

# Kurzanalyse für Produktentwickler

°C  
Temperatur  
Viskosität  
Verdickungsmittel  
ASTM  
4-Kugel-Verschleiß



## Produktname

Bei diesem Produkt handelt es sich um ein Mehrzweck-Fett, das speziell für den Einsatz bei extrem hohen und niedrigen Temperaturen entwickelt wurde. Dieser Schmierstoff ist ein hochwertiges, synthetisches Kohlenwasserstoff-Fett, angereichert mit Polytetrafluorethylen (PTFE). Das Produkt ist so konzipiert, dass es Reibung verringert und Geräusche in Karosserieabzügen dämpft.

| GRUNDÖL-EIGENSCHAFTEN          |                       | TYPISCHER WERT *                |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Art                            |                       | Synthetischer Kohlenwasserstoff |
| Betriebstemperaturbereich (°C) | bei 40°C<br>bei 100°C | -60 bis 125                     |
| Viskosität (ASTM D445)         |                       | 45                              |
| FETT-EIGENSCHAFTEN             |                       | TYPISCHER WERT *                |
| Verdickungsmittel              |                       | 8                               |
|                                |                       | Synthetisch                     |
|                                |                       | gebrochenes Weiss               |
|                                |                       | Weich                           |
|                                |                       | 2                               |
|                                |                       | 278                             |
|                                |                       | 285                             |

## Entschlüsselung eines Datenblatts

|                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| Ölabschleudrate                  | 24 300 U/min                 |
| Verdampfung (CTM-1)              | 60 Min. 1200 U/min 75°C 100g |
| Kupferkorrosion (ASTM D4018)     | Stahl auf Stahl, dynamisch   |
| 4-Kugel-Verschleiß (ASTM D2269)  |                              |
| Reibungskoeffizient (ASTM D2269) |                              |

# Entschlüsselung eines Fett-Datenblatts



A QUAKER CHEMICAL COMPANY  
**Innovation und Erfahrung bei der Arbeit!**

## Produktname

Bei diesem Produkt handelt es sich um ein Mehrzweck-Fett, das speziell für den Einsatz bei extrem hohen und niedrigen Temperaturen entwickelt wurde. Dieser Schmierstoff ist ein hochwertiges, synthetisches Kohlenwasserstoff-Fett, angereichert mit Polytetrafluorethylen (PTFE). Das Produkt ist so konzipiert, dass es Reibung verringert und Geräusche in Karosenebauteilen dämmt.

| GRUNDÖL-EIGENSCHAFTEN                   |           | TYPISCHER WERT *                |
|---|-----------|---------------------------------|
| <b>Art</b>                              |           | Synthetischer Kohlenwasserstoff |
| <b>Betriebstemperaturbereich (°C)</b>   |           | -60 bis 125                     |
| <b>Viskosität (ASTM D445)</b>           | bei 40°C  | 46                              |
|   | bei 100°C | 8                               |
| FETT-EIGENSCHAFTEN                      |           | TYPISCHER WERT *                |
| <b>Verdickungsmittel</b>                |           | Synthetisch                     |
| <b>Farbe</b>                            |           | gebrochenes Weiss               |
| <b>Aussehen</b>                         |           | Weich                           |
| <b>NLGI-Klasse</b>                      |           | 2                               |
| <b>Penetration (ASTM D217)</b>          | Ungewälkt | 276                             |
|   | Gewälkt   | 285                             |
| <b>Tropfpunkt (°C) (ASTM D2265)</b>     |           | >260°C                          |
| <b>Ölabscheidung (ASTM D6184)</b>       |           | 2,66%                           |
| <b>Ölabscheidung (ASTM D1742)</b>       |           | 4,56%                           |
| <b>Verdampfung (CTM-1)</b>              |           | 0,08%                           |
| <b>Kupferkorrosion (ASTM D4048)</b>     |           | 1b                              |
| <b>4-Kugel-Verschleiß (ASTM D2266)</b>  |           | 0,74mm                          |
| <b>Reibungskoeffizient (ASTM D2266)</b> |           | 0,11                            |

Engineered Custom Lubricants ISO/TS16949 2009 • Zertifiziertes QMS  
 3951 Exchange Ave. • Aurora, IL 60504 • Tel: 630.449.5000 • Fax: 630.586.0050 •  
 E-Mail: [customerservice@eclube.com](mailto:customerservice@eclube.com) • [www.eclube.com](http://www.eclube.com)

**HAFTUNGS-AUSSCHLUSS:** Da wir weder vorhersehen noch kontrollieren können, in welchen Rahmen und unter welchen Umständen diese Information und unser Produkt benutzt werden können, können wir nicht die Garantie über die Anwendbarkeit dieser Informationen und die Eignung unseres Produktes in allen möglichen Situationen übernehmen. Aus dem gleichen Grund wird das besprochene Produkt ohne ausdrückliche oder implizierte Garantie verkauft. Bitte wenden Sie sich an Engineered Custom Lubricants für Empfehlungen und Unterstützung vor dem Schreiben oder Veröffentlichern von technischen Dokumentationen. ECL Products, LLC, ist Eigentümer von Engineered Custom Lubricants und Lubrication Technology und ist unter diesen Namen am Markt tätig.

