

nischen Literatur keinerlei Übereinstimmung in der Anwendung der drei Namen. Man sollte sich — diese Mahnung richtet sich auch an die Industrie — daran gewöhnen, die v. Wagner-Roscoesche Nomenklatur künftig streng durchzuführen, also  $H_2S_2O_4$  nur „unterschweflige Säure“, die Salze „Hyposulfite“,  $H_2S_2O_3$  nur „Thioschwefelsäure“, die Salze „Thiosulfate“ zu nennen. Gelegentliche Irrtümer bei der Benutzung der älteren Literatur werden sich allerdings nicht vermeiden lassen. Dies gilt aber auch schon für die heutigen Verhältnisse.

[A. 181.]

## Technisches und wirtschaftliches vom Schmiermittelgebiet.

Von Dr. FRITZ FRANK, Berlin.

(Vortrag gehalten auf der Hauptversammlung zu Würzburg.)

(Eingeg. 15./10. 1919.)

Meine Herren! Heute habe ich die Ehre, Sie durch ein Gebiet zu führen, welches bis in die Mitte der Kriegsjahre hinein von dem Chemiker etwas nebensächlich behandelt worden ist. Erst die Zwangslage, in die uns die Kriegsverhältnisse gebracht haben, hat das besondere Interesse auch der direkten Fachgenossen diesem Gebiete zugewendet.

Schmiermittel gab es vor dem Kriege in Hülle und Fülle. Man war immer nur gewohnt, gerade das beste, das sich bot, für gut genug anzusehen. Man hat nie oder doch nur in seltenen Fällen in den Industriestätten selbst, in denen die Schmiermittel letzten Endes doch die Seele der beweglichen Betriebsteile ausmaachten, sich nennenswert um die direkten Anforderungen gekümmert. Man war gewohnt, mit einigen wenigen physikalischen Wertzahlen die Beurteilung vorzunehmen. Nur die Konkurrenz der Schmiermittel erzeugenden und vertreibenden Werke und Händler hatte nach dieser Richtung hin allmählich einige Wandlung zu schaffen versucht, dahingehend, daß wenigstens durch eingehende Messungen, da, wo sich die Gelegenheit hierzu bot, eine eingehendere Prüfung und Beobachtung herbeigeführt wurde.

Ich hatte Gelegenheit, während der Tagung in Frankfurt in einer erweiterten Fachgruppensitzung bereits zu diesem Thema das mitzuteilen, was bis zu jener Zeit auf diesem Arbeitsgebiete vorlag. Es war hervorgegangen aus dem Konkurrenzkampfe der die Schmieröle gewinnenden und vertreibenden Industrie und aus der Kriegsverhältnisse. Die letztere hat viele neue Gesichtspunkte geschaffen, die von dauerndem Wert sein werden. Bei dieser Gelegenheit wurden auch diejenigen Fragen im Bericht und in der Diskussion bereits gestreift, die über direkte Ersatzerzeugnisse zum Sparen und Durchhalten zu jener Zeit vorlagen.

Inzwischen sind nun alle die Betreibungen, die in der früheren Kriegsschmierölgesellschaft, jetzigen Mineralölversorgungsgesellschaft sowohl von den technischen, wie von den wirtschaftlichen Kreisen bearbeitet wurden, durch die unglückliche Lage, in die wir durch den Ausgang des Krieges versetzt sind, scheinbar illusorisch geworden. Es war noch in der letzten Zeit geplant, eine zielbewußte Wirtschaftspolitik, die sich aufbaute auf den technischen Erfahrungen in einer Planwirtschaft, durchzusetzen. Diese Idee begegnete großen Schwierigkeiten, weil man in der Planwirtschaft nur eine Art Zwangswirtschaft und dadurch eine Bedrängung des Handels erwartete.

Nun sind aber die Arbeiten, die die technischen und wirtschaftlichen Stellen geführt haben, in Übereinstimmung mit den Erfahrungen, die bereits früher vorlagen, und die sich täglich weiter ausbauen, zu einem solchen Maße von Vollkommenheit herangewachsen, daß es fast als eine zwangsläufige Forderung der Ölverbrauchenden Industrie erscheinen muß, daß diese Kreise selbst zu einer planmäßigen Wirtschaft die Hand bieten oder eine solche fördern sollten. Die Basis für diese Aufgabe ist darin zu erblicken, daß der Nachweis geradlinig dahin geführt werden konnte, daß für eine große Anzahl von Ölsorten die gebotenen Qualitäten einen gewissen Luxus bedeuten, und daß man auch mit viel bescheideneren Ansprüchen die gleichen Erfolge erzielen kann und zwar sowohl in bezug auf den Energieverbrauch, wie auf die richtige Anpassung der zum Schmieren gebrauchten Öle oder Schmiermittelqualität.

