Eingeg. d. 21. 3. 1905.)

Die Fürstlich Pleßschen Bergwerke in Schlesien haben einen jährlichen Verbrauch an laufenden Materialien von rund 320 000 M ohne Grubenholz, für welches die Ausgaben allein 1 000 000 M betragen.

Da bekanntlich jede Verkaufsfirma das Beste zu haben angibt, die Preise der angebotenen Mate-

<sup>49)</sup> J. chem. soc. **85**, 438.

<sup>50)</sup> Proc. Chem. Soc. **20**, 6.

<sup>51)</sup> Z. physikal. Chem. **46**, 293.

<sup>52)</sup> Berl. Berichte **37**, 2712, 3984.

<sup>53)</sup> Berl. Berichte **37**, 4341 ff.

rialien aber häufig in weiten Grenzen schwanken, war es ohne Prüfung der Materialien auf ihre Güte und ihre Verwendbarkeit für den vorliegenden Zweck äußerst schwierig, unter den zahlreichen Angeboten das richtige herauszufinden. Die Verwaltung oben genannter Werke entschloß sich daher im Anschluß an das bereits bestehende Laboratorium eine chemisch-technische Prüfungs- und Versuchsstation für alle auf ihren Werken zur Verwendung gelangenden Materialien, soweit dieselben eine derartige Prüfung zulassen, zu errichten. Die seit Bestehen dieser Anstalt innerhalb der letzten vier Jahre vorgenommenen Untersuchungen haben den an sie gestellten Erwartungen in jeder Beziehung entsprochen, sie haben zu mancher interessanten Aufklärung beigetragen und bei Beurteilung der Preiswertigkeit sich als äußerst lohnend erwiesen. Bei jeder Ausschreibung, welche halb- oder ganzjährlich erfolgen, werden die Lieferanten vorher zur kostenlosen Einsendung ihrer Proben aufgefordert. Diese werden dann einer eingehenden chemischen und technischen Prüfung unterzogen, auf Grund deren Ergebnisse dann die Vergebung erfolgt.

Zur Untersuchung und Prüfung gelangen sämtliche in Verwendung stehenden Schmier- und Beleuchtungsmaterialien, Putzwolle, Wärmeschutzmasse, Stopfbüchsenverpackung, Riemen und Baumaterialien usw.

Bei der chemischen Untersuchung der Schmiermaterialien, welche eingeteilt werden in:

1. Zylinderöle.
2. Maschinenöle;
  - a) für leichten Betrieb,
  - b) „ schweren „
  - c) „ Kompressorenbetrieb,
  - d) „ schnellaufenden Betrieb (Dynamoöle),
3. Exhaustoröle.
4. Förderwagenöle.
5. konsistente Fette.

richteten wir unser Hauptaugenmerk darauf, daß diese nach Möglichkeit dem praktischen Betriebe entsprechen. Da uns anfangs in dieser Beziehung keine größeren Erfahrungen zu Gebote standen, so waren wir gezwungen, eine Anzahl Öle verschiedener Herkunft chemisch zu untersuchen und gleichzeitig praktisch auszuprobieren.

Die chemische Untersuchung der Zylinderöle erstreckte sich auf die Feststellung des spez. Gew. bei 15° und der im Zylinder bei einer Dampfspannung von 7 Atm. herrschenden Temperatur von 150°, ferner auf den Gehalt von harten Pechen, Asphalt, freier Säure und Wasser, sowie auf den Nachweis von fetten Ölen und mechanischen Verunreinigungen. Die Viskosität bei 150° zu bestimmen, statt wie bei Handelsanalysen gewöhnlich bei 100°, hielten wir für zweckmäßiger, da alsdann direkt auf das Verhalten des Öles im Dampfzylinder geschlossen werden konnte. Auf Grund von Analysen der sich im Betriebe am vorteilhaftesten bewährenden Zylinderölen gelangten wir zur Aufstellung von Lieferungsbedingungen; in denen eine Viskosität von nicht über 550 bei 20° und nicht unter 2 bei 150° gefordert wurde.

Nach einer Reihe Untersuchungen mußten wir erkennen, daß es unmöglich war, auf einer Viskosität

von 2,0 bei 150° zu bestehen, denn nur sehr wenige Zylinderöle entsprechen dieser Bedingung. Da wir bei einer geringeren Zähflüssigkeit keine Störung im Betriebe wahrnahmen, so ermäßigten wir die Viskositätsgrenze auf 1,80. Dementsprechend bedingten wir uns dann einen Hartpechgehalt von 1%.

Schließlich gelangten wir nach geringen Änderungen zu folgenden Lieferungsbedingungen, die wir gegenwärtig noch unseren Ausschreibungen zugrunde legen:

„Das Zylinderöl muß ein reines Mineralöl sein, darf keine fremdartigen Beimengungen und keine mechanischen Verunreinigungen enthalten. Es muß frei von Wasser sein, und der Säuregehalt darf auf SO<sub>3</sub> berechnet 0,03% nicht übersteigen. Das Öl soll in Benzol klar löslich sein und darf mit Petroleumbenzin vom spez. Gew. von 0,700 keinen Rückstand hinterlassen. Der Hartpechgehalt darf 1% nicht übersteigen. In dünner Schicht bei 100° längere Zeit erhitzt, darf es weder verharzen, noch eintrocknen. Das spez. Gew. bei 15° soll nicht unter 0,890 und nicht über 0,925 betragen. Die Viskosität nach Engler soll bei 20° nicht über 550 und bei 150° nicht unter 1,80 sein. Bei 300° darf das Öl keine entflammaren Dämpfe entwickeln.“

