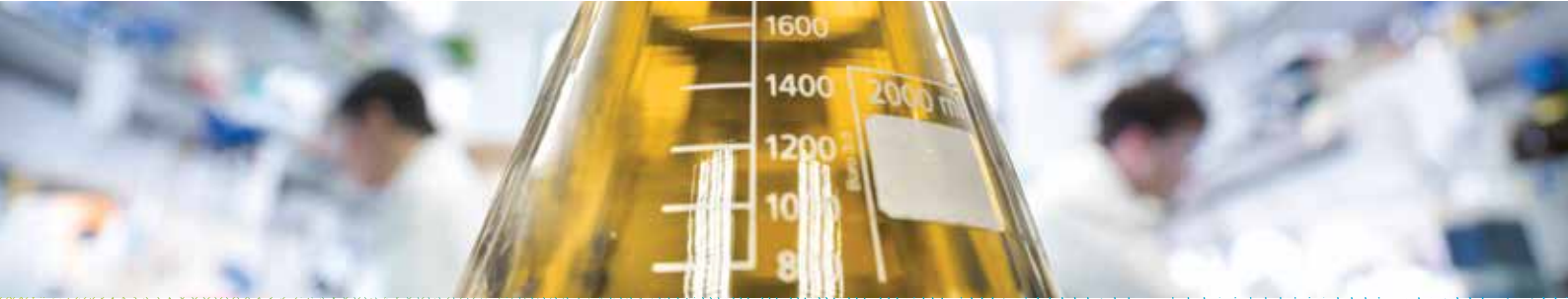


Scherstabilität von Hydraulikflüssigkeiten



Energy lives here™

Maschinen und die verwendeten Schmierstoffe sind häufig sehr unterschiedlichen Umgebungs- und Betriebstemperaturen ausgesetzt. Schmierstoffe müssen daher bei niedrigen Temperaturen eine möglichst gute Pumpfähigkeit vorweisen, wohingegen bei hohen Temperaturen ein ausreichend dicker Schmierfilm gebildet werden muss. Ein gutes Beispiel sind Hydraulikflüssigkeiten, die in einer Vielzahl von industriellen Anwendungen bei den unterschiedlichsten Umgebungs- und Betriebstemperaturen eingesetzt werden. Es ist nicht schwer, einen Schmierstoff zu formulieren, der diese Anforderungen erfüllt. Dennoch kann es zu Leistungseinbußen führen, wenn sich die Flüssigkeit während des Betriebes stark verändert. Hydraulikflüssigkeiten für ein breites Betriebstemperaturspektrum werden oft mit Additiven zur Verbesserung der Viskositäts-Temperatur-Abhängigkeit formuliert, um den Einsatz sowohl bei sehr niedrigen als auch bei hohen Temperaturen zu gewährleisten. Diese Additive sind Scherkräften ausgesetzt, die deren Wirksamkeit reduzieren kann.

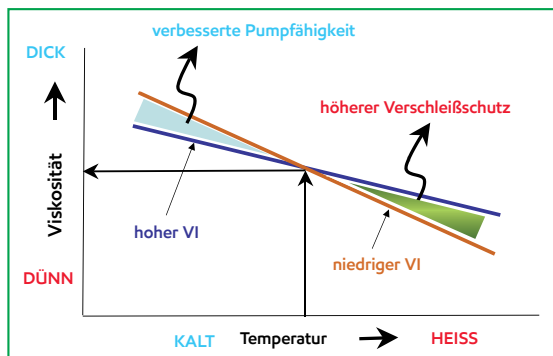
Viskosität/Temperatur – Verhalten

Die Viskosität von Schmierstoffen ändert sich mit ihrer Temperatur. Bei steigenden Temperaturen nimmt die Viskosität ab, bei fallenden Temperaturen nimmt sie zu. Das gemessene Verhältnis zwischen Viskositätsänderung und Temperatur wird als Viskositätsindex oder kurz VI der Hydraulikflüssigkeit bezeichnet.

Der Viskositätsindex ist eine empirisch ermittelte dimensionslose Kennzahl, und ist das Maß für die Viskositätsänderung in Abhängigkeit von der Temperatur. Bei einer Flüssigkeit mit hohem VI ist die Viskositätsänderung in Abhängigkeit von der Temperatur geringer als bei einer Flüssigkeit mit einem niedrigeren VI. Bei mineralölbasischen Hydraulikflüssigkeiten liegt der VI normalerweise zwischen 90 und maximal 110.

