

Tiefemperatur-Leistungsfähigkeit von Schmierfett

Wählen Sie das geeignete Fett für Ihre Belange



Energy lives here®

So erkennen Sie zweifelsfrei die Potenziale von Schmierfetten bei tiefen Temperaturen

Die Leistungsfähigkeit bei Kälte ist oft ein wichtiger Aspekt bei der Fettwahl. Zu wissen, welches die niedrigste Temperatur ist, der das Fett ausgesetzt wird, reicht in der Regel nicht als Entscheidungsgrundlage. Über die Wirkung der Kälte auf das Fett hinaus ist es wichtig zu wissen, welchen Einfluss niedrige Temperaturen auf die Leistungsfähigkeit Ihrer Anlage haben. Dafür gibt es Standardtests und Verfahren, mit denen Sie die Kältepotenziale von Fetten ermitteln können. Doch zuvor erläutern wir zwei grundsätzliche Eigenschaften von Fetten:

- Dynamische und scheinbare Viskosität
- Verhalten newtonscher und nicht newtonscher Flüssigkeiten

Dynamische und scheinbare Viskosität

Fette verhalten sich bei Temperaturänderungen genau wie Öle: Sinkt die Temperatur, steigt die Viskosität – der innere Widerstand gegen plastisches Verformen oder Fließen – und umgekehrt. Das Fließverhalten eines Fettes hängt jedoch auch von Scherkräften und Scherbelastungen ab, der relativen Bewegung zweier Oberflächen zueinander.

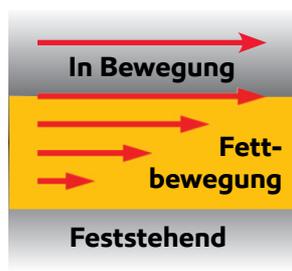


Abbildung 1

Abbildung 1 zeigt zwei Oberflächen, die sich relativ zueinander bewegen und durch Fett getrennt sind. Die sich bewegende Oberfläche verursacht ein

Fließen des Fettes (dargestellt durch die Pfeile). Die Fließgeschwindigkeit nimmt mit zunehmendem Abstand von der sich bewegenden Oberfläche ab (dargestellt durch die Länge der Pfeile). Folgende Parameter beschreiben die Bewegung dieser Flächen relativ zueinander:

- Schergeschwindigkeit $\dot{\gamma}$: die relative Geschwindigkeit zweier Flächen zueinander
- Scherbelastung τ : die Reibung, welche die Bewegung zwischen den beiden Flächen hemmt

Die dynamische Viskosität η ist das Verhältnis von Scherbelastung zu Schergeschwindigkeit:

$$\eta = \tau / \dot{\gamma}$$

Abhängig von der Auswirkung der Schergeschwindigkeit auf die Viskosität, gibt es zwei unterschiedliche Flüssigkeitsarten (Abbildung 2):

- Bei **newtonschen Flüssigkeiten** ist die Viskosität bei gegebener Temperatur unabhängig von der Schergeschwindigkeit – der innere Fließwiderstand der Flüssigkeit ist direkt proportional zu den verursachenden Kräften. Dies ist die **dynamische Viskosität**.
- Bei **nicht-newtonschen Flüssigkeiten** variiert die Viskosität bei gegebener Temperatur mit der Schergeschwindigkeit, d. h. die Viskosität gilt nur für die Schergeschwindigkeit, bei der sie bestimmt wurde. Dies ist die **scheinbare Viskosität**. **Fette sind typischerweise nicht-newtonsche Flüssigkeiten.**

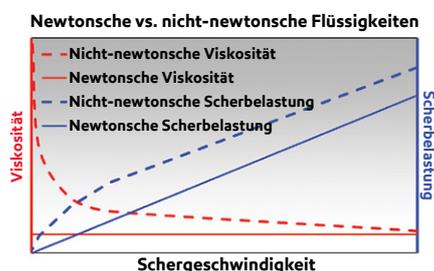


Abbildung 2

Tieftemperatur-Leistungsfähigkeit von Schmierfett

Verhalten von newtonscher und nicht-newtonscher Flüssigkeit

Viele Schmierstoffe auf Mineralölbasis sind newtonsche Flüssigkeiten. Fette und einige mit Polymeren angereicherte Öle dagegen zeigen ein nicht-newtonsches Verhalten mit einer Verdünnung, bei der die Viskosität mit zunehmenden Scherkräften abnimmt. Bitte ziehen Sie bei der Wahl des richtigen Fettes diesen Effekt – und dessen Rolle für Ihre Anwendung – in Betracht.

Die Verdünnung durch Scherung hängt vom Verhalten großer Moleküle – wie Seifen oder Polymere – gegenüber Scherkräften ab. Diese Moleküle ordnen sich entweder parallel zur Bewegung an und reduzieren den Fließwiderstand in dieser Richtung oder sie werden mechanisch zerstört. Im ersten Fall erreicht die Viskosität ihr ursprüngliches Niveau, sobald die Scherkraft wegfällt. Im zweiten Fall bleibt der Viskositätsverlust (Verdünnung). Fette können erheblich weicher werden, bevor der Verdicker vollständig zerstört ist (**Abbildungen 3, 4 und 5**).

