

und nach Zugabe von 100 kg Leinöl und 250 kg Mineralöl 6—8 Stunden das Kochen fortgesetzt. Läßt man nun einige Tage erkalten, so scheidet sich das Schmiermittel an der Oberfläche als bei etwa 90° schmelzende salbenartige Masse ab.

Statt des Leinöls können andere pflanzliche Öle, statt des Kalkes kann teilweise Magnesia benützt werden.

Das Maschinenfett wird häufig durch fettlösliche Farben gefärbt.

Wird dem konsistenten Fett Gips, Talk oder ähnliche Stoffe zugesetzt, so erhält man gefüllte Starrschmierien, deren Wert aber beträchtlich kleiner ist.

Die Starrschmierien finden vorwiegend bei stark belasteten Maschinenteilen und solchen, die höheren Temperaturen ausgesetzt sind, Anwendung.

**Wagenfette** sind eine Art Starrschmiere, zu deren Erzeugung nebst Kalkseifen vielfach Harzöle oder Teeröle herangezogen werden; sie besitzen häufig dunkle Färbung. Auch für sie gibt es eine große Zahl von Bereitungsvorschriften, von denen eine als Beispiel herausgegriffen werden soll:

Zunächst werden 100 kg rohes Harzöl allmählich mit 80 kg gelöschtem Kalk versetzt und unter Umrühren so lange erhitzt, bis eine homogene teigige Masse entstanden ist; diese bildet den Ansatz I. Nun erwärmt man 50 Teile Mineralöl mit 50 Teilen Teeröl und 150 Teilen pulverförmigem gelöschtem Kalk, bis die Masse teigige Beschaffenheit angenommen hat und mischt je 13 Teile davon mit 12 Teilen des erwärmten Ansatzes I, worauf man noch 200 Teile schweres (blaues) Harzöl unter ständigem Rühren zufließen läßt.

Die Masse hat nach dem Erkalten butterartige Beschaffenheit; sie führt den Namen **P a t e n t w a g e n f e t t**.

**Kalypsofette** und **Walzenbriketts** sind Starrschmierien, die Natronseife als wesentlichen Bestandteil nebst Mineralölen enthalten; sie besitzen einen besonders hohen Schmelzpunkt.

## 7. Prüfung der Schmiermittel.

Die Untersuchung der Schmiermittel geschieht meistens im Hinblick auf folgende Eigenschaften.

Die **Dichte**. Die Bestimmung der Dichte eines Schmiermittels hat derzeit, wo hauptsächlich Mineralöle in Betracht kommen, nur untergeordnete Bedeutung, da gerade bei diesen bei gleicher Güte je nach der Herkunft verschiedene Werte gefunden werden können. Trotzdem werden vielfach Grenzwerte festgesetzt, innerhalb deren die Dichte schwanken soll.

So gelten beispielsweise folgende Zahlen:

Name des Schmiermittels	Dichte bei 15° C
Spindelöle . . . . .	0,85—0,91
Leichte Maschinöle . . . . .	0,90—0,92
Schwere Maschinöle . . . . .	0,91—0,94
Dampfzylinderöle . . . . .	0,90—0,95
a) Naßdampfzylinderöle . . . . .	> 0,885
b) Heißdampfzylinderöle . . . . .	> 0,90
Eisenbahnwagenachsenöle:	
a) Sommeröle . . . . .	0,90—0,94
b) Winteröle . . . . .	0,90—0,94

Bei den fetten Ölen, die wesentlich einheitliche Stoffe darstellen, spielt die Dichte eine größere Rolle, da nicht nur ein Schluß auf die Art des Öls, sondern auch auf Beimengungen anderer Öle zu einer bestimmten Art gezogen werden kann.

Die Bestimmung der Dichte geschieht wie bei den Heizölen.

**Schlüpfriktionsgrad** (reibungsvermindernde Kraft).

Die Feststellung des Schlüpfriktionsgrades von Schmiermitteln geschieht häufig mittels eigener Maschinen, der sogenannten Ölprobiermaschinen. Die Ölprobiermaschinen sind so eingerichtet, daß sie den Schluß auf die Verwendungsmöglichkeit eines Schmiermittels für bestimmte Zwecke zulassen.

Der Grad der Reibung wird dabei entweder direkt z. B. aus einem Pendelausschlag festgestellt oder aus der Temperaturerhöhung erschlossen, die infolge der Reibung bei längerer Bewegung auftritt. Auf eine nähere Beschreibung solcher Maschinen kann hier nicht eingegangen werden.