Viskositätsindexverbesserer

Der VI einer Flüssigkeit kann durch den Einsatz besonderer Additive, der sogenannten VI-Verbesserer, erhöht werden. Diese Additive sind normalerweise Polymere mit einem hohen Molekulargewicht, die die Auswirkungen der Temperatur auf die Viskosität verringern sollen. Bei steigender Temperatur schwellen VI-Verbesserer an und gleichen so die abneh-



Einfluss des VI (Viskositätsindex)



Niedrige Temperatur: VI-Verbesserer – Die Moleküle ziehen sich zusammen



Hohe Temperatur: VI-Verbesserer – Die Moleküle dehnen sich aus

Scherstabilität von Hydraulikflüssigkeiten

mende Viskosität des Grundöls aus. Das führt dazu, dass die Flüssigkeit auch bei hohen Temperaturen einen ausreichend stabilen Schmierfilm behält. Bei niedrigen Temperaturen schrumpfen die VI-Verbesserer zu kugelförmigen Einheiten zusammen, sodass nun die Viskosität der Flüssigkeit im Wesentlichen vom Grundöl beeinflusst wird.

Messung der Scherstabilität

Zur Bestimmung der Scherstabilität einer Flüssigkeit mit einem hohen VI werden drei unterschiedliche Methoden verwendet.

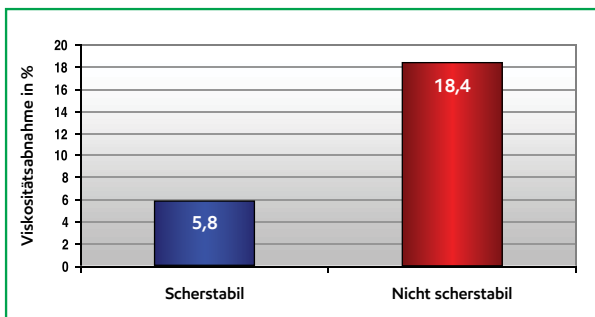
DIN 51382 – Der Bosch-Einspritztest gilt als die anforderungsärmste dieser Methoden. Das Testöl durchläuft 250 Zyklen bei 175 bar. Die Veränderung der Viskosität ist ein Maß für die Scherstabilität.

ASTM D5621 – Beim Ultraschall-Schertest wird die Probe einer Hydraulikflüssigkeit 40 Minuten lang in einem Ultraschall-Oszillator geschert. Danach wird die Veränderung der Viskosität gemessen. Dieser Test wird von einigen OEMs aus den USA bevorzugt, jedoch zunehmend durch den Kegelrollenlager-Schertest (CEC L45-A-99 KRL) ersetzt.

CEC L45-A-99 – Der Kegelrollenlager-Schertest (KRL) wird zunehmend von OEMs bevorzugt, da er als die strengste Testmethode gilt und mit den Erfahrungen aus der Praxis am ehesten korreliert. Das Testöl wird für 20 Stunden in einem Kegelrollenlager unter definierten Versuchsbedingungen betrieben. Vor und nach dem Test wird die Viskosität bestimmt und ihre prozentuale Veränderung ermittelt.

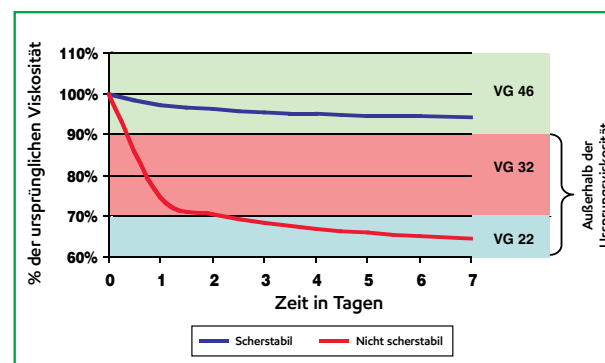
20 hour KRL test (CEC L-45-A-99)

Die folgende Grafik zeigt im Vergleich zu einem scherstablen Öl im Kegelrollenlager-Schertest bei einem nicht scherstablen Öl eine um 12,6 % verminderte Viskosität..



Praxistest zur Messung der Scherstabilität bei Hydraulikpumpen

Während Laborversuche nützliche Daten über die Scherstabilität von Hydraulikflüssigkeiten liefern und einen wesentlichen Einfluss auf die Wahl der Additive haben, so lassen sich im Praxistest diese Erkenntnisse verifizieren. Die im Versuch verwendete Hydraulikpumpe simuliert die Betriebsbedingungen im täglichen Einsatz. Im folgenden Beispiel wurden auf einem Vickers-Pumpenteststand mit einer Flügelzellenpumpe vom Typ 25 VQ die Daten zweier Flüssigkeiten bei 138 bar und 52 °C bei einer Versuchsdauer von 168 Stunden gesammelt.