Die völlige Löslichkeit des Öles in Benzol wird vorgeschrieben, um die etwaige Anwesenheit von mechanischen Verunreinigungen und sonstigen unlöslichen, den Schmierwert herabsetzenden Beimengungen festzustellen. Da derartige Bestandteile die Zuflußröhren verstopfen und, falls sie in den Zylinder gelangen, denselben infolge ihrer schmirgelnden Wirkung stark angreifen. Asphalt befindet sich in dem Öle nicht im gelösten Zustande, sondern in äußerst feiner Verteilung. Seine quantitative Bestimmung gründet sich auf die Unlöslichkeit in Petroleumbenzin vom spez. Gew. von 0,700. Zur Ausführung werden etwa 2—2,5 g des Öles mit der 100fachen Menge Benzin geschüttelt, bis sämtliches Öl in Lösung gegangen ist. Bei ca. 12-stündigem Stehen setzt sich der in der Lösung suspendierte Asphalt ab, wird filtriert, gut ausgewaschen, mittels heißen Benzols in eine Kulturschale gespült und nach Verdampfen des Benzols gewogen. Asphalt in größeren Mengen kann zu unangenehmen Vorkommnissen führen, indem es sich in den Schieberkanälen und im Dampfzylinder als feste Masse absetzt. Harte Pechen sind in jedem hochsiedenden Mineralöl vorhanden. Es wurde oben von uns die Maximalgrenze von 1% vorgeschrieben, da der Hartpechgehalt den Schmierwert des Öls nicht gerade verbessert. Zur quantitativen Bestimmung der harten Pechen benutzt man deren Eigenschaft, aus ätherischer Lösung durch Alkohol fällbar zu sein (etwa vorhandener Asphalt bleibt unlöslich). Zur Bestimmung des harten Peches benutzen wir die Holdesche Methode. Eine gewogene Menge Öl wird in der 25fachen Menge Äther gelöst und mit der 12,5fachen Menge Alkohol von 96% unter Umschütteln versetzt. Die Abscheidung ist nach einigem Stehen vollständig. Der Niederschlag wird filtriert, mit Alkoholäther 1:2 gut ausgewaschen mit heißem Benzol in einer tarierten Schale gelöst und nach Verdunsten des Lösungsmittels gewogen. Da auf diese Weise

Paraffine ebenfalls ausfallen, und daher der Pechgehalt zu hoch gefunden wird, ist es nötig, den Niederschlag vor dem Lösen in Benzol wiederholt mit Alkohol auszukochen, bis der abfiltrierte Alkohol keine Trübung beim Abkühlen mehr zeigt. Die Viskosität bei 20° ist auf 550 festgesetzt, um ein bei Zimmertemperatur noch fließendes Öl zu erhalten, welches ohne allzu großen Zeitverlust und ohne Anwendung besonderer Maßregeln, wie Erwärmen des Öls usw. in die Schmiergefäße gefüllt werden kann und, soweit keine Ölpumpen im Gebrauch sind, auch gut aus den Schmierbechern abtropft. Ferner soll ein Zylinderöl bei 300° keine entflammaren Dämpfe entwickeln. Wir haben in unseren Bedingungen einen bestimmten Flammpunkt festgesetzt, da allgemein die Öle nach der Höhe des Entflammungspunktes gewertet werden. Nach unserer Meinung und Erfahrung gibt die Bemessung des Flammpunktes für die Beurteilung der Öle keinen Anhalt; dagegen ist von größerem Wert, die Verdampfbarkeit eines Öles bei einer bestimmten Temperatur zu kennen, da ein Öl wohl die Eigenschaften einer handelsüblichen Ware besitzen kann, aber seiner leichteren Verdampfbarkeit halber sich zur Schmierung besonders für unter Dampf gehenden Maschinenteile nicht gut eignet. Wir sind gegenwärtig mit Untersuchungen über die Verdampfbarkeit der hochsiedenden Öle mittels des Holdeschen Apparates (Mitt. der kgl. techn. Versuchsanst. 1902, S. 67) beschäftigt. Die Angelegenheit ist jedoch noch nicht so weit gediehen, um nähere Angaben hierfür machen zu können. Nach Beendigung dieser Versuche beabsichtigen wir, den Flammpunkt aus unseren Bedingungen zu entfernen und dafür eine feste Verdampfungszahl einzusetzen.

Nachdem wir die im Betriebe erhaltenen praktischen Resultate mit den Analysen verglichen hatten, konnten wir bei einer großen Anzahl von Zylinderölen der verschiedenen Herkunft feststellen, daß aus der chemischen Untersuchung des Öls in vorstehender Weise mit großer Sicherheit auf seine Verwendbarkeit im Betriebe geschlossen und der rationelle Wert auf diese Weise sehr leicht bestimmt werden kann. Es dürfte nicht uninteressant sein, an dieser Stelle ein Beispiel aus unserer Praxis anzuführen. Vor einiger Zeit wurde uns von einer bekannten Ölfirma ein sehr teures Zylinderöl angeboten und zur Probe eingesandt, mit der Bemerkung, daß dieses Öl bedeutend besser sei, als jedes von der Konkurrenz angebotene, und daß mit diesem Öle trotz des hohen Preises ganz bedeutende Ersparnisse zu erzielen seien.

Die hier ausgeführte Analyse I ergab folgende Resultate. Die Analyse des damals auf den Fürstlich Pleßschen Gruben in Gebrauch stehenden Zylinderöles II ist nachstehend aufgeführt:

## I.

Äußere Beschaffenheit . . .	hellbr., salbenart.
Spez. Gew. bei 15° . . . . .	0,8920
Viskosität bei 20° . . . . .	salbenartig.
Viskosität bei 150° . . . . .	1,54
Flammpunkt . . . . .	268°
Bei 100° längere Zeit erhitzt	nicht verharzt.
Wasser . . . . .	0,02%
Freie Säure als SO <sub>3</sub> . . . . .	0,01%

Fette Öle . . . . .	nicht vorhanden.
Asphalt . . . . .	nicht vorhanden.
Harte Pech . . . . .	1,44%
Mech. Verunreinigungen . . .	nicht vorhanden.

## II.

Äußere Beschaffenheit . . .	dunkelbraun.
Spez. Gewicht bei 15° . . . .	0,9014
Viskosität bei 20° . . . . .	632
Viskosität bei 150° . . . . .	1,78
Flammpunkt . . . . .	304°
Bei 100° längere Zeit erhitzt	nicht verharzt.
Wasser . . . . .	0,13%
Freie Säure als SO <sub>3</sub> . . . . .	0,01%
Fette Öle . . . . .	nicht vorhanden.
Asphalt . . . . .	0,04%
Harte Pech . . . . .	2,04%
Mech. Verunreinigungen . . .	nicht vorhanden.