Mit Hilfe der Ölprobiermaschine kann auch eine Änderung des Schlüpfriktionsgrades unter dem Einfluß der Luft ermittelt werden, indem die Reibung zunächst mit dem frischen Schmiermittel und dann nach längerem Liegen einer dünnen Schichte an der Luft (wobei Staub sorgfältig ausgeschlossen werden muß!) gemessen wird.

Man kann den Einfluß der Luft ferner nach dem Verfahren von **Nasmyth** in folgender Weise prüfen: Eine etwa 2 m lange Eisenplatte, in die seichte Rinnen eingehobelt sind, wird schräg aufgestellt und in das obere Ende der Rinne etwas des zu prüfenden Öls gebracht. Aus der Strecke, die es in der Rinne zurücklegt, kann auf das Verhalten an der Luft geschlossen werden.

**Viskosität.** Einen Schluß auf die reibungsvermindernde Kraft eines Schmiermittels kann man auch aus der Viskosität ziehen.

Die Viskosität wird mit dem **Englerschen Viskosimeter** in ähnlicher Weise wie bei den Heizölen (siehe Seite 62) ermittelt.

Die Viskosität einiger Schmiermittel zeigt nachstehende Tabelle:

Name des Schmiermittels	Viskosität in Engler-	
	graden bei 20° C	50° C
Spindelöle . . . . .	5—10	—
Leichte Maschinöle . . . . .	10—25	—
Schwere Maschinöle . . . . .	25—40	—
Dampfzylinderöle . . . . .	—	20—60
Schmieröle für Eisenbahnwagenachsen (Vulkanöle):		
a) Sommeröle . . . . .	40—60	7—10
b) Winteröle . . . . .	25—45	4,5—7,5

**Kältebeständigkeit.** Die Kältebeständigkeit wird ähnlich wie bei den Heizölen geprüft (siehe Seite 54).

**Flammpunkt.** Die Bestimmung des Flammpunktes geschieht entweder im offenen Tiegel oder mit dem Pensky-Martenschen Apparat in der bei den Heizölen beschriebenen Weise (siehe Seite 61).

Flammpunktsbestimmungen sind besonders bei Dampfzylinderölen wichtig, da Öle mit niedrigem Flammpunkt in der Hitze ihr Volumen durch Verdunstung rasch ändern.

Nachstehende Tabelle zeigt die Flammpunkte einiger Schmiermittel:

Name des Schmiermittels	Flammpunkt in ° C
Spindelöle . . . . .	160—190
Leichte Maschinöle . . . . .	190—220
Schwere Maschinöle . . . . .	200—250
Dampfzylinderöle . . . . .	250—320
Eisenbahnwagenachsenöle (Vulkanöle):	
a) Sommeröle . . . . .	über 145
b) Winteröle . . . . .	über 135

**Säuregehalt.** Säuren können im Schmiermittel entweder schon vermöge seines Ursprunges vorkommen, oder durch die Raffination hineingebracht werden.

Im fetten Öl kann sich freie Fettsäure durch Einwirkung der Luft bilden, rohe Mineralöle enthalten sogenannte Naphthen- und Petrolsäuren, Teeröle fast immer Phenole in größerer Menge.

Durch die Raffination mit Schwefelsäure wird bei fetten Ölen etwas freie Fettsäure gebildet, Reste von Schwefelsäure können bei ungenügendem Auswaschen in Schmiermitteln zurückbleiben.

Schwefelsäure kann von den in Betracht kommenden organischen Säuren leicht mittels *Methylorange* unterschieden werden. Zu diesem Zwecke schüttelt man etwa 5 cm<sup>3</sup> der Probe mit Wasser kräftig durch und setzt dem Wasser dann etwas einer alkoholischen Lösung von *Methylorange* zu. Rosafärbung zeigt Schwefelsäure (oder eine andere Mineralsäure, die aber kaum in Betracht kommt) an.

Der Gesamtsäuregehalt wird am besten in einer Lösung des Schmiermittels in einer Mischung von Alkohol und Äther (2 : 1) durch den Verbrauch von  $\frac{1}{10}$  normaler Lauge (alkoholische Lösung!) unter Anwendung des Phenolphthaleins als Indikator bestimmt. Die Menge der Lauge, die bis zum Auftreten von Rotfärbung zugesetzt werden muß, gibt den Säuregehalt an.

