

Über Schmieröle, Lagerreibung und Reibungsversuche.

Von Obergeringenieur DUFFING.

Vorgetragen auf der Hauptversammlung zu Hamburg in der Fachgruppe für Brennstoff- und Mineralölchemie am 8. Juni 1922.

(Eingeg. 12./6. 1922.)

In unserer Volkswirtschaft spielt heute die Nutzbarmachung der Energie, die Verteilung der Energie und die sparsame Verwendung der Energie eine ungeheure Rolle. Jeder Energieverlust bedeutet eine weitere Verminderung unseres ohnehin bedenklich zusammengeschmolzenen Nationalvermögens und eine weitere Vergrößerung unserer Schuldenlast. Es ist daher ganz natürlich, daß man Ausschüsse und Prüfungsstellen gegründet hat, welche die Aufgabe haben, unsere Energiewirtschaft von Irrwegen abzuhalten und rationell zu gestalten. Die Aufgabe ist keine leichte, und die angestrebte Gesamtwirkung kann leicht illusorisch werden, wenn an einzelnen Stellen z. B. bei Verbrennungsvorgängen sparsam gehaust wird, während an anderen Stellen, z. B. bei der Schmierung von Maschinen unwirtschaftlich verfahren wird.

Von diesem letzten Punkt soll hier die Rede sein, obwohl ich in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit keine erschöpfende Darstellung des Gegenstandes geben kann.

Wo Bewegung ist, da tritt auch Reibung und damit ein Verlust an Energie auf. Um diesen Verlust bei Maschinen herabzudrücken, strebt man an, nicht Metall auf Metall gleiten zu lassen, sondern man schaltet zwischen die Gleitflächen ein Zwischenmittel ein, was weniger Reibung verursacht, d. h. man schmiert.

Das Schmiermittel hat zwei wesentliche Aufgaben zu erfüllen:

1. Es muß dem Druck widerstehen, der den Zapfen gegen die Lagerschale preßt,
2. der Deformation seiner kleinsten Teilchen möglichst geringen Widerstand entgegensetzen.

Diese Anforderungen widersprechen einander, denn Punkt 1 verlangt eine hohe Zähigkeit, Punkt 2 eine niedrige Zähigkeit des Schmiermittels. Auch quantitativ ist gewisse Vorsicht am Platze, denn schmiert man zu wenig, so steigt bei der Maschinenzentrale der Kohlenverbrauch, schmiert man zu viel, so gehen Öl und damit die zu dieser Verarbeitung aufgewendeten Kohlen verloren. Schließlich ist ein Betriebsführer, dessen Betrieb keine Störung verträgt, eher geneigt, reichlich zu schmieren, als an Schmiermittel oder Kohle zu sparen. Man muß hier also genau wissen, was man will, um den richtigen Weg zu erzielen.

Was heißt nun Zähigkeit?

Man denke sich ein Schmiermittel in fließender Bewegung, dann ist zur Deformation eines Flüssigkeitselementes eine gewisse Kraft K pro Flächeneinheit notwendig, die sich nach der Formel $K = \mu \frac{dV}{dn}$

berechnet. Hierin bedeutet K die Flächenkraft in Dyn/cm⁻², V die Geschwindigkeit cm/Sek., dn den Abstand zweier Nachbarschichten und es heißt μ die absolute Zähigkeit oder der Schubmodul. Dieser Schubmodul kann nun natürlich nicht dadurch gemessen werden, daß man ein einziges Flüssigkeitsteilchen von parallelepipedischer Gestalt deformiert. Er ist aber leicht indirekt zu messen durch die Druckverteilung, die in einem größeren Flüssigkeitsvolumen herrscht.

Wie diese Druckverteilung entsteht, darüber kann man sich durch direkte Anschauung kein Bild machen, aber in den einfachsten Fällen gibt eine kleine Rechnung klare Auskunft.

Die Bewegung zäher Flüssigkeiten ist ein komplizierter Vorgang und nur in den allereinfachsten Fällen streng erforscht.

