

können. So wünschenswert also die Verwendung eines solchen Öles auch unter dem Gesichtspunkt der geringeren Viskositätsänderung bei Temperaturschwankungen wäre, so scheidet seine Verwendung doch für unsere Zwecke aus. Im Interesse des Nichtverlaufens und einer genügenden Schmierkraft ist man genötigt, in den Lagern von Uhren eben von Haus aus etwas dickere Öle zu nehmen, und man muß wohl oder übel deren stärkere Viskositätsänderung unter dem Einfluß der Temperaturschwankungen in Kauf nehmen.

Treten nun — wie wir gesehen haben — unter dem Einfluß dieser Temperaturschwankungen bei allen Ölen, schon solange sie noch flüssig sind, mehr oder weniger starke Änderungen der Viskosität und damit der Reibung auf, so wird die Reibungszunahme ganz besonders stark dann sein, wenn die Öle in tiefen Temperaturen regelrecht erstarren und nicht mehr fließen. Um in diese Vorgänge näher hineinzuleuchten, fehlt uns heute leider noch ein handliches Viskosimeter. Wir können daher heute noch keine exakten Vergleichsangaben über die Veränderungen der inneren Reibung von Schmiermitteln ober- und unterhalb des Erstarrungspunktes machen. Einige grundsätzliche Bemerkungen hierzu seien mir jedoch gestattet.

Der Stockpunkt des Oles

Wenn jemand ein Instrument oder einen Apparat ölen will, die ständig oder zeitweise sehr tiefen Temperaturen ausgesetzt sind, so pflegt er stets in erster Linie ein Öl mit möglichst niedrigem Stockpunkt zu verlangen und leider auch häufig die Eignung des Öles fast ausschließlich nach der Tiefe des Stockpunktes zu beurteilen. Der Stockpunkt bedeutet nun aber in Wirklichkeit nichts anderes als die Temperatur, bei welcher bei allmählicher Abkühlung das in ein Reagenzglas gegebene Öl nicht mehr fließt, sondern „stockt“, d. h. die Temperatur, bei welcher der Spiegel des Öles beim Neigen des Reagenzglases in die waagerechte Lage unverändert senkrecht zur Glaswand stehenbleibt. Dieser Temperaturpunkt kann eine Bedeutung in der Großmechanik, z. B. bei der Tropfschmierung haben, denn in dem Augenblick, wo das Öl „stockt“, können sich keine fallenden Tropfen mehr ausbilden, und die Schmierung hört praktisch auf. Es ist aber nicht gesagt, daß ein nicht mehr fließendes Öl keinen Schmierwert mehr hat. Vaseline fließt auch nicht und ist zur Schmierung zahlloser Lager außerordentlich gut verwendbar. Ein Laufwerk bleibt erst dann stehen, wenn die Viskosität des Öles, die ja auch unterhalb des Stockpunktes bei weiter fallenden Temperaturen noch weiter zunimmt, so groß geworden ist, daß das vorhandene Kraftmoment nicht mehr imstande ist, die innere Reibung des Schmiermittels zu überwinden. Dieser Fall tritt aber in der Regel erst unterhalb des Stockpunktes ein. Die noch viel verbreitete Meinung, daß ein Instrument, welches mit einem Öl mit einem Stockpunkt von -20°C geölt ist, bei z. B. -25°C unter allen Umständen versagen müsse, ist ebenso irrig wie diejenige, daß dieses Öl z. B. bei -15°C noch genau so schmieren müsse wie bei $+20^{\circ}\text{C}$, weil der Stockpunkt ja erst bei -20°C liege.

Folgen längerer Kälteeinwirkung

Andererseits übersieht man aber bei der Beurteilung des Öles nach dem Stockpunkt auch vielfach die hohe Bedeutung, die die Dauer der Kälteeinwirkung auf seine Zähigkeit und somit auf seine Schmiereigenschaften hat. Das gilt besonders für die Öle des Tier- und Pflanzenreiches, welche bei tiefen Temperaturen Stearinausscheidungen bilden und folglich auch für die meisten Uhrenöle, die ja solche tierischen Öle in mehr oder weniger hohem Prozentsatz enthalten. Es ist irrig, zu glauben, daß ein Klauenöl, welches einen Stockpunkt von z. B. -10°C hat, oberhalb dieser Temperatur nun auch dauernd fließen oder gar blank bleiben müsse. Im Gegenteil,