Öl I kennzeichnet sich durch das Fehlen des Asphalts als ein filtriertes Öl und ist hauptsächlich wegen seines bedeutend geringeren Pechgehaltes günstiger als II. Dieses konnte aber den Schmierwert nicht in dem Preisverhältnis erhöhen. Wir ließen nun, um ein Vergleichsresultat zu erhalten, beide Sorten noch auf dem zurzeit auftretenden Dettmarschen Ölprüfungsapparat (s. „Glück auf“, Berg- u. Hüttenm. Z. 46, 1121, 1902) untersuchen. Die Prüfung wurde bei 150° ausgeführt und ergab folgendes Resultat: Die Auslaufzeit betrug bei einer Tourenzahl von 1000 ab bei I=472 Sekunden und bei II=424 Sekunden. Es verhielt sich demnach Sorte I zu Sorte II wie 1:0,9. Das auf unseren Gruben zur Verwendung kommende Zylinderöl zeigte sich, wie auch aus der Analyse ersichtlich, hierbei nur wenig geringwertiger als I. Der Preis betrug bei I 138 M und bei II 42 M pro 100 kg.

Ein Öl, welches von einer anderen Ölfirma mit denselben Eigenschaften zu dem ebenfalls hohen Preise von 98 M pro 100 kg offeriert wurde, hat folgende Zusammensetzung:

Spez. Gew. bei 15° . . . . .	0,9006
Viskosität bei 20° . . . . .	424
Viskosität bei 150° . . . . .	1,64
Flammpunkt . . . . .	288°
Brennpunkt . . . . .	335°
Bei 100° erhitzt . . . . .	nicht verharzt.
Wasser . . . . .	0,01%
Freie Säure als SO <sub>3</sub> . . . . .	0,01%
Fette Öle . . . . .	3,49%
Asphalt . . . . .	0,05%
Hartpech . . . . .	0,52%
Mechanische Verunreinigungen . . . . .	keine.

Bei diesem Öl fällt der Gehalt an fetten Ölen auf. Derartige Öle haben den nicht zu bestreitenden Vorteil, daß sie die unter Dampf gehenden Teile besser in Schmierung halten und infolgedessen zu den anderen Ölen einen verhältnismäßig geringen Verbrauch erzielen. Letzteres macht sich besonders bei der Schmierung von Maschinen mit Hoch- und Niederdruckzylinder auffallend bemerkbar. Während z. B. mit einem gewöhnlichen Zylinderöl ohne Fettgehalt an einer Verbundmaschine jährlich 392 kg verbraucht wurden, reduzierte sich der Verbrauch auf jährlich 220 kg, also um rund 44%, nachdem demselben ein Zusatz von

4% fettem Öl in Form von Rüböl zugesetzt wurde. Der Grund dieser ökonomischen Schmierung liegt darin, daß Fette bei der Temperatur und dem im Zylinder herrschenden Druck die Eigenschaft haben, mit dem Mineralöl eine Emulsion einzugehen. Diese Emulsion ist im Wasserdampf löslich und geht mit diesem fort. Daher ist ein Ölzusatz im Niederdruckzylinder unnötig, weil der Dampf aus den Hochdruckzylindern derartig mit dieser Ölemulsion geschwängert ist, daß sich eine Nachschmierung

erübrigt. Da nun fetthaltige Öle Fettsäuren bilden, welche auf das Maschinenmaterial und bei Verwendung des Kondenswassers zu Kesselspeisezwecken auf das Kesselmaterial korrodierend einwirken können, so ist die Verwendung fetthaltiger Zylinderöle eine Betriebsfrage. Wo das Kesselspeisewasser teuer ist, das Kondensat also zweckmäßig wieder verwendet wird, wird man diese fetthaltigen Öle besser nicht verwenden. Wir sind indessen dabei, Versuche über das Verhalten fetthaltiger Kondens-

Tabelle A.  
Cylinderöl.

Lieferant	Lfd. Nr.	Preis pr. 100 kg M	Äußere Beschaffenheit	Spez. Gewicht bei 15°	Viskosität bei 150°	Flamm- punkt °	Brenn- punkt °	Bei 100° erhitzt	Wasser %	freie Säure als SO <sub>3</sub> %	fette Öle %	As- phalt %	harte Pech %	Mechan. Verunreinigungen %
a	1	45,00	dunkel- braun	0,9056	1,79	314	368	ist nicht verharzt	0,02	0,01	frei	0,05	0,82	frei
b	2	39,00	„	0,9015	1,58	292	345	„	0,06	0,01	„	0,06	1,54	„
c	3	40,50	„	0,9009	1,68	307	356	„	frei	0,01	„	0,10	0,94	„
„	4	41,75	„	0,9081	1,75	316	367	„	0,33	0,01	„	0,11	1,67	„
„	5	41,75	„	0,9066	1,95	316	373	„	0,07	0,02	„	0,10	1,14	„
„	6	37,25	„	0,9090	1,74	308	358	„	0,03	0,01	„	0,10	1,10	„
d	7	36,50	„	0,9041	1,69	302	355	„	0,03	0,01	„	0,10	1,83	„
„	8	38,00	„	0,8910	1,51	287	340	„	0,02	0,01	„	frei	1,12	„

Tabelle B.

Äußere Beschaffenheit	Spez. Gewicht bei 15°	Viskosität bei		Flamm- punkt	Brenn- punkt	Wasser %	Pech %	Asphalt %	freie Säure als SO <sub>3</sub> %
		20°	150°						
undurchsichtig dunkelbraun	0,9012	611	1,87	306	357	0,015	0,68	0,04	0,005
„	0,9040	577	1,89	308	356	0,015	1,20	0,04	0,010
„	0,9068	724	1,90	325	370	0,013	1,33	0,04	0,010
„	0,9100	695	1,91	303	357	0,300	1,84	0,05	0,010
„	0,9058	803	1,96	320	368	0,250	1,51	0,03	0,010
„	0,9023	747	1,83	325	372	0,460	0,84	0,03	0,010
„	0,9093	804	1,87	318	366	0,380	1,08	0,07	0,010
„	0,9092	713	1,80	322	370	0,340	1,15	0,07	0,010
„	0,9123	1030	1,99	299	351	0,180	2,40	0,07	0,010
„	0,9069	843	2,00	318	370	0,310	1,54	0,05	0,010
„	0,9068	828	1,79	368	368	0,301	1,20	0,07	0,010
„	0,9136	2100	1,77	310	361	0,080	2,78	0,16	0,010
„	0,9015	645	1,78	304	357	0,140	1,17	0,04	0,010
„	0,9030	605	1,81	304	355	0,100	2,36	0,07	0,010
„	0,9035	594	1,77	302	354	0,150	1,56	0,04	0,010
„	0,9014	668	1,77	305	353	0,160	1,42	0,03	0,010
„	0,9015	611	1,75	299	352	0,150	2,03	0,04	0,010
„	0,9009	485	1,85	303	356	0,140	0,66	0,03	0,010
„	0,9070	668	1,81	305	357	0,320	0,37	0,03	0,010
„	0,9034	1211	1,77	304	354	0,370	0,12	0,02	0,010
„	0,9072	645	1,85	308	358	0,120	0,86	0,03	0,010
„	0,9065	656	1,80	298	355	0,520	0,54	0,03	0,010
„	0,9068	577	1,81	308	357	0,130	0,32	0,04	0,010
„	0,9040	455	1,84	307	361	0,170	0,46	0,03	0,010
„	0,9042	601	1,87	307	359	0,150	0,29	0,04	0,010
„	0,9127	773	1,80	306	354	0,400	0,79	0,13	0,010
„	0,9111	1353	1,78	296	354	0,420	0,93	0,14	0,010
„	0,9121	613	1,83	300	355	0,390	1,75	0,23	0,010
„	0,9035	1170	1,74	301	352	0,540	0,90	0,15	0,010
„	0,9123	635	1,79	303	357	0,140	0,89	0,41	0,010
„	0,9030	357	1,63	308	359	0,100	0,80	0,24	0,010