Reynolds hat zwar schon im Jahre 1886 die hydrodynamische Untersuchung der Schmierfilme angestrebt. Seine Deduktionen, auf die sich eine kleine Reihe von Arbeiten neuerer Zeit stützen, halten strenger Kritik nicht stand, und es wird wohl noch einige Zeit vergehen, bis die Untersuchung soweit durchgeführt ist, wie es dem Ansehen unserer deutschen technischen Wissenschaft entspricht.

Die Grundlagen zu Reynolds Untersuchungen sind folgende drei Gleichungen, deren Richtigkeit bis auf den heutigen Tag noch nicht angetastet wurde, da deren Folgerungen bei den Beispielen einfachster Art (Laminar-Strömung) mit der Erfahrung im Einklang stehen.

$$(1) \quad \begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial x} &= \mu \Delta u \\ \frac{\partial p}{\partial y} &= \mu \Delta v \\ \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} &= 0, \text{ worin } \Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \end{aligned}$$

den Laplaceschen Operator bedeutet. Sie charakterisieren ganz allgemein das ebene Problem, bei dem die ganze Bewegung unabhängig von der Koordinate z ist.

Um diese Gleichung geschmeidiger zu machen, hat man eine Stromfunktion Ψ eingeführt, deren Ableitungen die Geschwindigkeiten

Angew. Chemie 1922. Nr. 84.

$$u = -\frac{\partial \Psi}{\partial y} \quad v = \frac{\partial \Psi}{\partial x}$$

ergeben, und man überzeugt sich leicht, daß dadurch die letzte der Gleichungen (1) identisch erfüllt ist. Die beiden anderen Gleichungen gehen über in

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial x} &= -\mu \frac{\partial}{\partial y} \Delta \Psi \\ \frac{\partial p}{\partial y} &= \mu \frac{\partial}{\partial x} \Delta \Psi \end{aligned}$$

woraus leicht $\Delta p = 0$, $\Delta \Delta \Psi = 0$ folgt. Die letzten beiden Gleichungen sehen in der Tat einfach aus, allein der Mathematiker, der die Schwierigkeiten kennt, die schon bei einfachen Potentialaufgaben je nach Art der Randbedingungen auftreten, wird die Gleichung $\Delta \Delta \Psi = 0$ je nach den Randbedingungen nicht gerade mit sonderlicher Erleichterung betrachten.

An einem Beispiel mit einfachen Randbedingungen soll nun der Gang der Rechnung, der auch bei komplizierteren Randbedingungen derselbe bleibt, erläutert werden.

Wir betrachten einen Streifen von unendlicher Ausdehnung im zweidimensionalen Gebiet, d. h. Bewegung in einer Schicht von konstanter Dicke h . Die Flüssigkeitsteilchen sollen sich alle in parallelen Geraden bewegen, und längs einer solchen Geraden sei die Geschwindigkeit konstant. Dann ist die Stromfunktion Ψ unabhängig von x und lediglich Funktion von y und es ist $\Delta \Delta \Psi = \frac{d^4 \Psi}{dy^4}$.

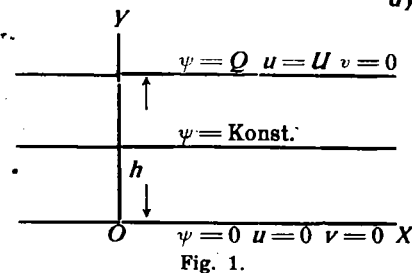


Fig. 1.

$$\begin{aligned} \text{Aus } \frac{d^4 \Psi}{dy^4} = 0 \text{ folgt } \Psi &= A + By + Cy^2 + Dy^3 \\ \text{und } -u &= B + 2Cy \\ v &= 0 \end{aligned}$$