die Stearinausscheidungen treten bereits bei viel höheren Temperaturen auf — der Stockpunkt besagt ja nur, daß das Öl bei der angegebenen Temperatur bereits so talghart geworden ist, daß es sich überhaupt nicht mehr bewegt —, und es kann sehr wohl der Fall eintreten, daß ein solches Öl mit einem einwandfrei festgestellten Stockpunkt von -10°C auch bei einer Kälteeinwirkung von nur -5°C , wenn sie nur lange genug andauert, ebenfalls so fest wird, daß unter Umständen von einer Schmierwirkung keine Rede mehr sein kann. Sie ersehen aus diesen Beispielen, daß, sobald wie gerade bei Uhrenölen Mischöle aus mineralischen und tierischen Ölen in Frage kommen, die Beurteilung ihres Wertes nach dem Stockpunkt eine höchst unsichere Angelegenheit ist. Das Öl kann in der Praxis sowohl besser als auch schlechter sein, als man auf Grund der Stockpunktangabe anzunehmen geneigt sein wird.

Anforderungen an das Kälteverhalten des Oles

Wie sehen nun in Wirklichkeit die Anforderungen aus, die heute an das Kälteverhalten der Uhrenöle gestellt werden? Die Chronometer-Wettbewerbe der Sternwarten der verschiedenen Länder sahen bisher im allgemeinen lediglich Temperaturprüfungen innerhalb der Grenzen von $\pm 0^{\circ}$ bis $+35^{\circ}\text{C}$ vor. Innerhalb dieser Spanne von nur 35 Zentigraden ist die Viskositätsänderung auch der verhältnismäßig dickflüssigeren Öle von etwa 11 bis 12 E bei 20°C (z. B. Klauenöl) nicht allzu erheblich. Seitdem nun aber als erstes Land vor rund zwölf Jahren England bekanntgab, daß die Uhren für die Luftfahrt Temperaturprüfungen zwischen $+60^{\circ}\text{C}$ und -60°C unterworfen werden sollten, verlangt die Industrie in steigendem Maße von uns Öle, die zwischen -60 und $+60^{\circ}\text{C}$ ihre Viskosität gar nicht oder sowenig wie möglich verändern.

Es sei an dieser Stelle einmal ganz klipp und klar ausgesprochen, daß es reine Utopie ist, zu glauben, es könne jemals Öle geben, die derartigen Anforderungen entsprechen. Denn sie bedeuten nichts anderes als das Verlangen, ein Naturgesetz außer Kraft zu setzen. Jedermann weiß heute, daß kein Automobilmotor, wenn er mit dickem Sommeröl beschickt ist, bei -20°C auch nur die geringste Neigung zeigt, anzuspringen, und daß eines der aussichtsreichsten Mittel, einen Motor glatt zur Strecke zu bringen, das ist, ihn bei Hundstagshitze mit dünnem Winteröl einen Berg hinaufzujagen. Was man beim Autoöl als naturgegebene Selbstverständlichkeit ohne weiteres hinnimmt, hofft man aber beim Uhrenöl immer noch durch den genialen Gedanken eines Erfinders ändern zu können. Es wird vielleicht möglich sein, die Öle so zu verbessern, daß die Abhängigkeit ihrer Viskosität von der Temperatur etwas geringer sein wird als heute, aber eine Temperaturspanne von 120 Zentigraden ist derart erheblich, daß mit Notwendigkeit stets sehr gewaltige Reibungsunterschiede auftreten, solange man auf flüssige Schmiermittel angewiesen sein wird.

Ein Kälteverfuch bei -60°C

Die wenigsten Menschen vermögen sich einen Begriff zu machen, was 60° Kälte für ein Schmiermittel bedeuten. Um dies zu veranschaulichen, habe ich hier eine Anzahl Öle in weiten Reagenzgläsern mitgebracht. Wie Sie sehen, ist in jedem ein Thermometer befestigt, und wir wollen nun mit Hilfe von Kohlendioxid und Alkohol diese Öle so weit abkühlen, bis jedes Thermometer etwa -60°C anzeigt. Ich werde dann die Öle, deren Art auf jedem Reagenzglas durch ein Etikett angegeben ist, herumreichen, und die Anwesenden können dann selbst durch Bewegen des Thermometers im erstarrten Öl versuchen, welche Kraft erforderlich ist, die innere Reibung des Schmiermittels bei dieser Temperatur zu überwinden. Die mitgebrachten Öle sind: