

Über "Anomalien" im Kälteverhalten der Öle.⁺⁾

Von Dr. A. Baeder, Rhein.-westf. Elektrizitätswerk, Köln.

Im Laufe der letzten 15 Jahre wurde eine Reihe von Erscheinungen an kalten Ölen festgestellt, für die zunächst keine einfache Erklärung möglich war. Sie gingen als sogenannte Anomalien in das Schrifttum ein und verwirrten den Fragebereich "Kälteverhalten von Ölen" immer mehr und versperrten den Weg für eine sachgemäße Normung. Einen Überblick über die ganze Entwicklung gab Siebald¹⁾. Baeder hat in zahlreichen Versuchen eine Nachprüfung angestellt und berichtete auszugsweise über die Ergebnisse an Hand von Lichtbildern.

I. Kennzeichnende Temperaturpunkte.

Die Untersuchungen über die bisher als kennzeichnend oder beachtenswert angesehenen Temperaturpunkte, nämlich Erstarrungs- und Schmelzpunkte der Paraffinkohlenwasserstoffe, Trübungspunkt, Stockpunkt, Fließbeginn, Fließvermögen, totale Erstarrung und Schmelzbeginn führten zu folgenden Auffassungen:

1. Die nicht vergleichbaren Prüfgeräte lassen keine vergleichbaren Prüfergebnisse für entsprechende Punkte, z.B. Stockpunkt (Fließende) und Fließbeginn, zu.

2. Alle kennzeichnenden Punkte erfahren bei stetiger Temperaturänderung eine Verschiebung in der Temperaturrichtung, weil Erstarren und Schmelzen Zeitreaktionen sind.

3. Die positive Verschiebung (mit steigender Temperatur) ist bedeutend größer als die negative (mit fallender Temperatur). Ursache ist die Verschiedenheit in der zu bewältigenden Paraffinmenge.

4. Das Arbeiten mit steigender Temperatur ist im Ausscheidungsgebiet wegen der großen positiven Verschiebung unzuweckmäßig.

1) Siebald, K. Über das Verhalten von Schmierölen in der Kälte, Verlag Gasschutz und Luftschutz Dr. Ebeling K.G., Berlin-Charlottenburg, 1940.

+) Auszug aus der demnächst erscheinenden Arbeit "Über Anomalien im Kälteverhalten der Öle."

5. Alle Messungen an Öl mit Paraffinausscheidung liefern Zufallswerte, wenn vor der Messung der Beharrungszustand, d.h. der stabilste Zustand des Paraffingerüstes, nicht abgewartet wird. Daraus folgt, dass die bisherigen Messungen für Stockpunkt, Fließbeginn und Fließvermögen sehr anfechtbar sind; von sonstigen berechtigten Einwänden, die besonders gegen den Stockpunkt vorgebracht werden, wird hier ganz abgesehen.

6. Von den kennzeichnenden Punkten kann nur der Trübungspunkt praktische Bedeutung beanspruchen (siehe II).

7. Wichtig ist die Geschwindigkeit der Paraffinausscheidung, denn je rascher sich diese vollzieht, desto schwerer ist das Öl mess- und betriebstechnisch zu beherrschen. Bei der bisherigen Messart drückte sich die Ausscheidungsgeschwindigkeit in dem Temperaturintervall zwischen Trübungspunkt und Stockpunkt aus. Die Begrenzung der Ausscheidungsgeschwindigkeit würde das Kälteproblem für Laboratorium und Betrieb stark vereinfachen.

II. Trübungspunkt.

Die Hauptbedeutung des Trübungspunktes liegt darin, dass er das Normalgebiet vom Ausscheidungsgebiet trennt und dadurch angibt, wann das Messverfahren zu ändern ist. Obwohl die Bedeutung des Trübungspunktes mehrfach im Schrifttum betont worden ist, hat er nicht die ihm zukommende Berücksichtigung gefunden mit der Wirkung, dass die nur für reine Flüssigkeiten geltenden Gesetze unbewusst auf die Suspension oder sogar auf die Schwammstruktur angewendet wurden, sodass unerklärliche Ergebnisse gefunden wurden, die zu "Anomalien" Anlass gaben. Besonders hervorzuhebende Wirkungen der Nichtbeachtung des Trübungspunktes sind: Fehlerhafte Zeichnung der ZTK-Kurve im Blatt nach Ubbelohde; fehlerhafte Intra- und Extrapolation, nämlich über den Trübungspunkt hinaus; endlich die Unmöglichkeit sachgemässer Auswertung für die Mehrzahl der veröffentlichten Messergebnisse.