Viskositätsveränderung im Betrieb

In diesem Beispiel verlor die nicht scherstabile Flüssigkeit mit einem hohen VI in nur zwei Tagen fast 30 Prozent ihrer Viskosität und rutschte in die nächst niedrigere Viskositätsstufe ab. Andererseits zeigte die Rezeptur mit hoher Scherstabilität während der gesamten Versuchsdauer nahezu gleich bleibende Viskositätswerte. Diese Unterscheidung ist von wesentlicher Bedeutung für Schmierung und Betrieb eines kritischen Hydrauliksystems.

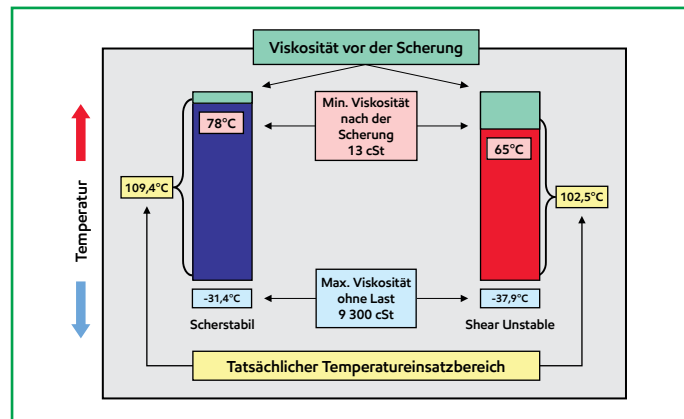
Scherstabilität von Hydraulikflüssigkeiten

Auswirkung der Scherstabilität auf den Temperatureinsatzbereich

Zu hohes ständiges Abscheren hat, wie oben gezeigt, schwerwiegende Auswirkungen auf ein Hydrauliksystem. Bei steigender Scherung wird der Temperatureinsatzbereich kleiner. Als Temperatureinsatzbereich einer Hydraulikflüssigkeit bezeichnet man den Bereich, in dem störungsfrei ein Hydrauliksystem betrieben werden kann. Der Temperatureinsatzbereich einer Hydraulikflüssigkeit hängt von ihrer Ausgangsviskosität und ihrem VI ab und wird maßgeblich durch die Scherstabilität beeinflusst. Im Diagramm hat die scherstabile Flüssigkeit einen größeren Temperatureinsatzbereich als eine Flüssigkeit mit geringerer Scherstabilität und einem höheren VI.

Zunehmende Scherung reduziert durch Abnahme der Viskosität die Hochtemperatureigenschaften der Flüssigkeit. Im Beispiel wurden zwei unterschiedlich scherstabile Hydraulikflüssigkeiten der Viskositätsklasse ISO VG 46 miteinander verglichen. Auf dem Flügelzellenpumpen-Teststand fällt die nicht scherstabile Flüssigkeit innerhalb eines Tages von ISO VG 46 auf ISO VG 32 ab und liegt sogar innerhalb von zwei Tagen im Bereich von ISO VG 22. Diese Viskositätsabnahme würde zu erhöhtem Verschleiß führen und begrenzt die maximale Einsatztemperatur erheblich. Unerwartete Schäden am Hydrauliksystem wären die Folge.

Darüber hinaus kann die mangels Scherstabilität niedrigere Viskosität zu einem Leistungseinbruch bei kontinuierlichem Betrieb führen. Steigende System- und Umgebungstemperaturen treten



Temperatureinsatzbereich

üblicherweise auf, wenn eine Maschine noch spät am Tag läuft. Bei steigenden Temperaturen sinkt die Viskosität und der volumetrische Wirkungsgrad der Systempumpen nimmt ab.

Zusammenfassung

Moderne Hydraulikflüssigkeiten müssen innerhalb eines vorgegebenen Temperaturfensters zuverlässig und ohne Qualitätseinbußen arbeiten. Um die Abnahme des volumetrischen Wirkungsgrades zu verhindern, werden besonders scherstabile Hydraulikflüssigkeiten mit hohem VI eingesetzt. Sowohl Labor- als auch Praxistests zeigen eindrucksvoll, wie wichtig eine scherstabile Formulierung ist. Sowohl die Schmiereigenschaften als auch der hydraulische Wirkungsgrad sollten innerhalb des Einsatzbereiches möglichst konstant gehalten werden.