Dunkle Öle müssen mit Alkohol ausgeschüttelt werden, da sonst die Färbung des Phenolphthaleins nicht sichtbar würde.

Über den gewöhnlich vorkommenden Gehalt an freien Säuren gibt nachstehende Tabelle eine Übersicht.

Name des Schmiermittels	% Säure
Spindelöle (Mineralöle) . . . . .	weniger als 0,01
Maschinöle (Mineralöle) . . . . .	0,000—0,01
Naßdampfzylinderöle (Mineralöle) . . . . .	weniger als 0,05
Heißdampfzylinderöle (Mineralöle) . . . . .	weniger als 0,1
Vulkanöle (Mineralöle) . . . . .	weniger als 0,3
Zylinderöl (Mischung aus Mineralöl und fettem Öl) . . . . .	0,035—0,315
Olivenöl . . . . .	1,300—1,500
Rohes Rüböl . . . . .	0,178—0,330
Raffiniertes Rüböl . . . . .	0,525
Baumwollsamensöl . . . . .	1,070
Harzöl (raffiniert) . . . . .	0,210
Rindstalg . . . . .	0,150—1,062

In bezug auf den Säuregehalt von Teerölen ist bereits eingehend gesprochen worden (siehe Seite 103).

**Wassergehalt.** Nennenswerter Wassergehalt kann beim Gebrauche des Schmiermittels zu Störungen Veranlassung geben. Zu seiner quantitativen Bestimmung wird die bei den Heizölen (Seite 63) beschriebene Methode angewendet.

Qualitativ kann die Anwesenheit von Wasser am Auftreten von Wasserbläschen beim Erhitzen erkannt werden. Diese Wasserbläschen sind in dünnen Schichten an der milchigen Trübung, in dickerer Schicht am Schäumen und Stoßen zu erkennen. Da im Öl enthaltene Luftblasen ebenfalls Schaumbildung hervorrufen, ist die Beurteilung auf Grund der milchigen Trübung und des Stoßens beim Erwärmen sicherer. Am besten wird die Untersuchung in einer Proberöhre vorgenommen, in die man einige  $\text{cm}^3$  des Öls bringt, wobei man gleichzeitig dafür sorgt, daß die Wände oberhalb des Flüssigkeitsspiegels mit einer dünnen Schichte überzogen sind, in der die Emulsionsbildung wahrgenommen werden kann.

**Aschengehalt.** Der Aschengehalt spielt vorwiegend bei Starrschmier eine Rolle. Solche, die Seife als Grundlage enthalten, dürfen höchstens 5%, andere höchstens 1% Asche hinterlassen. Gefüllte Starrschmier sind natürlich reicher an Aschenbestandteilen.

Die Bestimmung der Asche geschieht wie bei Heizölen (Seite 64).

**Tropfpunkt.** Bei Starrschmieren ist auch die Feststellung des sogenannten Tropfpunktes wichtig; sie erfolgt mittels des Apparates von U b b e l o h d e (Fig. 36). Das Thermometer ist mit der Metallhülse b, die eine kleine Öffnung c hat, fest verbunden. e ist eine 10 mm lange, an der unteren Öffnung 3 mm weite Glashülse, die durch die federnde Hülse b festgehalten wird. Die Glashülse wird mit der zu untersuchenden Substanz sorgfältig gefüllt, in b bis zur Marke d eingefügt, das Thermometer dann in ein etwa 4 cm weites Proberohr gesteckt und dieses in ein Becherglas, das 2 Liter Wasser enthält, getaucht. Man erhitzt nun so, daß das Thermometer in 1 Minute um  $1^{\circ}$  steigt. Diejenige Temperatur, bei der der erste Tropfen aus der Hülse in die Proberöhre fällt, ist der Tropfpunkt.

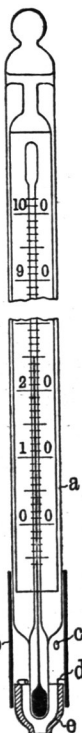


Fig. 36. Apparat von Ubbelohde zur Bestimmung des Tropfpunktes.

