

Zähigkeit und Kälteverhalten.

Von Dr. A. v. Philippovich, DVL, Institut BS.

Praktisch spielt das Fließverhalten der Schmierstoffe vor allem bei niedrigen Temperaturen eine große Rolle; geringe Temperaturabhängigkeit der Zähigkeit ist aber für Motoröle auch bei hohen Temperaturen wichtig. Über das Wesen der Flüssigkeiten ist schon gesprochen worden, sodaß hier nur auf einige Zusammenhänge hingewiesen werden soll, die bei der Bestimmung und Beurteilung der Zähigkeit und des Kälteverhaltens bestehen.

Wir müssen bei den Schmiermitteln zwischen Ölen und Fetten unterscheiden; während die Öle entweder rein mineralisch (synthetischen oder natürlichen Ursprungs), gefettet oder fette Öle sein können, findet man bei den Fetten die wasserunlöslichen, wärmeempfindlichen Kalkfette, die wasserlöslichen, wärmebeständigen Kali- und Natronfette, sowie Aluminiumfette und Bleifette für besondere Zwecke. Alle konsistenten Fette enthalten Lösungen von Seifen in Ölen, vielfach solchen pflanzlichen Ursprungs. (Ausnahmen sind nur die Emulsionsfette und die Starrschmierer). Bei der Abkühlung zeigen die Schmieröle bis zu etwa 0°C durchweg eine Zunahme der Zähigkeit, die im Viskositätsdiagramm von Ubbelohde einen geradlinigen Verlauf ergibt; erst bei tieferen Temperaturen treten Abweichungen von dieser Regel auf. Sie kommen dadurch zustande, daß die Flüssigkeit infolge immer weitergehender Assoziation der Moleküle nicht mehr dem Newton'schen Gesetz gehorcht, sondern plastisch geworden ist; in diesem Gebiete verhalten sich Schmieröle also wie die (konsistenten) Fette. Wesen der Plastizität (Konsistenz) ist es, daß Stoffe dieser Art erst bei Anwendung einer gewissen Schubspannung anfangen, sich zu verformen; überschreitet man diese Spannung, so nimmt mit zunehmendem Schub auch die ausfließende Menge zu, d.h. die Konsistenz od. scheinbare Zähigkeit ab bis sie sich einem maximalen Endwert nähert. Bei Fetten liegt dieser etwas über dem Zähigkeitswert der in

den Fetten vorhandenen Öle. Zur Kennzeichnung der plastischen Stoffe muß man also den Fließwert (Kraft zur Überwindung der Gestalt; statische Konsistenz) und den Widerstand gegen die Bewegung (dynamische Konsistenz) unterscheiden. Dies gilt aber für jede Temperatur! Man kann auch noch eine erhebliche Abweichung der Werte bekommen, wenn man denselben Stoff bei derselben Temperatur untersucht, aber nicht in den gleichen Zustand gebracht hat. Die Voraussetzung für eine brauchbare Bestimmung des Kälteverhaltens ist also, daß man die aus dem Auftreten des Konsistentwerdens folgenden Schwierigkeiten überwindet. Man kann das auf verschiedene Weise versuchen, indem man einerseits den Übergang vom Newtonschen in plastisches Fließen, andererseits die Fließfestigkeit (Haftfestigkeit; statische Konsistenz) und das Fließen unter Druck (dynamische Konsistenz) erfaßt. Bisher sind viele Einwände gegen den Stockpunkt gemacht worden, der die Temperatur darstellt, bei der Öl unter seinem eigenen Gewicht in einem Glasrohr von 40mm \varnothing nicht mehr fließt. Trotzdem wird man ihn nicht verlassen können, da er für viele Fälle praktische Hinweise gibt, in denen das Öl unter seinem eigenen Druck fließen soll. Er ist ja das Temperaturmaß für jenen Zustand, bei dem das eigene Gewicht des Öles genügt, den plastischen Zustand zu zerstören. Der Fließbeginn wird z.B. bei der Eisenbahnmethode oder nach Vogel bei schwachem Druck bestimmt, dies bedingt eigentlich keine grundsätzliche Verbesserung gegenüber dem Stockpunkt. Besser sind zur Beurteilung Druckviskosimeter bei etwa 10 at und jene Verfahren geeignet, die den Losbrechwiderstand und den Widerstand gegen die Bewegung selbst messen, wie das Verfahren der I.G., der E'stell Travemünde und der DVL, da sie entweder direkt einen Maschinenbauteil verwenden oder sich den Bedingungen der Maschine weitgehend nähern. Was aber früher von den Versuchen über Schmierfähigkeit gesagt wurde, trifft auch hier wieder zu: selbst die der Praxis angenäherten Versuche müssen eine weitgehende Festlegung von Versuchsbedingungen vornehmen, die in der Praxis nur selten eingehalten werden.

Deshalb ist z.B. die Vorbehandlung der Stoffe, die Dauer der Abkühlung, die Abmessung des Behälters usw. jeweils bei Prüfung und Praxis verschieden. Man wird also und zwar auf Grund von Laborversuchen gewisse Reihenfolgen der Bewertung von Schmierstoffen aufstellen können, ohne aber eine vollkommene Sicherheit der Beurteilung in der Praxis zu erhalten.

In vielen Fällen werden die Abweichungen nicht sehr groß sein, in anderen sich aber durchaus bemerkbar machen. Dies gilt sowohl für Öle, wenn sie einmal in den Bereich der Konsistenz geraten sind als auch für die Fette, die von Natur aus konsistent sind. Da es sich um rein kolloidchemische Vorgänge handelt, spielt die Zeit eine ganz ausschlaggebende Rolle; typisches Beispiel ist dafür das Rizinusöl, das einen Stockpunkt von -20°C hat, bei dauernder Abkühlung auf -15°C aber zu einem festen Brei erstarrt, der erst bei Temperaturen über 0°C wieder langsam in Lösung geht. Das "kältebeständige" Rizinusöl ergab deshalb praktisch vielfach Störungen in langandauernden Kälteperioden. Die Zeit ist somit bei Untersuchungen über das Kälteverhalten von großer Bedeutung und muß berücksichtigt werden. Ein anderes Beispiel sind die Zusätze zur Herabsetzung des Stockpunktes: während manche Stoffe bei der laboratoriumsmäßigen Untersuchung keine Wirkung zeigten, waren sie in der Praxis von ausgeprägter Wirksamkeit. Ohne Berücksichtigung des Zeitfaktors können Untersuchungen des Kälteverhaltens zu schweren Irrtümern führen.