wasser im Kessel und deren eventuelle Angreifbarkeit auf das Kesselmaterial anzustellen, um uns ein festes Urteil bilden zu können, inwieweit die Besorgnis über Verwendung von fetthaltigem Kondenswasser zu Kesselspeisezwecken berechtigt erscheint.

Die umstehende Tabelle A zeigt die Versuchsdaten einer Zylinderölausschreibung. Aus dieser Untersuchung ging das Zylinderöl Nr. 5 als preiswertestes hervor, auf Grund dessen der Firma c die Lieferung übertragen wurde.

Es folgen nunmehr eine Reihe von Untersuchungen, wie sie die Sendungen ergaben, und wonach sich die aus den Analysendaten zu ziehenden Schlüsse mit den Erfahrungen im Betriebe decken (s. Tabelle B.). Sämtliche Lieferungen bis auf die 6 letzten haben zu keinen Beanstandungen Anlaß gegeben. Die letzten ließen schon nach der Analyse infolge des hohen Asphaltgehaltes auftretende Mängel im Betriebschließen. Es war ganz erstaunlich, wie rasch Klagen aus dem Betriebe der Meldung aus dem Laboratorium über schlechte Beschaffenheit des Öls folgten.

Aus der Tabelle geht hervor, daß es unzumutbar ist, ein Zylinderöl nur nach seiner Zähflüssigkeit zu beurteilen, wie es noch zu oft geschieht, ohne auf die chemische Untersuchung Rücksicht zu nehmen, denn nur diese gibt Aufschluß, ob das Öl ein gut raffiniertes Mineralöl ist. Die Viskosität kann auch durch verschiedene Beimengungen erhöht werden, ohne deswegen ein vorzügliches Öl zu geben.

Wie für Zylinderöle, so gelangten wir auch für Maschinenöle nach vielen Untersuchungen und Versuchen zu feststehenden Normen, welche in folgenden Lieferungsbedingungen niedergelegt sind:

„Das Öl muß vollständig klar sein, darf weder pflanzliche, noch tierische Öle und Fette, noch sonstige fremde Beimengungen enthalten. Dasselbe muß frei von Wasser und mechanischen Verunreinigungen sein und darf, in dünnen Schichten längere Zeit bei 50° erwärmt, weder verharzen, noch eintrocknen. Die hierbei streng innezuhaltenden Normen sind: Spez. Gew. bei 5° nicht unter 0,900 und nicht über 0,915. Die Viskosität nach Engler bei 20° darf nicht über 45 und bei 50° nicht unter 6 betragen. Der Entflammungspunkt soll im offenen Tiegel nicht unter 180° liegen. Der Säuregehalt darf als SO<sub>3</sub> berechnet 0,03% nicht übersteigen. Das Öl muß sich in Benzol und Petroleumbenzin vom spez. Gew. von 0,700, sowie in Alkoholäther 3:4 vollständig klar und ohne Rückstand lösen. Bei -15° muß das Öl noch fließend sein und muß bei dieser Temperatur, in einem U-förmigen, 6 mm weiten Glasrohr einen gleich bleibenden Druck von 50 mm Wassersäule ausgesetzt, in einer Minute mindestens 10 mm steigen.“

Den letzten Passus haben wir eingefügt, um uns für den Winter ein Öl zu sichern, das selbst bei strenger Kälte nicht stockt, eine Eigenschaft, die im Bergwerksbetriebe, bei dem viele Maschinenteile, z. B. Seilscheiben auf den Fördertürmen im Freien laufen und jeder Witterung ausgesetzt sind, erforderlich ist. Tabelle C zeigt die Versuchsdaten einer Maschinenölausschreibung; auf Grund der Resultate und des Preises der wurde Firma a die Lieferung des Öls Nr. 1 übertragen.

Tabelle C. Maschinenöl.

Lieferant	Lauf-Nr.	Preis pr. 100 kg M	Äußere Beschaffenheit	Spez. Gewicht bei 15°	Viskosität bei 20° bei 50°	Flamm-punkt °	Brenn-punkt °	Aufstieg im U-rohr bei einem Druck von 50 mm Wassersäule	bei 50° erwärmt	Wasser %	freie Säure als SO <sub>3</sub> %	Harz %
a	1	28,00	Klar, braungelb, fluoreszierend	0,9064	41,58 6,00	210	250	bei -15° = 5 mm	ist nicht verharzt	0,17	0,01	frei
"	2	26,25	"	0,9084	36,98 5,53	200	239	" - 8° = 2 mm	"	0,33	0,01	"
b	3	29,50	" bräunlichgelb,	0,9059	40,42 5,94	214	254	" - 15° = 3 mm	"	0,12	0,01	"
"	4	30,00	schwach trübe "	0,9069	43,85 6,21	211	250	" - 10° = 2 mm	"	0,14	0,01	"
"	5	30,00	klar	0,9072	45,96 6,45	211	252	" - 12° = 2 mm	"	0,27	0,01	"
"	6	29,00	"	0,9087	36,49 5,62	201	241	" - 12° = 2 mm	"	0,27	0,01	"
c	7	28,75	schwach trübe "	0,9081	32,59 4,98	186	230	" - 15° = 2 mm	"	0,44	0,01	"
"	8	29,20	klar	0,9082	33,34 5,20	192	230	" - 5° = 2 mm	"	0,27	0,01	"
d	9	30,00	"	0,9063	43,26 6,27	205	248	" - 10° = 3 mm	"	0,12	0,01	"
e	10	29,50	"	0,9034	40,11 5,89	206	255	" - 15° = 5 mm	"	0,16	0,01	"