Um dem Rechnung zu tragen, empfiehlt ExxonMobil, die elasto-hydrodynamische Schmierung basierend auf den Eigenschaften des Grundöls zu berechnen, ohne Berücksichtigung des Verdickereinflusses. Die Fachliteratur weist darauf hin, dass der Verdicker dazu beitragen kann, einen Flüssigkeitsfilm zu bilden. Da jedoch die Schergeschwindigkeit unter den Bedingungen elasto-hydrodynamischer Schmierung sehr hoch ist, leistet das Grundöl den Hauptbeitrag zur Schmierfilmviskosität. Jeder zusätzliche Effekt durch den Verdicker wäre ein guter Zusatznutzen.

Daten zur scheinbaren Viskosität von Fetten liefern nützliche Informationen, um Druckverluste in Zentralschmiersystemen zu berechnen. Konstruktionsparameter wie Pumpendruck, Rohrdurchmesser und Rohrlänge hängen davon ab. Anhand scheinbarer Viskositäten kann auch eine Zentralschmieranlage passend zum Fett konzipiert werden. Dafür hat ExxonMobil basierend auf diesen Daten Nomogramme für viele ExxonMobil Fette erstellt.



Abbildung 3

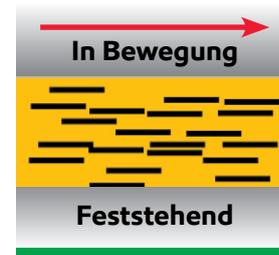


Abbildung 4



Abbildung 5

Leistungsfähigkeit von Schmierfetten bei tiefen Temperaturen

Um die niedrigste Betriebstemperatur eines Fettes zu bestimmen, müssen Sie wegen seines nicht-newtonschen Verhaltens die kritischen Schergeschwindigkeiten kennen. Bitte berücksichtigen Sie je nach Einsatz folgende Aspekte:

- **Bewegungswiderstand** – Eine hohe scheinbare Viskosität des Fettes kann die Richtung oder die Geschwindigkeit sich bewegender Komponenten beeinträchtigen. Die Maschine benötigt deshalb möglicherweise mehr Leistung, um zu laufen. Reicht diese nicht aus, fällt sie möglicherweise ganz aus. Der Bewegungswiderstand ist besonders beim Anfahren ein bekanntes Phänomen, wenn Geschwindigkeit und Schergeschwindigkeit noch niedrig sind. Im ungünstigsten Fall startet die Maschine gar nicht.

Tieftemperatur-Leistungsfähigkeit von Schmierfett

- **Channeling** – Fett schmiert, indem es unter der Scherkraft an den Kontaktstellen Öl freigibt. Die steigende scheinbare Viskosität kann dies reduzieren. Kälte verstärkt diesen Effekt. Sinkt die Temperatur unter einen fettabhängigen kritischen Punkt, gräbt sich das Fett in der Scherzone frei (Channeling), gibt kein Öl mehr ab und die bewegten Teile werden nicht mehr geschmiert, was dazu führen kann, dass die Maschine ausfällt.
- **Pumpbarkeit** – Zunehmende scheinbare Viskosität kann das Fließvermögen in Zentralschmiersystemen oder automatischen Fettgebern reduzieren. Ist die scheinbare Viskosität des Fettes zu hoch, kann der Durchfluss unterbrochen werden und die Maschine wegen Schmierstoffmangel Schaden nehmen.

Einflüsse auf die Leistungsfähigkeit von Fetten bei tiefen Temperaturen

Bitte beachten Sie bei der Wahl eines Fettes, dass dieses eine komplexe Verbindung aus Grundöl, Verdicker und Additiven ist. Jede dieser Komponenten kann sich erheblich auf dessen Leistungsfähigkeit bei niedrigen Temperaturen auswirken.

- **Viskosität des Grundöls** – Fließfähigkeit und Schmierfilmdicke sind bei niedrigen und hohen Temperaturen entscheidend, um einen ausreichenden Schmierfilm zu bilden. Grundöle müssen sehr sorgfältig ausgewählt werden. Bei einem großen Temperatureinsatzbereich können synthetische Grundöle mit hohem Viskositätsindex (VI) dazu beitragen, dass der erforderliche Schmierfilm bei sehr niedrigen wie auch bei sehr hohen Temperaturen gewährleistet ist.
- **Fettkonsistenz** – Art und Anteil des Verdickers bestimmen die Konsistenz, welche bei der Auswahl eines Fettes für den Einsatz bei Kälte eine wichtige Rolle spielt. NLGI 2 ist die meist genutzte Konsistenzklasse. Für den Einsatz bei Kälte und in Zentralschmiersystemen werden NLGI 1 oder sogar NLGI 0 bevorzugt.