Da auch Mischungen von Mineralölen mit fetten Ölen als Schmiermittel benützt werden, ferner gelegentlich ein fettes Öl mit billigem Mineralöl gefälscht werden kann, sei noch kurz angegeben, wie man die Bestandteile solcher Mischungen nebeneinander nachweisen kann. Der Nachweis beruht auf der Verseifbarkeit der fetten Öle.

**Nachweis von fettem Öl in Mineralöl.** Einige  $\text{cm}^3$  der Probe werden mit einer kleinen Menge Ätznatron in einer Eprouvette im Paraffinbade über  $200^{\circ}$  erhitzt. Erstarrt beim Abkühlen die Masse zu einer Gallerte, oder tritt beim Schütteln mit etwas Wasser die Bildung von Seifenschaum ein, so ist fettes Öl vorhanden gewesen; bei Schmiermitteln, die bei gewöhnlicher Temperatur selbst gallertartig sind, entscheidet das Auftreten des Seifenschaums.

Erhebliche Zusätze von fetten Ölen können an der starken Erwärmung beim Mischen mit konzentrierter Schwefelsäure erkannt werden; Bedingung ist dabei, daß das Öl trocken ist. So geben beispielsweise  $5 \text{ cm}^3$  raffiniertes Rüböl mit  $5 \text{ cm}^3$  konzentrierter Schwefelsäure gemischt eine Temperaturerhöhung von nahezu  $50^{\circ}$ , während reines Mineralöl nur ganz unbedeutend wärmer wird.

**Nachweis von Mineralöl in fettem Öl.** Durch Erhitzen eines Stückchens Kaliumhydroxyd mit einigen  $\text{cm}^3$  absolutem Alkohol stellt man sich eine alkoholische Kalilauge her und kocht mit dieser einige  $\text{cm}^3$  der Probe. Ist nur fettes Öl vorhanden, so löst sich das Reaktionspro-

dukt in destilliertem Wasser klar auf, während bei Gegenwart von Mineralöl infolge seiner Unlöslichkeit in Wasser Trübung eintritt.

### III. Kesselspeisewasser.

#### 1. Zusammensetzung natürlicher Wässer, die für die Kesselspeisung in Betracht kommen.

Chemisch reines Wasser findet sich infolge seines großen Lösungsvermögens für die verschiedensten Stoffe in der Natur nirgends vor. Wenn im gewöhnlichen Leben von reinem Wasser gesprochen wird, so ist damit fast immer zum Trinken geeignetes Wasser gemeint, das aber durchaus nicht immer für andere Zwecke, beispielsweise als Kesselspeisewasser brauchbar sein muß.

Relativ am ärmsten an gelösten Stoffen ist das Meteorwasser (Regenwasser, Schneewasser). Seine Zusammensetzung ist aber ziemlich weitgehend von verschiedenen Bedingungen abhängig, so beispielsweise von der Jahreszeit, der Dauer des Regens, der Örtlichkeit, wo es gesammelt wird, u. dgl. Auf jeden Fall ist aber das Meteorwasser so arm an gelösten Bestandteilen, daß es in dieser Hinsicht vorzüglich als Kesselspeisewasser geeignet wäre.

Die Zusammensetzung von Regenwasser kann aus folgenden von E. Reichardt ermittelten Durchschnittszahlen aus 10 Bestimmungen entnommen werden.

Gesamtgasmenge In 1 l oder Prozente der Gesamtgasmenge	Gelöste Gase: cm <sup>3</sup>			Gelöste feste Stoffe: mg
	O	N	CO <sub>2</sub>	
27,04	5,97	16,60	4,47	0,2—86,0
	22,06	61,40	16,54	

Außergewöhnliche Verunreinigungen der Luft führen auch entsprechende Verunreinigungen des Regenwassers herbei; so findet sich in Regenwasser, das in der Nähe von Fabrikanlagen mit Kohlenfeuerungen gesammelt wird, stets merkliche Mengen von freier Schwefelsäure vor. Besonders Schnee, der längere Zeit mit solcher Luft in Berührung ist, nimmt reichlich Schwefelsäure auf; so konnten in 1 l solchen Schnees nach 24tägigem Liegen an freier Luft beispielsweise 92 mg Schwefelsäure gefunden werden.

Das auf dem Erdboden anlangende Regenwasser findet dort wieder reichlich Gelegenheit zu weiterer Verunreinigung, die hier nur soweit besprochen werden soll, als sie für die Verwendung des Wassers zur Kesselspeisung Bedeutung hat. Durch die Zersetzung der organischen