Für schwerlaufenden Betrieb schreiben wir Öle mit einer Viskosität über 6 bei 50° vor. Im übrigen sollen sie sich den allgemeinen Lieferungsbedingungen für Maschinenöle anreihen mit Ausnahme des Gefrierpunktes und der Löslichkeit in Alkohol-Äther 3:4, sowie der Viskosität bei 20°, welche 100 nicht übersteigen soll.

Im Anschluß hieran seien noch die Kompressoröle erwähnt. Für diese schreiben wir infolge der im Druckzylinder auftretenden hohen Temperatur eine Viskosität von über 10 bei 50° und einen Flammpunkt von nicht unter 250° vor. Im übrigen gelten mit Ausnahme des Gefrierpunktes und der Löslichkeit in Alkoholäther 3:4, sowie der Viskosität bei 20° dieselben Bestimmungen, wie bei den allgemeinen Lieferungsbedingungen für Maschinenöle.

Die höhere Viskosität dieser beiden letzten Ölgattungen wird infolge der höheren Fraktion durch den Gehalt an sogenannten Weichpechen bedingt. Diese Pecher sind in Alkoholäther 3:4 unlöslich, wirken aber bei der Schmierung nicht nachteilig und sind nicht mit den sogenannten Hartpechen zu vergleichen (s. Zylinderöle).

In der folgenden Tabelle D sind eine Reihe von Maschinenölanalysen angeführt, welche den Sendungen entstammen, und mit denen wir gute Erfahrungen gemacht haben.

Die Angaben über fette Öle, Asphalt und Hartpech sind weggelassen, weil kein einziges der untersuchten Maschinenöle derartige Bestandteile enthielt. Die Bestimmung des Wassergehaltes wurde in sogenannten Kulturschalen durch 2—3stündiges Erhitzen auf lebhaft siedendem Wasserbade vorgenommen. Auf diese Weise wurde bei sonst bedingungsgemäßen Ölen bis 0,5% Wasser gefunden. Diese Beobachtungen veranlaßten uns, zu prüfen, ob es sich hierbei auch nur um Wasser handelte. Zu diesem Zweck wurde eine größere Probe eines derartigen Öls mit CaCl<sub>2</sub> getrocknet, und eine Kontrollbestimmung mittels dieses wasserfrei gemachten Öls und der ursprünglichen Probe ausgeführt. Hierbei wurde konstatiert, daß Maschinen- und Dynamoöle bei 2—3stündigem Erhitzen auf dem Wasserbade bis zu 0,5% flüchtige Bestandteile abgeben. Infolge dieses Befundes werden in unserem Laboratorium bei Wasserbestimmungen stets Kontrollanalysen mit vorher durch CaCl<sub>2</sub> entwässertem Öl vorgenommen.

Tabelle D.  
Maschinenöle für leichten Gang:

Äußere Beschaffenheit	Spez. Gewicht bei 15°	Viskosität		Flamm-punkt	Aufstieg im U-Rohr bei 50 mm Wassersäule		Harz	Wasser %	freie Säure %	Pech (unlöslich in Alkohol-Äther 3:4)
		bei 20°	bei 50°		Temp. in "	Aufstieg in mm				
klar, braungelb, fluoreszierend.	0,9076	40,74	6,05	199	— 10	2	nicht vorhanden	0,160	0,01	löslich
"	0,9096	39,86	6,11	196	— 5	2	"	0,490	1,01	"
"	0,9094	41,92	6,31	210	— 15	4	"	0,110	0,01	"
"	0,9091	44,93	6,50	210	— 15	4	"	0,020	0,01	"
"	0,9153	45,49	6,20	204	— 15	10	"	0,080	0,01	"
"	0,9094	45,47	6,52	203	— 15	6	"	0,170	0,01	"
"	0,9044	46,54	6,45	207	— 15	5	"	0,160	0,01	"
"	0,9078	43,02	6,47	208	— 12	4	"	0,240	0,01	"
"	0,9074	42,40	6,90	215	— 10	7	"	0,487	0,01	"
"	0,9055	42,81	6,13	211	— 10	8	"	0,503	0,01	"
"	0,9053	41,81	6,13	214	— 10	8	"	0,302	0,01	"
"	0,9064	38,36	6,43	207	— 10	8	"	0,070	0,01	"
"	0,9084	47,67	6,05	210	— 10	8	"	0,040	0,01	"
"	0,9077	39,56	6,65	204	— 8	15	"	0,020	0,01	"
"	0,9070	41,47	5,91	190	— 15	7	"	0,020	0,01	"
"	0,9072	43,74	6,07	209	— 15	3	"	0,060	0,01	"
"	0,9080	40,05	5,53	203	— 15	8	"	0,050	0,01	"
"	0,9073	41,52	6,09	209	— 13	2,5	"	0,014	0,01	"
"	0,9077	40,42	5,65	203	— 15	7	"	0,040	0,01	"
"	0,9061	42,37	6,85	205	— 15	10	"	0,050	0,01	"
"	0,9072	41,92	5,67	202	— 15	8	"	0,080	0,01	"
"	0,9076	41,78	5,92	214	— 15	10	"	0,010	0,01	"
"	0,9080	40,24	5,73	208	— 15	8	"	0,080	0,01	"
"	0,9081	42,96	6,04	207	— 15	8	"	0,020	0,01	"
für schweren Gang:										
klar, dunkelbraun, fluoreszierend	0,9126	66,16	7,53	218	— 0	2	"	0,200	0,015	0,16
hellbraun, undurchsichtig	0,9127	113,71	10,53	219	— 0	2	"	0,180	0,015	0,26
klar, dunkelbraun, fluoreszierend	0,9123	87,57	10,02	220	— 5	3	"	0,150	0,010	0,12

Auch bei den Maschinenölen sei auf einen Fall aus unserer Praxis aufmerksam gemacht, der besonders für diejenigen Maschinenfabriken beachtenswert sein dürfte, welche gleichzeitig den Vertrieb von Ölen übernehmen, oder bestimmte Öle empfehlen.