Die Grenzbedingungen

$$\begin{aligned} \Psi &= 0, \quad u = 0, \quad \text{für } y = 0 \\ \Psi &= Q, \quad u = U, \quad \text{für } y = h \end{aligned}$$

ergeben die Werte des unbekannten Koeffizienten A, B, \dots

$$A = 0, \quad B = 0, \quad C = \frac{3Q + U \cdot h}{h^3}, \quad D = -\frac{2Q + U \cdot h}{h^3},$$

so daß man erhält

$$\Psi = (3Q + U \cdot h) \frac{y^3}{h^3} - (2Q + U \cdot h) \frac{y^4}{h^4}.$$

Daraus folgt

$$\Delta \Psi = 2(3Q + U \cdot h) \frac{1}{h^3} - 6(2Q + U \cdot h) \frac{y}{h^4}$$

und ferner

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \mu \frac{6(2Q + U \cdot h)}{h^3} \quad \frac{\partial p}{\partial y} = 0.$$

Damit wird

$$p = K + 6\mu \frac{2Q + U \cdot h}{h^3} \cdot x,$$

worin K eine neue, willkürliche Integrationskonstante bedeutet. Weil p eine lineare Funktion von x ist, wird p konstant, wenn es an zwei Stellen denselben Wert annimmt.

Derselbe Gedankengang wiederholt sich vollständig gleichlautend wie schon erwähnt auch bei komplizierten Problemen wie beim Lagerfilm, die Durchführung der Rechnung erfordert jedoch viel feinere Hilfsmittel und eine ganz außergewöhnliche Arbeit.

Man wolle also die Tatsache aus der kleinen Betrachtung festhalten, daß bei einer Schmierschicht zwischen zwei parallelen Ebenen, die sich relativ mit konstanter Geschwindigkeit bewegen, konstanter Druck herrscht, wenn der Druck an zwei Stellen gleich ist. Diese Schicht hat keinerlei Tragfähigkeit. Die Sache wird aber sofort anders, wenn die Schicht ungleiche Dicke hat, wie bei einem exzentrisch zur Lagerschale liegenden Zapfen, worauf wir jetzt eingehen wollen.

Denkt man sich (Fig. 2) hier den Zapfen und die Lagerschale, den Zwischenraum, gefüllt mit Öl (Fig. 1), und den Zapfen sich drehend in der Pfeilrichtung, so sind in der Schmierschicht alle Verhältnisse gleich wie Gleitgeschwindigkeit der Flüssigkeitsschichten, Temperatur und auch Zähigkeit.

Entsprechend einer konstanten Temperatur t hat man es nur mit einer ganz bestimmten Zähigkeit zu tun, d. h. es kommt nur auf den einen Punkt P (Fig. 2) bei der betreffenden Arbeitstemperatur an, auch wenn es sich um verschiedene Öle mit Zähigkeitskurven CC'

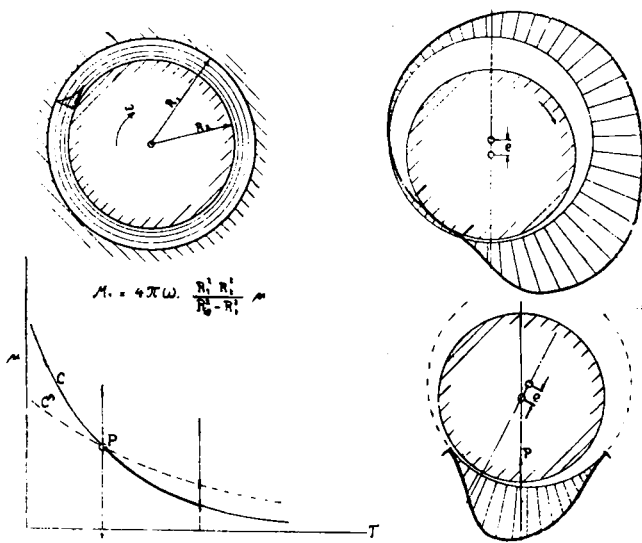


Fig. 2.

handelt, die sich in diesem Punkte schneiden. Die Anordnung ist ein Viscosimeter, und die Zähigkeit μ kann aus dem Reibungsmoment berechnet werden gemäß der Formel $M_t = 4\pi\mu\omega \frac{R_1^2 R_2^2}{R_1^2 - R_2^2}$. Die

Sache wird aber ganz anders, wenn man die Schale etwas exzentrisch lagert gegenüber dem Zapfen (Fig. 3).