## Kurzübersicht

Fett spielt, ebenso wie alle anderen der von Ihnen gewählten Materialien, eine entscheidende Rolle in Bezug auf die Leistung, die Betriebsdauer und die Kosten des von Ihnen entwickelten Produkts.

In der Regel enthalten Datenblätter alle Informationen, die Sie zur Auswahl eines Fettes zu Testzwecken benötigen. Datenblätter werden jedoch von Chemikern und nicht von Produktentwicklern geschrieben.

Diese Kurzanalyse erleichtert Ihnen das Lesen eines Fett-Datenblatts aus dem Blickwinkel der Produktentwicklung.

# Grundlagen: *Was versteht man unter Fett und wie funktioniert es?*



**Öl**  
(bis zu 90 %)

**Verdickungsmittel**  
(15 – 30 %)

**Additive**  
(5 – 10 %)

**Festschmierstoffe**  
(5-10 %)

**Schmieröle** bilden einen Schutzfilm zwischen zwei Flächen, um Reibung und Verschleiß vorzubeugen.

**Verdickungsmittel** fixieren das Öl, ähnlich wie ein Schwamm das Wasser hält. Wenn sich verbundene Teile bewegen, wird das Verdickungsmittel geschert und setzt Öl frei, um einen Schmierstofffilm zwischen den beweglichen Teilen zu bilden. Verdickungsmittel reabsorbieren Öl, wenn die Bewegung stoppt.

**Additive** optimieren die ausschlaggebenden Schmierleistungseigenschaften eines Schmierstoffs, wie zum Beispiel Tieftemperatur-Drehmoment, Korrosionsschutz und Oxidationsbeständigkeit.

**Festschmierstoffe** wie PTFE, MoS<sub>2</sub> und Grafit zählen zu den tragfähigen Additiven, die besonders bei Inbetriebnahme die Schmierkraft eines Fettes erhöhen.

# Fett-Datenblätter sind generell in zwei Bereiche unterteilt

## Produktname

Bei diesem Produkt handelt es sich um ein Mehrzweck-Fett, das speziell für den Einsatz bei extrem hohen und niedrigen Temperaturen entwickelt wurde. Dieser Schmierstoff ist ein hochwertiges, synthetisches Kohlenwasserstoff-Fett, angereichert mit Polytetrafluorethylen (PTFE). Das Produkt ist so konzipiert, dass es Reibung verringert und Geräusche in Karosseriebauteilen dämpft.

| GRUNDÖL-EIGENSCHAFTEN            |                               | TYPISCHER WERT *                |
|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Art                              |                               | Synthetischer Kohlenwasserstoff |
| Betriebstemperaturbereich (°C)   |                               | -60 bis 125                     |
| Viskosität (ASTM D445)           | bei 40°C                      | 46                              |
|                                  | bei 100°C                     | 8                               |
| FETT-EIGENSCHAFTEN               |                               | TYPISCHER WERT *                |
| Verdickungsmittel                |                               | Synthetisch                     |
| Farbe                            |                               | gebrochenes Weiss               |
| Aussehen                         |                               | Weich                           |
| NLGI-Klasse                      |                               | 2                               |
| Penetration (ASTM D217)          | Ungewalkt                     | 276                             |
|                                  | Gewalkt                       | 285                             |
| Tropfpunkt (°C) (ASTM D2265)     |                               | >260°C                          |
| Ölabscheidung (ASTM D6184)       | 24 Std. bei 100°C             | 2,66%                           |
| Ölabscheidung (ASTM D1742)       | 24 Std. bei 25°C und 1,72 kPa | 4,56%                           |
| Verdampfung (CTM-1)              | 24 Std. bei 100°C             | 0,08%                           |
| Kupferkorrosion (ASTM D4048)     | 24 Std. bei 100°C             | 1b                              |
| 4-Kugel-Verschleiß (ASTM D2266)  | 60 Min. 1200 U/min 75°C 40kg, | 0,74mm                          |
| Reibungskoeffizient (ASTM D2266) | Stahl auf Stahl, dynamisch    | 0,11                            |

Der eine gibt Auskunft über das Öl, z. B. in Bezug auf

- Art (Mineralöl, synthetisches Öl oder Ölgemisch)
- Temperaturanwendungsbereich
- Viskosität bei bestimmten Temperaturen

Der andere gibt Auskunft über das Fett, z. B. in Bezug auf

- Verdickungsmittel (Seife oder Nichtseife)
- Farbe, Aussehen und NLGI-Klasse
- Ergebnisse verschiedener Standard-Labortests, mit deren Hilfe das richtige Fett ausgewählt werden kann, um sicherzustellen, dass die Produktprüfung mit höchster Wahrscheinlichkeit erfolgreich absolviert werden kann.