Als in der ersten Zeit die Öle von sämtlichen Betriebsstellen untersucht wurden, stießen wir hierbei auf ein Öl, welches, als Maschinenöl bezeichnet, folgende Zusammensetzung hatte:

Äußere Beschaffenheit . . .	Dunkelbraun, undurchsichtig.
Spez. Gew. bei 15° . . . . .	0,9301
Viskosität bei 20° . . . . .	336,2
Viskosität bei 50° . . . . .	24,08
Flammpunkt . . . . .	206°
Brennpunkt . . . . .	248°
Bei 50° längere Zeit erwärmt	schwach verharzt.
Wasser . . . . .	0,34%
Freie Säure als SO <sub>3</sub> . . . .	0,15%
Fette Öle . . . . .	nicht vorhanden.
Asphalt . . . . .	0,05%
Harte Peche . . . . .	1,87%
Harz . . . . .	0,97%

Nach Feststellung der Herkunft dieses Öls stellte sich heraus, daß vor mehreren Jahren eine Ventilatormaschine aufgestellt war, für deren guten Lauf die betreffende Maschinenfabrik nur dann Garantie leistete, wenn zum Schmieren der Lager dieses Öl verwendet würde. Auf Grund der Untersuchung ließen wir dieses minderwertige Öl entfernen und mit unserem Maschinenöl schmieren, wonach die Maschine bedeutend leichter lief.

Für unsere leicht laufenden Maschinen, Elektromotoren usw. verwenden wir die dünnflüssigen

Dyna mo ö l e; hierfür gelten folgende Bedingungen:

„Das Öl muß vollständig klar sein, darf weder pflanzliche, noch tierische Fette oder Öle, noch sonstige fremde Beimengungen enthalten. Es muß frei von Wasser und mechanischen Verunreinigungen sein und darf, in dünnen Schichten längere Zeit bei 50° erwärmt, weder verharzen noch eintrocknen. Die hierbei streng innezuhaltenden Normen sind: Spez. Gew. bei 15° nicht unter 0,890 und nicht über 0,910. Die Viskosität nach Engler darf bei 20° nicht über 15 und bei 50° nicht unter 3,5 betragen. Der Entflammungspunkt im offenen Tiegel soll nicht unter 200° liegen. Der Säuregehalt darf, auf SO<sub>3</sub> berechnet, 0,01 nicht übersteigen. Das Öl muß sich in Benzol und in Petroleumbenzin vom spez. Gew. von 0,700, sowie in Alkoholäther 3:4 vollständig klar und ohne Rückstand lösen und soll bei 0° noch fließend sein.“

Anfangs wurde bei diesem Öl die Viskosität nur bei 50° geprüft. Da aber des öfteren Klagen über Heißlaufen der Lager laut wurden, und die Maschinenwärter deshalb dem Öl Petroleum zusetzten, es also dünnflüssiger machten, wurde auch die Viskosität bei 20° festgestellt und konstatiert, daß das Öl trotz vorschriftsmäßiger Zähflüssigkeit bei 50° bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zu dick war und folglich nicht in genügender Menge dem Lager zugeführt werden konnte. Um derartige Fälle zu vermeiden, schrieben wir die angeführte Viskosität bei 20° vor und haben seitdem über ähnliche Vorkommnisse nicht mehr zu klagen. Die Beschaffenheit der hier verwendeten Öle ist aus folgenden Analysen der Tabelle E zu ersehen:

Tabelle E.

Äußere Beschaffenheit	Spez. Gewicht bei 15°	Viskosität		Flammpunkt "	Brennpunkt "	bei 50° erwärmt	Wasser %	freie Säure %
		bei 20°	bei 50°					
braungelb	0,9064	22,50	4,30	211	254	nicht verharzt	0,05	0,01
hellbraun fluoreszierend	0,9050	24,72	4,30	202	241	„	0,04	0,01
trübe, braungelb, fluoreszierend	0,9062	20,60	3,94	219	244	„	0,03	0,01
klar, braungelb	0,9070	15,82	3,56	221	265	„	0,02	0,01
trübe, braungelb	0,9060	15,84	3,52	220	264	„	0,06	0,01
klar, braungelb	0,9070	16,56	3,57	228	265	„	0,02	0,01
klar, braungelb	0,9076	13,07	3,58	222	264	„	0,04	0,01

Exhaustorenöle werden hauptsächlich bei Kokereien und Gasanstalten zum Schmieren der Gassauger verwendet. Sie haben neben der Schmierung den Zweck zu erfüllen, die in den Gassaugern abgeschiedenen Teerbestandteile flüssig zu halten. Man verwendet deshalb für diese Zwecke vorteilhaft leichtsiedende Teeröle. Dieselben haben einen Destillationspunkt von 200°. Die Fraktion beträgt gewöhnlich bis 230° = 12%, bis 270° = 20% und bis 350° = 53%. Der Flammpunkt dieser Öle liegt bei 100°.

Zum Schmieren der Fördergefäße usw. wird meistens ein minderwertiges, unraffiniertes Ölprodukt, sogenanntes Achsenöl, verwendet. Derartige Öle enthalten nach hiesiger Untersuchung bis zu

25% und darüber Leichtöle, ca. 5% Asphalt und über 1% Harz. Diese Öle haben natürlich einen geringen Schmierwert und sind, abgesehen von dem üblen Geruch infolge des Leichtölgehaltes, sehr unsparsam im Schmieren, so daß der geforderte Preis in keinem Verhältnis zur Qualität steht.

Auf einer der Fürstlichen Verwaltung gehörenden kleineren Schachthanlage, wo noch Förderung von Hand auf kilometerlangen Strecken stattfindet, und 1 Mann 6 Wagen zugleich schiebt, macht sich jedes schlechte Förderwagenöl sofort bemerkbar. Bis zur Einführung unserer Untersuchungsstation konnte auf dieser Grube nicht anders als mit Rüböl und Förderwagenöl zu gleichen Teilen geschmiert werden.