Es findet dann infolge dieser exzentrischen Lagerung und keilförmigen Schmierschicht ein Druckanstieg statt. Der Druck ist an der Anfangsstelle gering, etwa 0 und erhöht sich rasch, um an der engsten Stelle wieder abzufallen. Diese Drucksteigerung ist unter Umständen ganz enorm, bis auf 60–70 Atm. und mehr. Infolge dieser Drucksteigerung wird die Reibungsarbeit vergrößert, und es tritt eine rasche Erwärmung des Films ein. Infolgedessen kommt jetzt ein größeres Stück der Zähigkeitskurve in Betracht. Der Apparat ist immer noch gewissermaßen ein Viscosimeter, aber wenn man so sagen darf, ein integrierendes, weil die Eigenschaften eines größeren Stückes

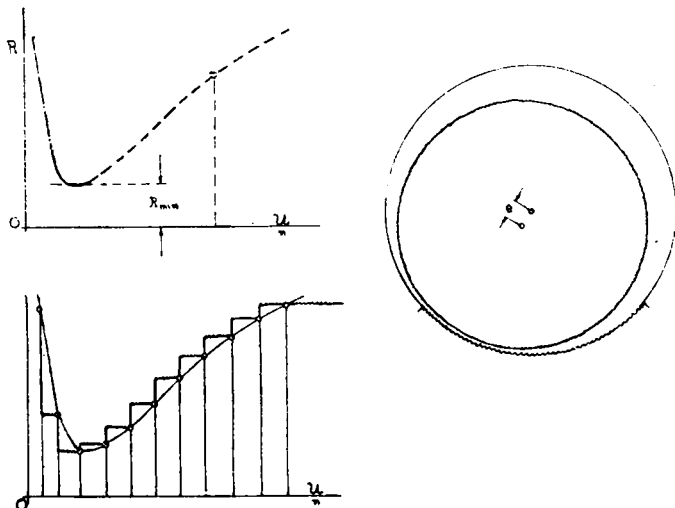


Fig. 3.

der Viscositäts- oder Zähigkeitskurve in Betracht kommen. Die Viskosität muß bei erhöhter Temperatur hoch genug sein, damit der Film nicht zusammenbricht. Nun wollen wir einen Schritt weiter gehen, den Zapfen mehr und mehr exzentrisch lagern, aber nicht berühren lassen.

Ich habe bisher zunächst zur Repräsentation des Zapfens und der Schale glatte Kreise hergezeichnet. Einen solchen glatten Kreis als Kontur kennt die Wirklichkeit nicht, es finden immer Abweichungen statt (Unebenheiten, Rauheiten) in Bild III Fig. 3, wenn es sich auch nur um tausendstel Millimeter handelt, und es tritt nunmehr die Oberflächenbeschaffenheit der arbeitenden Flächen ins Spiel. Wenn der Zapfen sich mit großer Geschwindigkeit dreht, so sieht man, daß unter Umständen eine Zerstörung der Ölmoleküle eintreten muß. Es kommen hier ganz andere Eigenschaften in Betracht, die sowohl vom Öl als auch vom Lagermetall sowie auch

von der Bearbeitung abhängen. Es kommen hier die molekularen Eigenschaften des Öles, die Haftfähigkeit am Lagermetall, sowie die Oberflächenspannung neben der Zähigkeit zur Geltung. Die Reibung hängt außer von den Eigenschaften des Schmiermittels noch von Umständen ab, deren rechnerische Erfassung wohl heute noch ein Ding der Unmöglichkeit ist. Man ist daher auf den Weg des Experimentes mit der Ölprüfmaschine angewiesen. Diese Maschine zeichnet nun bei konstanter Last und veränderlicher Geschwindigkeit selbsttätig Reibungskurven auf, die ungefähr aussehen wie auf Bild I in