- **Polymeradditive** – Polymere können die Leistung des Fettes steigern, aber auch deutlich dessen Kälteeigenschaften beeinflussen. Üblicherweise werden Polymere genutzt, um die Wasser- und Strukturbeständigkeit zu erhöhen, was mit dem Kälteverhalten ausbalanciert werden muss. Ein höherer Polymeranteil kann die Leistungsfähigkeit bei Kälte verringern. Ist die Wasserbeständigkeit ein wichtiges Kriterium, kann es besser sein, wasserabweisende Verdicker wie Kalziumsulfonat zu wählen.
- **Produktion** – Auch der Produktionsprozess beeinflusst die Leistungsfähigkeit. Werden zwei identische Fette auf unterschiedliche Weise hergestellt, können sie sehr unterschiedliche Eigenschaften zeigen – auch die Leistungsfähigkeit bei Kälte. Der Fertigungsprozess beeinflusst die Partikelgröße und -verteilung des Verdickers – wichtige Parameter bei niedrigen Temperaturen.

Industriestandards: Tests und Mindestanforderungen

Neben der scheinbaren Viskosität, einer wesentlichen Eigenschaft, um das Kälteverhalten eines Fettes zu bestimmen, gibt es zahlreiche weitere Methoden, um seine Leistungsfähigkeit bei niedrigen Temperaturen zu bestimmen. Häufig werden folgende Tests genutzt:

- **Drehmoment bei tiefen Temperaturen** (z. B. ASTM D 1478, ASTM D 4693, IP 186). Die Leistungsfähigkeit des Fettes bei niedrigen Temperaturen wird unter definierten Temperatur- und Lastbedingungen anhand der Veränderung des Drehmoments in Wälzlagern ermittelt. Es gibt verschiedene Testmethoden für spezielle Lagertypen, die aber nach dem gleichen Prinzip arbeiten. Ein Fett gefülltes Lager wird auf eine definierte Temperatur gekühlt. Dann wird das Drehmoment gemessen, bei dem der Widerstand des Fettes überwunden wird. Das Ergebnis sind oft zwei Werte – ein Anlauf- oder Maximalwert zu Beginn des Tests, und das Drehmoment im Betrieb, wenn das Lager mit normaler Geschwindigkeit läuft. Je höher diese Werte sind, desto schlechter ist die Leistungsfähigkeit des Fettes bei der gewählten Temperatur.

Tieftemperatur-Leistungsfähigkeit von Schmierfett

- **Fließdruck** (DIN 51805). Dieser Test bestimmt den nötigen Druck, um Fett bei definierten Temperaturen durch eine definierte Kapillare zu drücken und simuliert sein Fließverhalten.
- **Konuspenetration** bei niedrigen Temperaturen (ISO 13737). Fette werden bei abnehmender Temperatur härter und fester. Die Konuspenetration bestimmt den Einfluss niedriger Temperaturen auf die Konsistenz. Das Fett wird auf die definierte Temperatur gekühlt, bei der die Konuspenetration bestimmt wird.

Das Tieftemperaturverhalten ist wesentlicher Bestandteil vieler Industriestandards und Spezifikationen für Schmierfette. Mit Standardtests zur Leistungsfähigkeit bei niedrigen Temperaturen können sie verschiedene Fette miteinander vergleichen und so leichter das richtige Fett für Ihre Anforderungen wählen.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Testmethoden, die in gängigen Leistungsstandards für Fette angewendet werden:

Leistungsstandard	Eigenschaften	Testmethode
ISO 12924	Start-/Betriebsdrehmoment	ASTM D 1478
	Fließdruck	DIN 51805
	Konuspenetration	ISO 13737
DIN 51825	Fließdruck	DIN 51805
	Start-/Betriebsdrehmoment	IP 186
ASTM D 4950	Maximales Drehmoment	ASTM D 4693

Die Einflüsse auf das Tieftemperaturverhalten eines Fetts und die Daten zur Leistungsfähigkeit bei niedrigen Temperaturen in Standardtests zu kennen, hilft, das passende Fett für den jeweiligen Einsatz zu ermitteln.

Vorteile von Synthetikfetten bei tiefen Temperaturen.

Synthetische Grundöle dicken bei tiefen Temperaturen weniger ein, als Mineralöle und schützen so zusätzlich. Die niedrige innere Reibung, der hohe Viskositätsindex und die Wachsfreiheit von Synthetikölen können die mechanische Effizienz verbessern, Anlauf- und Betriebsdrehmomente senken und exzellente Pumpbarkeit bei niedrigen Temperaturen sichern. Fette bestehen zu über 80 % aus dem Grundöl. Mit einem synthetischen Schmierfett können Sie also eine exzellente Leistung bei tiefen Temperaturen erreichen.