Wie schon vorher gesagt, ist die Lage eigentlich vor dem Kriege so gewesen, und sie fängt jetzt an, sich ebenso wieder auszugestalten, daß im Konkurrenzkampfe der erzeugenden und anbietenden Öl-

firmen immer wieder die auch äußerlich schöne Qualität als das beste dargestellt wird. In bezug auf die Viscosität werden im allgemeinen viel zu hohe Anforderungen gestellt infolge der Angebote, die immer darauf hinausgehen, zu zeigen, daß die Schmierfähigkeit eines Öles und die Sicherheit des Betriebes gewährleistet wird mit einem hoch viscosen, hochflammenden und hellen Öl gegenüber solchen Erzeugnissen, die in dieser Beziehung äußerlich und in bezug auf die physikalischen Konstanten geringeres in Aussicht zu stellen scheinen.

Um einen Überblick über die Qualitäten, die bisher in den Verbrauch kamen zu erhalten, ist eine Zusammenstellung gemacht worden, welche die Verhältniszahlen der einzelnen hier zum Verbrauch kommenden Öle zum Gesamtverbrauch anzeigt. Die folgenden Zahlen mögen Ihnen diese Zusammenstellung für die heimische Privatindustrie zeigen:

Rohes Erdöl . . . . .	= 0,72%
Zylinderöle . . . . .	= 14,0%
Maschinenöle (Mineral-) . . . . .	= 22,0%
Teerfette . . . . .	= 17,0%
Wagen- und Achsenöle ohne Teerfettöl . . . . .	= 8,7%
Lösliche Öle . . . . .	= 4,5%
Rüböl und Ersatz und Putzöle . . . . .	= 7,0%
Konsistente Fette . . . . .	= 15,5%
Verschiedene nicht definierte Öle . . . . .	= 7,6%
	= 100%

Diese Zusammenstellung ist entstanden durch folgende Berechnungsarten:

Zunächst ist eine Rundfrage an die verschiedenen Industrien ergangen. Sie hat einen grundlegenden Einblick gewähren können, jedoch nicht das volle Maß des Verbrauches ergeben. Wir haben darauf aus den Freigabescheinen, in denen die Art der Öle dem Verbrauch und der Qualität nach bezeichnet sein mußten, die Zusammenstellung einwandfrei führen können.

Greife ich noch einiges mehr heraus, so wird es Sie interessieren, zu erfahren, daß für die Förderung einer Tonne Kohle im rheinischen Revier rund 150 g Öl, für die Erzförderung 88 g und für die Braunkohlenförderung und -verarbeitung im Mittel 135 g Öl gebraucht werden.

Die Verteilung der Schmiermittelarten ist beispielsweise für die Steinkohlenförderung die folgende<sup>1)</sup>:

Maschinenmineralöl . . . . .	33 g/t
Dampfzylinderöl . . . . .	15 „ „
Kompressorenöl . . . . .	6 „ „
Turbineöl . . . . .	3,75 „ „
Dynamoöl . . . . .	5,25 „ „
Gasmaschinenöl . . . . .	6,6 „ „
Transformatorenöl . . . . .	1,2 „ „
Teerfettöl . . . . .	21,0 „ „
Maschinenfett . . . . .	15,0 „ „
Wagenfett . . . . .	40,5 „ „
Sonstige Schmiermittel . . . . .	1,2 „ „

Es sind dies zwar kleine Verhältniszahlen, und doch, wenn Sie daneben die Gesamtförderung anschauen, so werden Sie finden, daß die Mengen, die zum Verbrauch kommen müssen, für jeden einzelnen Betrieb doch so beträchtlich sein müssen, daß wir sie nicht mehr, wie es unter den früheren Verhältnissen möglich war, neben-sächlich behandeln können. Z. B. verbrauchte eine einzige chemische Fabrik 1200 t Schmieröl und davon rund 50% Zylinderöl.