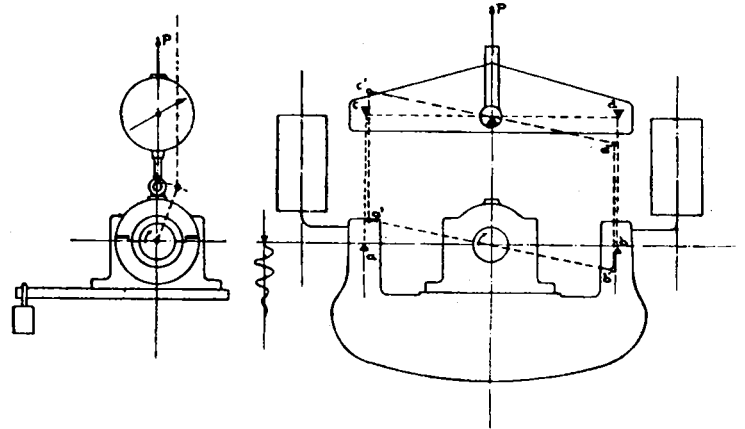


Fig. 4.

Fig. 3. Diese Aufzeichnungen der Maschine sehen aus betriebstechnischen Gründen treppenförmig aus Bild II in Fig. 3, aber die Reibungskurve kann jederzeit unzweideutig durch die entsprechenden Punkte gezogen werden. Man sieht, die Reibungskurve nähert sich einem Minimalwert, die Umgebung dieses Punktes ist das Allerwichtigste zur Beurteilung der Öle hinsichtlich des Verhaltens im Lager.

Nun zur Konstruktion der Ölprüfmaschine oder der Reibungswage. Man kann sich eine solche Prüfvorrichtung in sehr primitiver Weise herstellen, indem man ein gewöhnliches Lager unter Einschaltung einer Kranhänge durch einen Flaschenzug belastet (Fig. 4, Bild I). Die Last selbst erzeugt hier zusätzliche Momente, so daß ein Auswerten des Resultats umständlich und unsicher ist. Will man diesen Übelstand vermeiden, so muß man einen anderen Weg einschlagen.

Wir sehen hier einen Bügel aufgehängt, der durch eine Spannvorrichtung in die Höhe gezogen wird (Fig. 4, Bild II). Dieser ganze Bügel kann sich selbst noch um den Lagermittelpunkt drehen.

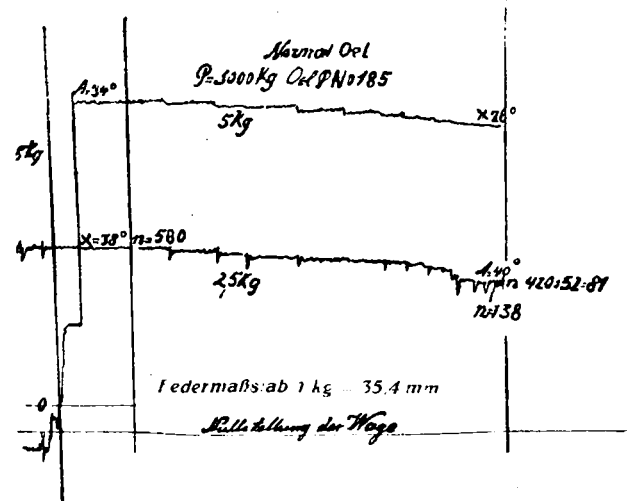


Fig. 5.

Wir erhalten auf diese Weise das Reibungsmoment frei von allen Nebenumständen. Allerdings ist noch eine Voraussetzung zu machen, nämlich, daß die Schwerkraft kein Moment ausübt. Dies ist der Fall, da der Schwerpunkt infolge der Ausgleichgewichte jetzt in der Mitte des Lagers liegt. Die Deformation der Meßfeder, welche proportional dem Reibungsbetrag ist, wird fortlaufend durch einen Zeitschreiber registriert.

Die Art der Versuche kann zweierlei sein. Entweder nimmt man eine bestimmte Belastung und sieht, wie sich das Lager verhält und der Schmiermittelverbrauch ist, diese sind Dauerversuche. Ich habe mir für die nächste Zeit vorgenommen, die Kurven nach Bild II (Fig. 3) zu untersuchen. Ich bringe die Maschine in den Beharrungszustand, dann in der Zeit von 4 1/2 Minuten 3000 Touren auf 0 herunter. Diese Kurven werden bei verschiedenen Temperaturen und Belastungen genommen, und man erhält dann Bilder, die alle Charaktereigenschaften

des Versuchsöles zeigen, insbesondere den Einfluß der spezifischen Belastung und der Zähigkeitskurve.