Ein Verfahren zur Bestimmung des Trübungspunktes wurde beschrieben. Auch wurde an Kurven gezeigt, wie der Trübungspunkt von Art und Menge des gelösten Paraffins abhängig ist.

III. Zähigkeits- bzw. Konsistenzmessungen.

Der Begriff "Zähigkeit" ist als innere Reibung nur für reine Flüssigkeiten definiert und darf nicht auf Suspension, Schwammstruktur und feste Körper angewendet werden, wie es im Schrifttum regelmäßig der Fall ist. Dadurch entstehen unhaltbare Behauptungen. Man sollte daher unterhalb des Trübungspunktes nur von Konsistenz sprechen.

Auch sie hängt wie die kennzeichnenden Punkte von Menge und Struktur des ausgeschiedenen Paraffins ab. Die unter I, 3-5 aufgeführten Punkte gelten daher auch für die Konsistenzmessungen, sind aber bisher bei den Messungen in der Regel nicht berücksichtigt worden. Die Ergebnisse waren daher Zufallswerte, die keine Berechtigung ergaben, von Anomalien zu sprechen.

Die Verschleppung bewirkt die aus dem Schrifttum bekannte sogenannte "Zähigkeits-Hysterese" oder richtiger "Konsistenz-Hysterese". Sie äussert sich darin, dass man zwei verschiedene Kurven erhält, je nachdem, ob man mit steigender (Schmelzkurve) oder fallender Temperatur (Erstarrungskurve) arbeitet. Sie bewirkt, dass die oberhalb des Trübungspunktes eindeutige Zähigkeitskurve sich in zwei Kurven spaltet, die sich immer weiter voneinander entfernen.

Auf die mangelhafte Form der Kapillare zum Vogel-Ossag-Viskosimeter wurde hingewiesen; sie wurde durch eine bessere Form ersetzt. Weiterhin wurde gezeigt, dass Haltezeiten zwischen den Messungen zu ungenügend definierten Werten führten.

Für die Notwendigkeit eines Vorwärmverfahrens für Öle, die bei Raumtemperatur klar und durchsichtig sind, ergab sich kein Anhaltspunkt. Dagegen ist eine schärfere Regelung des Temperaturverlaufes wichtig. Die Angaben über die Temperaturregelung sind im Schrifttum zu mangelhaft.

IV. Betriebsnotwendigkeiten.

Ein grosser Teil der im Schrifttum veröffentlichten Ergebnisse krankt an der Unklarheit über das Messziel. In dieser Hinsicht ist ein Unterschied zu machen zwischen Anlauf und Betrieb einer Maschine.

Für die mit dem Anlauf (Start) zusammenhängenden Fragen ist diejenige Konsistenz massgebend, die das Öl bei der gegebenen Temperatur dann hat, wenn das ausgeschiedene Paraffin den stabilsten Zustand (Beharrungszustand) erreicht hat. Man kann diese Zähigkeit höchste Start-

zähigkeit, höchsten Anlasskraftbedarf oder höchste Konsistenz oder höchsten Bewegungswiderstand nennen. Nach Heinze und Marder²⁾ kann diese Grösse mit dem Schwaiger-Gerät gemessen werden. Voraussetzung ist dabei, dass der Beharrungszustand vor der Messung erreicht ist. Dafür gibt es z.Zt. noch kein zuverlässiges Merkmal. Dagegen ist die Höchstkonsistenz mit den bekannten Viskosimetern nicht messbar. Es besteht aber Hoffnung, ein brauchbares Laboratoriumsgerät zu schaffen.