Es kommt hinzu, daß der Staat sich in außerordentlichen Geldschwierigkeiten befindet und Abgaben da überall erheben muß, wo sie zu haben sind. Die Industrie wird bekanntlich für alle derartigen Abgaben besonders herangezogen, und — wie Sie alle bereits aus den Zeitungsmeldungen wissen — es ist nach den Erzbergerschen Plänen eine Maßnahme zu erwarten, bei deren Durchführung beachtenswerte Abgaben aus den Schmierölen, den Treib-, Heiz- und Leuchtölen sich ergeben sollen.

Bei einem Gesamtverbrauch von etwa 350 000 t Schmierölen vor dem Kriege, 180 000 t Treiböl für Dieselmotoren, 275 000 t Benzin und 750 000 t Leuchtöl dürfte die Abgabe auf die Schmieröle eine beträchtliche werden, da ja die Treib- und Heizöle sowie die Leuchtöle nur einen geringerprozentigen Anteil an den Abgaben tragen können. Sie stehen, um die Entwicklung der verbrauchenden Industrie und um die Beleuchtung des kleinen Mannes nicht bis zur

<sup>1)</sup> Nach Arbeiten von Dipl.-Ing. Goetz, Bochum.

Unmöglichkeit zu erschweren, in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnis zu den Heizmittel- und Gaspreisen.

Die Industrie dürfte also unter diesen Verhältnissen alles Interesse daran haben, daß aus den Abgaben, die zu leisten sind, nicht eine tote Belastung der Arbeitsmöglichkeit entsteht, sondern daß die Erfahrungen, die gemacht sind und weiter gemacht werden können, so ausgenutzt werden, daß mit dem am geringsten belasteten und ohne Schädigung der Industrie verwendbaren Öl gut ausgetragen werden kann<sup>2).</sup>

Ich möchte Ihnen daher an Hand von Erfahrungen zeigen, wie ich mir die Entwicklung nach der Richtung einer sparsamen und wirtschaftsmäßigen Versorgung der Industrie denke. Ich bau auf Erfahrungen auf, welche die Herren, mit denen ich die Freude hatte, während der Kriegszeit zu arbeiten, während dieser Arbeitszeit gesammelt haben, und die, welche von denselben bereits als Grundlage zu unserem Werk eingebracht waren. Durch die zielbewußt geführte Zusammenarbeit der Industrie mit den bei der Kriegsschmierölgesellschaft vereinigten technischen und wissenschaftlichen Hilfskräften hat ein guter Erfolg erzielt werden können. Beispielsweise hat im Technischen Ausschuß Dr. Hilliger ein-

sehr in die Wagschale fallend, weil bei den hohen Drucken, die im Zylinder herrschen, und bei dem Vorhandensein des Dampfes Explosionen überhaupt nicht zu befürchten sind. Viel größere Schwierigkeiten können entstehen durch Überwässerung mit Schmieröl und vor allen Dingen durch die Verwendung von ungeeigneten Schmierölen, nämlich solchen, die zur Asphaltbildung neigen, und die Säuren enthalten, die das Zylindermantelmaterial angreifen können.

Zu diesen Arbeiten sind eingehende Ölleckbilder aufgenommen, von denen einige in der Reproduktion wiederzugeben versucht werden sollen (Fig. 1, 2, 3). Die Bilder der Fleckaufnahmen zeigen: Fig. 1 normales Verhalten bei gutem Öl und sparsamer Schmierung. Fig. 2 übertriebene Schmierung mit asphaltogenem und saurem Öl. Fig. 3 normale, sparsame Schmierung mit asphaltogenem Öl. Bei Fig. 2 sind Metallflitter vorhanden und Wolkenbildung von zerstäubtem Öl. Die Ölleckprobe wird in bekannter Weise so durchgeführt, daß man in einer Entfernung von etwa 10 cm vom Indicatorhahn des Zylinders den ausströmenden Dampfstrahl auf einem blanken Weißblech oder — falls man gesonnen ist, den Ölleck aufzubewahren — auf einem Blatt starken Zeichenpapiers auffängt. Hierbei muß man

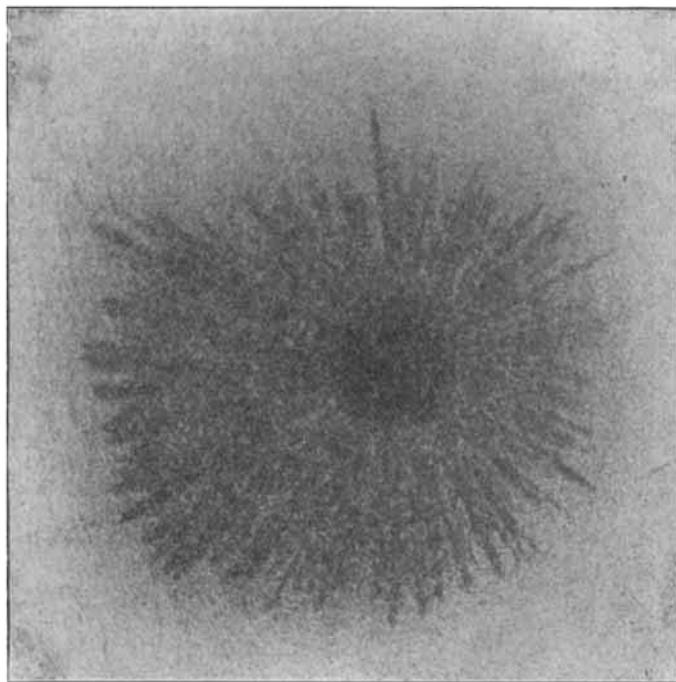


Fig. 1.

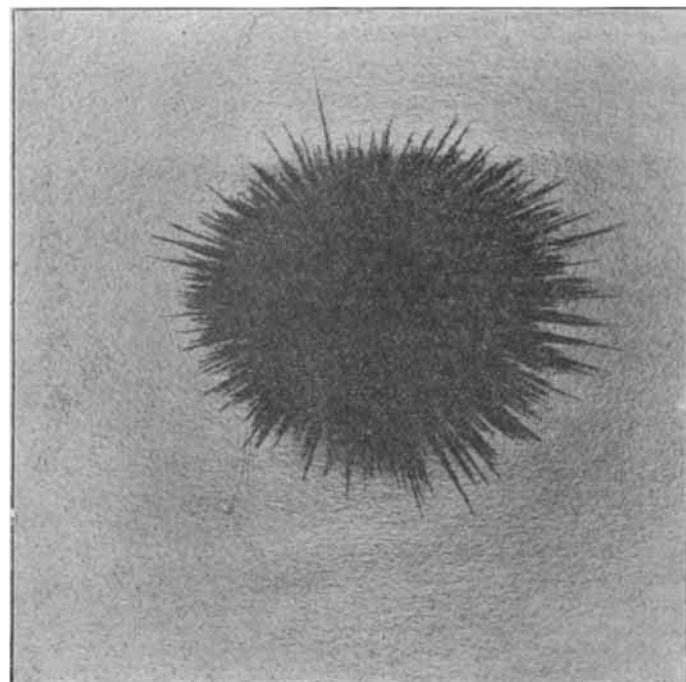


Fig. 2.

gehende Arbeiten über den Verbrauch von Zylinderölen in Dampfmaschinen gemacht. Die Arbeit ist veröffentlicht<sup>3).</sup> Zum gleichen Thema liegen weitere wichtige Arbeiten vor, die sich auf Erfahrungen, die u. a. Oberingenieur Haserick sammelte, aufbauen. Während Hilliger bis auf annähernd 0,2 g Zylinderöl je PS/Std. in einem Falle herunterkam, und Schmidt in seiner Veröffentlichung: „Über wirtschaftliche Verwendung der Schmiermittel, insbesondere bei Dampfmaschinen“, den Nachweis erbrachte, daß diese Zahl erreicht werden kann, und daß im allgemeinen die Schmierung eine zu hohe sei, ist aus den Zahlen Hasericks zu entnehmen, daß diese Zahl nicht nur eine einmal erreichbare, sondern eine solche ist, die in gut überwachten Betrieben im Durchschnitt erreicht werden muß. Hierbei ist zugrunde gelegt, daß eine normale Überhitzung bis zu 330° stattfindet.

Die Besorgnis der Explosionsgefahr, die bei niedriger flammenden Ölen im allgemeinen geltend gemacht wird, ist nicht so

<sup>2)</sup> Es ist ein allgemeiner Ruf nach hochwertigem hellen amerikanischen Raffinat. Es sind die so schön ausschließenden Raffinate, die jetzt hereinkommen und als Allheilmittel gepriesen werden, untersucht. Diese enthalten bis zu 0,4% Asche. Sie sollen aber verwendbar sein, weil sie hell aussehen. Die geringen Kriegsdestillate hatten diesen Mangel nicht. Es ist und bleibt unverständlich, wie die Industrie den die Maschinen schwer bedrohenden inneren Fehler dieser Erzeugnisse dem schönen Gesicht gegenüber weiter vernachlässigen will.

<sup>3)</sup> Z. Ver. D. Ing. 1918, 173.

darauf achten, daß stets eine gleiche Anzahl von Hubauspuffen zur Erlangung von Vergleichsbildern auf die Platte kommt.

Diese Zahlen und diese Beobachtungen sind bei weiterer Verfolgung beweislich dafür geworden, daß wir nicht 25 oder 30 Sorten Zylinderöle gebrauchen, von denen ein Teil sogar nicht einmal einen anderen Unterschied untereinander zeigt als die Markierung auf der Frontseite des Fasses. In anderen Ländern ist man schon längst dazu übergegangen, nicht mehr so vielseitige Ölbezeichnungen zu wählen, sondern mehr einheitliche Qualitäten zu verwenden, und geringere Anforderungen werden sicher in anderen Ländern in bezug auf die Ölwerke auch nicht gestellt als bei uns in Deutschland.

Wenn ich nun zu dem Thema der Versorgung der Großgasmaschinen übergehe, so kann für dieselben in bezug auf Ölqualitäten das gleiche gesagt werden, wie zu den Zylinderschmierungen der Dampfmaschinen. Auch hier sind die Asphaltbildung und der Säuregehalt dasjenige, was am meisten störend ist, besonders dann, wenn nicht genügend sparsam geschmiert wird, und durch unvollkommene Verbrennung von mitgerissenen Schmieröl Ablagerungen entstehen, die dann nicht schmierend, sondern schleifend wirken. Hier haben wir in einer weitgehenden Weise den Nachweis führen können, daß durchaus nicht das hochraffinierte Öl unbedingt die erforderliche Qualität darstellt, man ist da, wo wirklich sorgfältig gearbeitet wurde — allerdings muß ich hierbei „sorgfältig“ energisch unterstreichen — mit einem Destillat ausgetreten. (Verbrauch 0,6 g Destillat pro PS-Stunde.)

Wir haben noch eine weitere Anzahl von Innenschmierungen z. B. bei den Dieselmotoren und den gewöhnlichen Triebstoffmotoren. Hierbei war man immer der Ansicht, daß absolut aschefreie Öle verwendet werden müßten, daß die Öle einen hohen Flammepunkt haben sollten und auch sonst von großer Reinheit sein müßten. Es hat sich nun gezeigt, daß die Dickflüssigkeit bei derartigen Ölen auch künstlich erhöht werden kann und nur deswegen erforderlich ist, um eine gleichmäßige und zuverlässige Zuführung der Öle zu haben, so daß man auch durch künstliche Verdickungsmittel, wie z. B. Montanwachsseife, eine zuverlässige und gleichmäßige Ölzuführung erreicht. Die Flammepunkte sind durchaus nicht ausschlaggebend für die Qualität, weil schon nach wenigen Kolbenstößen die Öle, die einen Kreislauf ausführen, durch Zusätze von Triebstoffen erheblich im Flammepunkt gedrückt sind, so daß, wenn durch den niedrigen Flammepunkt Schäden auftreten könnten, sicher alle Motoren bereits zertrümmert sein müßten.

Um sicher zu gehen, kann man für die Großgasmaschinen immerhin sagen, daß es gut ist, ein Öl anzuwenden, welches einen Flammepunkt nicht unter  $180^\circ$  hat. Die Viscositätsanforderungen, die im allgemeinen gestellt wurden, sind aber nicht berechtigt. Man braucht nicht Öle, die eine Viscosität von 7 und 8 Englergraden haben, es genügen auch solche von 3 und 4°.

Was die Turbinenöle betrifft, so ist hier auf eine gewisse sorgfältige Auswahl unbedingt zu halten. Die Öle sollen möglichst gereinigt sein, daß sie nicht mit dem Wasser emulgieren. Im übrigen sollen sie einen guten Flammepunkt aufweisen. Die Viscosität ist fast vollkommen nebensächlich, d. h. sie soll, wie bei einem einfachen Maschinenöl, nicht unter 3 sein. Das spezifische Gewicht soll möglichst niedrig sein.