Fig. 5 zeigt zwei Reibungsdiagramme, wie sie von der Maschine abgenommen wurden.

Das letzte Bild zeigt das Äußere der Ölprüfmaschine und Reibungswage, wie sie durch die Firma Ölwerke Stern-Sonneborn A.-G. Hamburg, im technischen Laboratorium erstellt wurde.

Die Maschine ist aus dem Bedürfnis entstanden, die Verhältnisse der Praxis im Laboratorium zu prüfen und auf der Maschine nachzuziehen. Die Maschine ist ferner dazu da, den Fortschritt in der

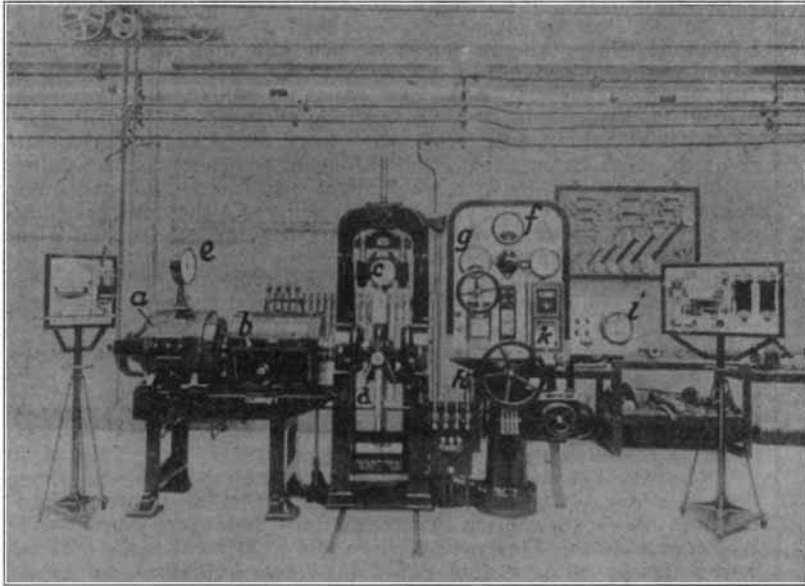


Fig. 6.

Technik zu fördern und dient Forschungszwecken. Sie ist nicht identisch mit den älteren Ölprüfmaschinen, wie denen von Martens, Turston u. a. Diese Maschinen hatten ganz speziell bearbeitete, besonders gehärtete und hochpolierte Zapfen und man könnte die mit ihnen erzielten Resultate nicht unmittelbar auf das Verhalten der Öle im wirklichen Betrieb übertragen.

Diese Maschine besteht aus einem Regelmotor *a*, einem Rädergetriebe *b* mit verschiedener Übersetzung, die gestattet, Umdrehungszahlen von 16–3000 pro Minute zu erzielen, einer Belastungsvorrichtung *c*, Bügel *d* zur Aufnahme der Prüflager, die genau so beschaffen sind, wie sie im wirklichen Betrieb verwendet werden. Hier haben wir ein Wirbelstromtachometer, das eine sehr genaue Bestimmung der Tourenzahlen ermöglicht, Spannungszeiger *f* und Stromzeiger *g*. Die Maschine ist so eingerichtet, daß man Prüfungen bei einer Belastung von 8000 kg und einer Umdrehung von 16–3000 pro Minute vornehmen kann. Das Handrad *h* dient zum Bewegen der Belastungsvorrichtung. Ferner haben wir hier einen Kilowattschreiber *k* und einen Präzisionsampèremeter *i*.

Ich hoffe, daß die materiellen Opfer, die der Bau der Maschine erforderte, nicht vergebens waren, und daß sie Früchte tragen werden zum Heil unserer Volkswirtschaft und zum Gedeihen unserer Industrie.

[A. 173.]

Aus Vereinen und Versammlungen.

Deutsche Gesellschaft für Metallkunde.