## Öl-Eigenschaften

# Arten und Temperaturen: *Erster Schritt bei Auswahl eines Fettes*

### Betriebstemperaturen für Öle

|                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| Mineralöl                             | -30 bis +100 °C |
| Polyalphaolefin (PAO)                 |                 |
| Synthetischer Kohlenwasserstoff (SKW) | -60 bis +150 °C |
| Ester                                 | -70 bis +150 °C |
| Polyalkylenglykol (PAG)               | -40 bis +180 °C |
| Silikon                               | -75 bis +200 °C |
| Perfluorpolyether (PFPE)              | -90 bis +250 °C |



### Mineralöl oder synthetisches Öl?

- Falls Ihre Bauteile bei Temperaturen unter  $-30\text{ °C}$  oder über  $+100\text{ °C}$  in Betrieb sind, benötigen Sie ein synthetisches Öl oder ein mineralisch-synthetisches Ölgemisch.
- Auch die Materialverträglichkeit kann ein synthetisches Öl erforderlich machen.

### Ölgemische in Betracht ziehen, um die Temperaturbeständigkeit kostengünstiger erhöhen zu können

- Mineralöl kann mit PAOs und Ester, jedoch nicht mit anderen Ölen gemischt werden.
- Ester und PAGs *vertragen* sich.
- Silikone und PFPEs *vertragen sich nicht* mit anderen Ölen.

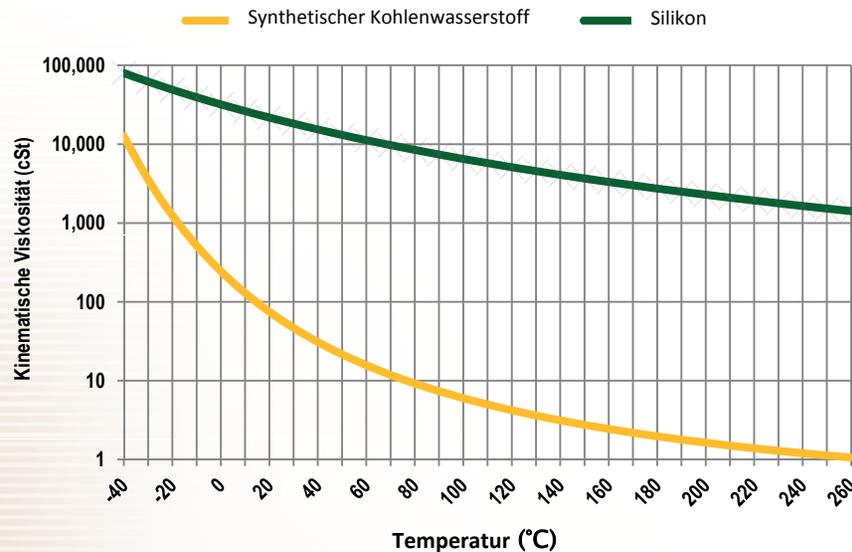
### Auswahl eines synthetischen Öls

- Temperaturbeständigkeit und Öl- bzw. Materialverträglichkeit bestimmen die Art des benötigten synthetischen Öls.
- Mit breiteren Temperaturspannen des Grundöls steigen auch die Kosten. Kaufen Sie als „Reserve“ nicht mehr, als Sie benötigen. Die jeweiligen Öltemperaturspannen können im Zuge der Konstruktions- und Testphasen genau ermittelt werden.

## Öl-Eigenschaften

# Kinematische Viskosität: *Belastung, Geschwindigkeit und Temperatur berücksichtigen*

### Viskosität vs. Temperatur



Unter kinematischer Viskosität versteht man den Widerstand eines Öls, bei bestimmten Temperaturen zu fließen und zu scheren. Die Viskosität eines Öls wird bei niedrigen Temperaturen stärker und bei höheren Temperaturen geringer.

### Viskosität und Belastung

- Ein Ölfilm muss zwei Flächen trennen, um Reibung und Verschleiß zu reduzieren.
- Stärkere Belastungen erfordern Öle höherer Viskosität, damit vom Start bis zum Stopp ein Schmierstofffilm gewährleistet werden kann. Leichtere Belastungen erfordern Öle mit geringerer Viskosität, um Reibungswiderstand vorzubeugen.