Leider ist nun bei den Turbinen die Kühlung der im Umlauf gebrauchten Öle im allgemeinen keine zuverlässig genügende. Die Kühler sind im allgemeinen zu klein konstruiert, so daß die Öle nicht genügend zur Abkühlung kommen, um sich so vollständig, wie es erforderlich ist, von beigemengtem Wasser trennen zu können. Wichtig ist die Forderung, daß das Öllager außerhalb des elektrischen Feldes ist, damit nicht durch das dauernde Mit-einsaugen von Luft durch vagabundierende Ströme Schädigungen eintreten, die dann auf das Öl geschoben werden, in Wirklichkeit aber auf Salpetersäurebildungen und sekundäre Ölsäurebildungen zurückgeführt werden müssen.

Für das Gebiet der Innenschmierung glaube ich, im vorstehenden eine genügende Anzahl von Beispielen erbracht zu haben, um zu beweisen, daß die Anforderungen, die gestellt werden, geringer sein können. Ich werde später noch darauf zurückkommen, wie man den Bedingungen im einzelnen genügen kann, und wie sich vielleicht Untersuchungsmethoden schaffen lassen, welche neben den bisher gebrauchten, reichlich empirischen, weiteren und mehr sicheren Anhalt dafür ergeben, daß ein Öl für den einen oder anderen Zweck ausreicht oder vollauf genügt.

Was die Schmierung von Lägern betrifft, so möchte ich ein Beispiel erwähnen: Vergleichende Temperaturmessungen an dem Kammerlager einer Transmissionswelle mit rund 2 m Zapfengeschwindigkeit je Sekunde ergaben folgendes Resultat:

Das Lager lief mit einer Füllung von Ricinusöl, Visc. 139 E. bei  $20^\circ$ . Die während einer Zeitdauer von 2 Stunden in bestimmten Zeitintervallen abgelesenen Temperaturen ergaben im Mittel bei einer Lufttemperatur von  $16,8^\circ$  eine Lagertemperatur von  $51,2^\circ$ , mithin eine Reibungswärme von  $34,4^\circ$ .

An Stelle des hochviscosen Ricinusöles, welches allgemein als bestes Schmiermittel bezeichnet wird, wurde eine Füllung mit einem guten Maschinenöl von einer Viscosität von 4,3 bei  $50^\circ$  vorgenommen. Die mittleren Resultate waren folgende:

Lufttemperatur . . . . .	16,6°
Lagertemperatur . . . . .	29,5°
daraus resultierende mittlere Reibungstemperatur . . . . .	12,9°

Durch Verwendung dieses Maschinenöles wurde eine mittlere Verminderung der Reibungstemperatur von  $21,5^\circ$  oder  $62,5\%$  erzielt. An einem der folgenden Tage wurde, um dieses Resultat noch zu verbessern, eine Füllung mit einem Spindelöl, Viscosität 1,5 bei  $50^\circ$ , gemacht. Die abgelesenen Daten ergaben bei einer Lufttemperatur von  $16,3^\circ$  und einer Lagertemperatur von  $23,2^\circ$  eine mittlere Reibungstemperatur von  $6,9^\circ$ , mithin eine Verminderung der Reibungstemperatur gegen die zweite Messung von  $6^\circ$  oder  $46,5\%$ . Der Vergleich der Temperatur unter Verwendung von Spindelöl mit denen unter Verwendung von Ricinusöl ergab ein Temperaturgefälle von  $27,5^\circ$  oder  $79,9\%$ . Dieses Beispiel, welches durch Hunderte gleichartiger belegt werden kann, zeigt, daß im großen und ganzen in den meisten Fällen noch mit Öl von viel zu großer Viscosität gearbeitet wird, und daß auf diese Weise eine ungeheure Anzahl von Pferdestärken in Wärme umgesetzt wird, ohne produktive Arbeit zu leisten. Bei dem angeführten Beispiel zeigt es sich, wie in den meisten anderen Fällen auch, daß die Besorgnis der Betriebsleitungen, einem Unglücksfälle durch scheinbar zu leichtflüssige Öle zu begegnen, viel zu groß ist, und daß gerade diese große Vorsorglichkeit einen beträchtlichen Schaden unseres Wirtschaftswesens herbeiführt.