3. Hauptversammlung vom 14.–17. Oktober 1922 in Essen a. d. Ruhr.

Am Sonnabend abend versammelten sich die Teilnehmer zu einem Begrüßungsabend im Kruppsaal des Städtischen Saalbaues in Essen. Sie wurden vom Oberbürgermeister willkommen geheißen. Der stellvertretende Vorsitzende der Gesellschaft, Dr.-Ing. e. h. Lasche, Berlin, dankte mit warmen Worten, wobei er die Bedeutung der Stadt Essen für die Metallindustrie hervorhob. Die eigentliche Hauptversammlung begann am Sonntag, vormittags 10 $\frac{1}{4}$ Uhr, im Saal der Kaupenhöhe. Der stellvertretende Vorsitzende, Dr.-Ing. e. h. Lasche, gab ein Bild von den bisherigen erfolgreichen Arbeiten der Gesellschaft. Namentlich wies er auf den einen Teil der Aufgaben der Gesellschaft, nämlich die Erziehung des Nachwuchses der Metallfachleute, ausdrücklich hin.

Es wurden folgende Vorträge gehalten: Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. A. Peter, Berlin: „Das Pressen von Metallen“. Die Eigenart des Verfahrens, Gegenstände aus Metallen durch Pressen herzustellen, begegnet dem gegenwärtigen Bedürfnis, unsere Werkstoffe auf das äußerste auszunutzen und die Arbeitszeiten nach Möglichkeit herabzusetzen. Die Metallpresserei hat sich mit dem Aufschwung der Elektrotechnik und ihrem wachsenden Bedarf an Metallteilen,

Kabelschuhen, Kontaktteilen, Teilen der Oberleitung von Straßenbahnen entwickelt. Hinzu kommt ein starker Bedarf der Gas- und Wasserversorgungs-Industrie. Aber auch in andere Gebiete hat sich das Preßstück eingeführt, wie z. B. in das der Lagerschalen und Lokomotivpreßteile. Fördernd für die Verwendung von Preßteilen ist die Normalisierung; Bedingung für die wirtschaftliche Erzeugung ist die Massenerstellung.

Wenn auch die Vorteile des Pressens allgemein erkannt und anerkannt sind, so herrscht doch über die Anforderungen und die Möglichkeiten des Metallpressens noch vielfach Unsicherheit. Außer den reinen Metallen, wie Kupfer, Aluminium, Zink, kommen für das Pressen namentlich die Zink-Kupferlegierungen mit durchschnittlich 60% Kupfer in Betracht. Ein geringer Gehalt von Eisen, Blei, Mangan, Nickel usw. erhöht die Bearbeitbarkeit in Rotglut und die Bruchfestigkeit im erkalteten Zustand. Preßteile mit einer besonders großen Härte und starkem Widerstand gegen Abnutzung werden aus Messing mit einem Zusatz von 3–5% Zinn hergestellt. An Leichtmetallen werden außer reinem Aluminium auch die Legierungen Magnesium und Aluminium (Elektron) und Silicium und Aluminium (Silumin) mit Erfolg benutzt. Durch das Pressen wird der Werkstoff verdichtet, feinkörniger und gleichmäßiger gemacht. Seine Festigkeitseigenschaften werden bedeutend erhöht. Während Messing und Rotguß durchschnittlich nur 15 kg/mm² Zerreißfestigkeit und 3–10% Dehnung haben, weisen Preßmetallteile durchschnittlich 40–45 kg/mm² Zerreißfestigkeit bei 20–25% Dehnung auf. Die Bearbeitbarkeit durch schneidende Werkzeuge ist bei sämtlichen Preßmetall-Legierungen günstig; auch die elektrische Leitfähigkeit wird durch das Pressen günstig beeinflusst. Die hohe Dichte der Teile macht sie besonders wertvoll für Hochdruck-Armaturen, Benzinvergaser usw. Von den verschiedenen Maschinen zum Warmpressen sagt der Verfasser dem Fallhammer eine große Zukunft voraus, da das schnelle und scharfe Schlagen für das Ausfüllen der Form günstig ist und sich die Maschinen sehr gut einstellen und regeln lassen; dagegen ist bei der Reibtrieb-Pressen die Schlagstärke zu sehr von der Bedienung durch den Arbeiter abhängig und ihre Arbeiten daher ungleichmäßig. Die hier und da benutzte Exzenter- oder Kurbelpresse hat sich nicht dauernd bewährt. Eine große Bedeutung wird voraussichtlich die Druckwasserpresse erlangen, allerdings vorwiegend für schwere Teile.