Bei der Untersuchung verschiedener Ölsorten stießen wir auf ein Öl, dessen Zusammensetzung aus folgenden Analysen der Tabelle F zu ersehen ist, und welches seit ca. 3 Jahren auf unseren sämt-

lichen Gruben eingeführt worden ist. Auf der erwähnten Grube wird seitdem nur mit diesem Öl geschmiert, und die Schmierkosten haben sich gegen früher um 23,5% reduziert.

Tabelle F.

Äußere Beschaffenheit	Spez. Gewicht bei 15°	Viskosität		Flamm-punkt in "	Aufstieg im U-Rohr		Hart-Pech %	Asphalt %	Wasser %	freie Säure %	bei 50° erwärmt
		bei 20°	bei 50°		Temp. "	mm					
dunkelbraun durchsichtig	0,9190	103,9	12,14	158	— 15	4	0,61	0,04	0,44	0,10	nicht verharzt
"	0,9190	124,6	13,86	162	— 10	2	0,21	frei	0,44	0,13	"
"	0,9091	36,58	5,67	162	— 15	10	0,52	0,03	0,10	0,20	"
"	0,9080	35,35	5,74	158	— 15	8	0,20	frei	0,10	0,19	"
"	0,9237	53,33	7,82	151	— 10	10	1,67	0,83	Spuren	0,08	"
"	0,9412	54,03	7,15	157	— 10	15	0,22	0,03	0,05	0,08	"
"	0,9274	67,77	7,81	140	— 8	5	3,04	1,08	Spuren	0,06	"
"	0,9325	64,56	8,02	140	— 15	8	2,13	2,74	"	0,10	"
"	0,9109	101,30	10,80	188	— 10	3	0,43	frei	0,05	0,05	"

Die genannten Öle werden von den Ölfirmen gewöhnlich als Sommer- und Winteröle geliefert. Letztere enthalten dann einen etwas höheren Gehalt an leichten Ölen, um den bedingenen Erstarrungspunkt des Öls zu erreichen. Da aber der Schmierwert infolge des Leichtölgehaltes reduziert wird, so nehmen wir nur Sommeröl ab und haben Vorkahrungen getroffen, nach welchen dieses Öl im Winter unmittelbar vor dem Schmieren angewärmt werden kann. Während des Laufens ist die Reibungstemperatur so groß, daß ein Erstarren im Lager nicht eintreten kann.

Für die Lieferung dieser Wagenöle, welche zum Schmieren der Fördergefäße, Koks-karren usw. verwendet werden, gelten nachstehende Vorschriften:

„Das Öl darf keine fremdartigen Bestandteile enthalten, muß frei von Wasser und mechanischen Verunreinigungen sein und darf, bei 50° längere Zeit erwärmt, weder verharzen noch eintrocknen. Der Säuregehalt als SO<sub>3</sub> berechnet, darf 0,20%, und der Asphaltpechgehalt im Öl 0,5% nicht übersteigen. Der Viskositätsgrad soll bei 20° 50—100 und bei 50° nicht unter 6 betragen. Der Flamm-punkt darf nicht unter 150° liegen und das spez. Gew. muß bei 15° 0,900—0,915 betragen. Bei —15° muß das Öl noch fließend sein und muß bei dieser Temperatur, in einem U-förmigen 6 mm weiten Glasrohr einem gleichbleibenden Drucke von 50 mm Wassersäule ausgesetzt, in einer Minute mindestens 10 mm steigen.“

Ein weiteres wichtiges Schmierobjekt ist das konsistente Maschinenfett, welches des sparsameren und sauberen Betriebes wegen durchweg zur Schmierung der Transmissionen, Aufbereitungsmaschinen usw. eingeführt ist. Auch hier sind neben der chemischen Analyse gleichzeitig praktische Versuche gemacht, auf Grund welcher wir zu folgenden Lieferungsdaten gelangten:

„Das Fett soll eine helle Farbe und ein homogenes Aussehen besitzen. Es soll frei von mechanischen Verunreinigungen sein. Der Kalk-seifengehalt darf nicht über 10% und der Wasser-gehalt nicht über 2% betragen. Der Fließpunkt

soll nicht unter 80° liegen. Das Fett soll frei von freier Säure und frei von Alkali sein. Harzartige Beimengungen sind für Schmierzwecke nicht gestattet.“

Der vorgeschriebene Fließpunkt hat den Zweck, ein Fett zu erhalten, welches bei der im Maschinen-lager herrschenden Temperatur noch konsistent bleibt. Der Fließpunkt wird nach der Pohl-schen Methode bestimmt, indem man die Queck-silberkugel eines genauen Thermometers mit dem Fett bestreicht und mittels Korkens in einem Probiergläschen befestigt. Dieses wird in ein Gefäß mit Wasser getaucht und auf dem Wasserbade unter allmählich steigender Temperatur erhitzt. Die Temperatur, bei welcher der erste Tropfen abfließt, nennt man den Fließpunkt. Der Seifengehalt wird bestimmt, indem man ca. 5 g Fett in einem Scheidetrichter mit Äther löst und die Seife durch Zusatz von verd. Salzsäure spaltet, wodurch die Fettsäure abgeschieden wird und Kalk in Lösung geht. Die freie Fettsäure befindet sich in der Äther-lösung und wird nach Ablassen und wiederholtem Auswaschen der Salzsäure mit Wasser, durch Ti-tration mit Kalilauge bestimmt und auf Seife umgerechnet. 1% freier Fettsäure als SO<sub>3</sub> berechnet entspricht im Mittel 7,4% Kalkseife.

Der Seifengehalt, welcher die Konsistenz und den Fließpunkt eines Maschinenfettes bedingt, haben wir auf höchstens 10% festgesetzt, da Seife die Lagerteile angreift, und der Schmierwert durch zu hohen Seifengehalt reduziert wird.

Die umstehende Tabelle G enthält einige Fette, die in unserem Laboratorium untersucht worden sind.

Wie verschieden die Fette in der Schmier-wirkung sein können, zeigt das Fett Nr. 10. Mit diesem Fett wurde eine 6fach günstigere Schmier-wirkung erzielt, als mit dem augenblicklich bei uns im Gebrauch stehenden Fett Nr. 1. Fett Nr. 10 kostet 200 M pro 100 kg, Fett Nr. 1 kostet 38 M pro 100 kg. Die Herstellung des Fettes Nr. 10 muß jedenfalls eine besondere sein. Aus der Ana-lyse konnte nur festgestellt werden, daß das Fett bei dem Seifengehalt von 10% gegenüber den anderen Fetten eine bedeutend höhere Konsistenz



Tabelle G.