Für den Energieverlust geben die reinen Wärmemessungen kein zahlenmäßiges Bild. Um dieses zu erhalten, müssen direkte Kraftmessungen ausgeführt werden. Auch hierfür kann ich Ihnen aus den Arbeiten von Herrn H a s c - r i e k einige Angaben machen.

Ein Transmissionsstrang wurde mit einem sehr guten russischen Öl versorgt (Qualität Shibaeff) und bedurfte zum Antrieb 8,57 KW. Nach der Versorgung dieses Stranges mit leichtflüssigem Spindelöl 1,5 bei  $50^\circ$  betrug der Kraftbedarf 8,07 KW. Es wurde demnach ein halbes KW oder 5,8% des Leerlauf-Kraftbedarfes gespart. In einem anderen Falle, wo ebenfalls hochwertige Öle verwendet wurden, betrug die Kraftersparnis diesem gegenüber 11,3%.

Außerdem war aber noch in diesem Falle als Vorteil zu bezeichnen, daß die Umdrehungszahl des Vorgeleges von 375,5 auf 396,6 Touren stieg unter gleichen Verhältnissen.

Um kurz zu sein, mögen nur noch Erfahrungen mit einem Fett erwähnt werden. Fett ist ja bekanntlich ein Schmiermittel, von dem man sagt, daß es deswegen von größter Bedeutung für die Inneneconomie sei, weil es außerordentlich sparsam für sich selbst im Betriebe ist. Es ist aber nicht genügend der Ersparnis an Schmiermitteln gegenüber der Tatsache Beachtung geschenkt, daß der Energieaufwand für die Fettschmierung der Ölschmierung gegenüber ein außerordentlich ungünstiger ist. Eine Zahl mag dies belegen:

Ein Transmissionsstrang, welcher mit einem sehr guten Fett geschmiert wurde, bedurfte einer Energie von 4151,7 Watt. Bei der Verwendung eines leichtflüssigen Öles betrug der Energieaufwand nur 2529,05 Watt, so daß 1622,65 Watt weniger gebraucht wurden. Es entspricht dies einer Verminderung des Energieverbrauches um 39,1%. Man sollte daher, wo irgend angängig, die geringere Flüssigkeitsreibung des Öles ausnutzen an Stelle der starken inneren Reibung der Starrschmieren<sup>4)</sup>.

Daß es auf diese Weise möglich wäre, für unsere Industrie Tausende von Pferdestärken zu sparen, oder mit anderen Worten unseren Kohlevorrat bei weitem günstiger auszunutzen, ist ohne weiteres einleuchtend.

(Schluß folgt.)

<sup>4)</sup> Natürlich soll nun nicht gesagt sein, daß Fett durchgehend zu verwerfen ist; nur auf die richtigen Verwendungsstellen sei dies wichtige Sonderschmiermittel verwiesen.

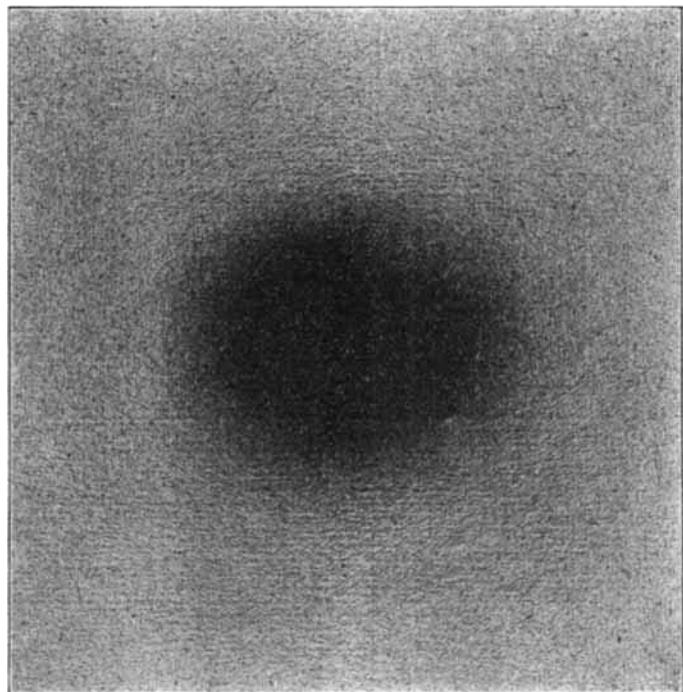


Fig. 3.