Der Redner entwickelte darauf Richtlinien für die konstruktive Behandlung der Preßteile, wie sie bisher in einer planmäßigen Zusammenfassung nicht aufgestellt worden sind und schildert die verschiedenen Arten des Preßverfahrens, nämlich das Quetschverfahren, Stauchverfahren, Spitzverfahren.

Schließlich erörtert Dr. Peter die Wirtschaftlichkeit des Preßverfahrens, indem er Preßmetallstücke mit solchen als roh gegossene, fertig gegossene und aus dem vollen gearbeitete Teile verglich. Nach dem von ihm gegebenen Beispiel waren gegossene und aus dem vollen gearbeitete Teile 40 oder 60 v. H. teurer als die gepreßten. Sehr bemerkenswert war die Mitteilung, wie sich die verschiedenen Kosten beim Pressen verteilen: Auf Löhne entfallen 33, auf die Energie 9, auf Werkzeuge 58 v. H. der Kosten. Hieraus ist zu ersehen, daß der Werkzeugfrage beim Metallpressen eine ausschlaggebende Bedeutung zuzumessen ist. Der hohe Anteil der diesbezüglichen Kosten beruht auf dem häufigen Schadhaftwerden der Gesenke infolge von Konstruktions- oder Werkstofffehlern und auf der Abnutzung der Gesenke durch die Oberflächenreibung beim Pressen. Begünstigt wird der Verschleiß noch durch Oberflächenrisse, die fast bei allen Formen auftreten. Diese Ribbildung ist die eigentliche Krebskrankheit der Gesenke, deren Herr zu werden bisher noch nicht gelungen ist. Die Hauptanstrengung der Technik, die Werkzeugfrage beim Warmpressen zu lösen, wird darauf zu richten sein, daß man unter allen Umständen für die Wahl eines guten Werkstoffes sorgt. Nirgends zeigt sich deutlicher als hier, daß der beste Werkstoff auch der billigste ist.

Obering. Th. Metzger, Düsseldorf: „Die elektrischen Schmelzöfen für Nichteisenmetalle“. Der Vortragende gab zunächst einen Überblick über die kräftige Entwicklung, die das elektrische Schmelzen von Nichteisenmetallen binnen kürzester Zeit in Amerika genommen hat, und zeigte dann die Konstruktionen der zahlreichen gegenwärtig im Gebrauch befindlichen elektrischen Öfen. Sein Vortrag bewies, daß auch die deutsche Industrie auf dem Wege ist, die Vorteile des elektrischen Schmelzens für die Nichteisenmetalle einzuführen und zeigte in überzeugender Weise die Vorzüge, die einige neuere, in Deutschland hervorgebrachte Ofenbauarten bieten. Der große Vorteil des Schmelzens im elektrischen Ofen besteht in der Verminderung des Abbrandes, d. h. dem Metallverlust beim Schmelzen, was bei den gegenwärtigen Metallpreisen eine ganz gewaltige Kostenersparnis bedeutet.

Prof. Dr. W. Fraenkel, Frankfurt/Main: „Die Korrosion für Nichteisenmetalle“. Die Frage der Korrosion, d. h. die Zerstörungserscheinungen an Metallen unter dem Einfluß von Feuchtigkeit interessiert in gleichem Maße Praxis und Wissenschaft. Für große Teile unserer Industrie ist besonders die Korrosion der Kondensatorrohre wichtig, der man unter einem ganz bedeutenden Aufwand von Zeit und Mühe auf den Grund zu kommen versucht hat. In Deutschland und namentlich in England sind in den letzten Jahren eine Reihe von Ausschüssen in diesem Sinne tätig gewesen, ohne daß die Frage jedoch zu einer allseitig befriedigenden Lösung, gekommen