Lfd. Nr.	Äußere Beschaffenheit	Spez. Gewicht	Fließpunkt <sup>a</sup>	Wasser %	Kalkseife %	freies Alkali %
1	hellgelb	—	79	3,24	8,65	0,08
2	bräunlich-gelb	0,8997	78	6,40	9,84	0,05
3	dunkel-gelb	0,8963	78	5,54	8,95	0,03
4	hellgelb	—	89	2,08	12,97	0,22
5	gelb	—	81	1,80	14,15	0,04
6	hellgelb	—	72	3,37	9,67	0,12
7	hellbraun	0,9044	75	13,78	15,34	0,03
8	goldgelb	0,9158	90	8,38	15,62	0,02
9	schmutzig-gelb	0,8963	79	13,69	14,80	0,19
10	hellbraun	0,9000	88	2,25	10,21	0,01

und einen verhältnismäßig hohen Fließpunkt hat, Eigenschaften denen wir hauptsächlich die ökonomische Schmierung dieses Fettes zuschreiben.

(Schluß folgt.)

## Ein neuer Apparat zur Bestimmung der Dampfdichte.

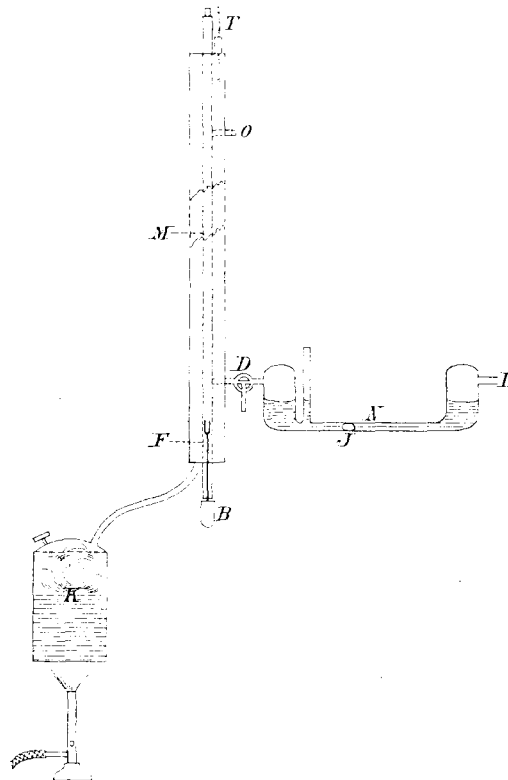
Von Prof. E. GRIMSEHL, Hamburg.

(Eingeg. d. 3./4. 1905.)

Das Prinzip des neuen Dampfdichtebestimmungsapparats besteht darin, daß das Gewicht einer Dampfsäule von abgemessener Länge durch ein empfindliches Manometer mit dem Gewicht einer gleich hohen Luftsäule verglichen wird.

Der Apparat selbst besteht aus einem vertikalen, dünnwandigen Messingrohr M von 130 cm Länge und 6 mm innerer Weite. 15 cm vom unteren und ebenso weit vom oberen Ende ist je ein kurzes Messingrohr senkrecht an das lange Rohr angebracht. Das lange Messingrohr ist umgeben von einem 5 cm weiten äußeren Rohr, welches als Dampfmantel dient. Das obere und das untere Ende des engen Rohres sind durch die Grundflächen des Dampfmantels hindurchgeführt und durch Lötung dampfdicht abgeschlossen. Die kurzen Ansatzrohren gehen durch die Seitenwandung des Mantels hindurch. In den Boden des Dampfmantels führt ein Kupferrohr von etwa 15 mm Weite und 20 cm Länge, durch welches der Dampf des kupfernen Siedegefäßes K in den Dampfmantel hineingeleitet wird. Das obere Ende des Dampfmantels ist mit einem kleinen Stutzen versehen, in welchen lose ein Thermometer T eingesetzt wird. Die Dampfentwicklung kann durch eine unter das Siedegefäß gesetzte Flamme so geregelt werden, daß in dem ganzen Dampfmantel eine gleichmäßige, dem Siedepunkte des Heizdampfes entsprechende Temperatur herrscht, ohne daß Dampf in beträchtlicher Menge aus dem oberen Stutzen entweicht. Der an den Wandungen kondensierte Dampf fließt in das Siedegefäß wieder zurück. Das obere Ende des inneren Rohres, des eigentlichen Meßrohres, wird dauernd verschlossen und

hat nur den Zweck, eine etwa notwendig gewordene Reinigung zu erleichtern. In das untere Ende des Meßrohres führt ein an einem Holzgriffe B befestigter Stopfen, der an dem oberen Ende eine kleine becherförmige Erweiterung F hat, in welche der zu verdampfende Körper gebracht wird. Diese becherförmige Erweiterung liegt bei eingesetztem Stopfen etwa in der Mitte zwischen dem Boden des Dampfmantels und dem unteren seitlichen Rohre, also innerhalb des Gebietes, in der die Temperatur des Heizraumes herrscht. Das untere seitliche Rohr ist durch einen Dreiveghahn mit einem empfindlichen Manometer N von besonderer Konstruktion verbunden, welches den Druck von 1 mm Wassersäule in 30–50facher Vergrößerung durch Verschiebung einer als Index



dienenden Luftblase J anzeigt. Das obere seitliche Ansatzrohr, welches von dem unteren den genauen Vertikalabstand von 1 m hat, ist mit einem kleinen Metallstopfen mit enger Bohrung O verschlossen. Der an dem unteren Ansatzrohr befindliche Dreiveghahn D gestattet die Herstellung der Verbindung des Meßrohres mit dem Manometer oder mit der Außenluft, oder den Abschluß des Meßrohres, wobei gleichzeitig das Manometer mit der Außenluft verbunden ist. Wenn man nun in das erhitzte Meßrohr mittels des kleinen Bechers F die Substanz einführt, deren Dampfdichte bestimmt werden soll, so verdampft dieselbe fast momentan und treibt die im Meßrohr befindliche Luft vollständig aus dem oberen seitlichen Ansatzrohr heraus, bis der Druck in dem oberen Ansatzrohr gleich dem Atmosphärendruck ist. Hierbei muß das Manometer gegen das Meßrohr durch den Dreiveghahn abgeschlossen werden. Ist die Verdampfung be-