Für die Beurteilung der mit dem Betrieb zusammenhängenden Fragen ist eine andere Grösse heranzuziehen. Denn die Maschine zertrümmert nach dem Anlauf innerhalb kurzer Zeit das Paraffin bis zu mikroskopischer Teilchengrösse. In dieser Feinheit gehen die Teilchen ohne Schwierigkeiten durch die Spiele hindurch und stören daher den Flüssigkeitscharakter so wenig, dass man noch von einer Flüssigkeit sprechen kann. Zwischen den Reibflächen und bei Umlaufschmierung auch in den Ölleitungen kann sich wegen der Bewegung weder Gerüst noch Paraffinpelz in störender Weise bilden.

Dieser Zustand kann auch im Vogel-Ossag-Viskosimeter durch Auf- und Abziehen des Öles ohne Haltezeiten erreicht werden. Dabei sinkt die Auslaufzeit bis zu einem konstanten Endwert, aus dem die Zähigkeit, die "Betriebszähigkeit" genannt wird, in bekannter Weise berechnet werden kann.

IV. Zusammenfassung.

Es konnten so viele Fehlerquellen der im Schrifttum veröffentlichten Messergebnisse nachgewiesen werden, dass die daraus hergeleiteten Anomalien neuer einwandfreier Beweise bedürfen, falls sie weiterhin behauptet werden sollen.

Als besonders wichtige Erkenntnisse, die auch für die Normungsarbeit von wegweisender Bedeutung sind, wurden gefunden:

Stockpunkt, Fließbeginn und Fließvermögen sind, von sonstigen Einwänden ganz abgesehen, infolge Nichtbeachtung der Verschleppungserscheinungen und Verzicht auf den Beharrungszustand so fehlerhaft, dass sie keine praktische Bedeutung beanspruchen können.

Desgleichen ist der weitaus grösste Teil der im Schrifttum veröffentlichten Zähigkeits-Ergebnisse entweder nicht sachgemäß auswertbar

²⁾ Heinze und Marder Vergleich des Kälteverhaltens von Erdöl- und Syntheschmierölen, Öl und Kohle 15 (1939) S.611; Auszug in VDI-Ztschr.84 (1940) S.895

wegen fehlender wichtiger Angaben, z.B. des Trübungspunktes, oder nachweisbar falsch, z.B. wegen Nichtabwartens des Beharrungszustandes, wegen Haltezeiten zwischen den Messungen und d.l.

Es sind drei Grössen notwendig, um das Kälteverhalten eines Öles eindeutig zu kennzeichnen, nämlich

1. der Trübungspunkt als Scheidemarke zwischen Normalgebiet und Ausscheidungsgebiet; ein Prüfverfahren wurde beschrieben.

2. Höchstkonsistenz als Resultate von innerer Reibung der noch nicht ausgeschiedenen Ölanteile, von innerer Reibung der ausgeschiedenen Ölanteile, von äusserer Reibung an der Wandung (Paraffinpelz) und von Auspressdruck, mit dem die nicht ausgeschiedenen Ölanteile aus dem Paraffingerüst gedrückt werden. Diese Höchstkonsistenz ist für alle Fragen massgebend, die mit dem Anfahren einer Maschine verquickt sind. Sie kann im Schwaiger-Gerät gemessen werden.

3. Betriebsfähigkeit. Das ist die Fähigkeit, die das Öl hat, nachdem alle Ausscheidungen bis zur mikroskopischen Teilchengrösse zerteilt sind. Sie kann im Vogel-Osaag-Viskosimeter durch Auf- und Abziehen des Öles ohne Haltezeiten bis zur Erreichung konstanter Auslaufzeit geprüft werden und ist für alle Schmierfragen des Betriebes einer Maschine, deren Öltemperatur unterhalb des Trübungspunktes liegen kann, massgebend.

4. Besondere Bedeutung besitzt auch die Geschwindigkeit der Paraffinausscheidungen, weil zu rasches Ausscheiden des Paraffins messtechnische und betriebliche Beherrschung der Kältewirkungen unmöglich macht. Sie ist bestimmt durch die Steilheit der Kurve für die Höchstkonsistenz.