### Viskosität und Geschwindigkeit

- In der Regel ändert sich die Viskosität des Öls nicht durch die Scherung, aber bewegliche Teile erzeugen Wärme, durch die die Viskosität eines Öls verringert werden kann.

### Viskosität und Temperatur

- Mit steigender Temperatur nimmt die Viskosität des Öls ab – und umgekehrt.
- Beim Viskositätsindex (VI) handelt es sich um eine dimensionslose Zahl, die angibt, wie stark sich die Viskosität eines Öls parallel zur Temperatur ändert. Je höher der VI, desto geringer die Viskositätsänderung parallel zur Temperatur. Um eine konsistente Schmierleistung über ein breite Temperaturspanne hinweg zu gewährleisten, sollten Sie einen hohen VI ansetzen.

Öl-Eigenschaften

## Flammpunkt und Fließgrenze: *Feuer und „Fließfähigkeit“*



Die Temperatur, bei der sich das betreffende Öl entzündet.



Die Temperatur, bei der das betreffende Öl nicht mehr fließt.

Der Flammpunkt gibt Auskunft über das Entzündungsrisiko bei hohen Temperaturen

- Beim Flammpunkt handelt es sich um die Temperatur, bei der ein Öl in Gegenwart einer Prüfflamme kurzzeitig aufflammt.
- Der Flammpunkt ist eine wichtige Überlegung bei Schmierung von Maschinen, mit denen entzündliche Materialien bearbeitet werden.
- Stellen Sie sicher, dass der Flammpunkt weit über der Temperaturobergrenze Ihres Bauteils liegt.

Die Fließgrenze gibt Auskunft über die Fließfähigkeit eines Öls bei niedrigen Temperaturen

- Bei der Fließgrenze handelt es sich um die Temperatur, bei der Öl in den halbfesten Zustand übergeht und seine Fließfähigkeit - und folglich seine Schmierfähigkeit - verliert.
- Die niedrigsten Betriebstemperaturen müssen höher als die Fließgrenze liegen.
- Fließgrendämpfende Additive senken die natürliche Fließgrenze eines Öls.

## Fett-Eigenschaften

# Verdickungsmittel: *Verträglichkeit sowohl mit dem Öl als auch mit den jeweiligen Betriebstemperaturen und -bedingungen überprüfen*

Eigenschaften von Verdickungsmitteln unter Betriebsbedingungen

|                                   | Aluminium | Aluminium-Komplex | Amorphes Siliziumdioxid | Barium-Komplex | Bentonit | Calcium | Calcium-Komplex | Calciumsulfonat | Lithium | Lithium-Komplex | Polyharnstoff | PTFE | Natrium-Komplex |
|-----------------------------------|-----------|-------------------|-------------------------|----------------|----------|---------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|---------------|------|-----------------|
| Haftmittel                        | ●         | ●                 | ●                       | ●              | ●        | ●       | ●               | ●               | ●       | ●               | ●             | ●    | ●               |
| Autophoretisches Lackierverfahren | ●         | ●                 | ●                       | ●              | ●        | ●       | ●               | ●               | ●       | ●               | ●             | ●    | ●               |
| Korrosionsschutz                  | ●         | ●                 | ●                       | ●              | ●        | ●       | ●               | ●               | ●       | ●               | ●             | ●    | ●               |
| Tropfpunkt                        | ●         | ●                 | ●                       | ●              | ●        | ●       | ●               | ●               | ●       | ●               | ●             | ●    | ●               |
| Passflächenkorrosion              | ●         | ●                 | ●                       | ●              | ●        | ●       | ●               | ●               | ●       | ●               | ●             | ●    | ●               |
| Reibungsreduzierung               | ●         | ●                 | ●                       | ●              | ●        | ●       | ●               | ●               | ●       | ●               | ●             | ●    | ●               |
| Salzwasser                        | ●         | ●                 | ●                       | ●              | ●        | ●       | ●               | ●               | ●       | ●               | ●             | ●    | ●               |
| Wasser                            | ●         | ●                 | ●                       | ●              | ●        | ●       | ●               | ●               | ●       | ●               | ●             | ●    | ●               |
| Verschleißschutz                  | ●         | ●                 | ●                       | ●              | ●        | ●       | ●               | ●               | ●       | ●               | ●             | ●    | ●               |
| Stabilität (gewalkt)              | ●         | ●                 | ●                       | ●              | ●        | ●       | ●               | ●               | ●       | ●               | ●             | ●    | ●               |

● dürfte gefahrlos möglich sein      ● kann funktionieren, muss aber nicht  
● gar nicht erst versuchen

### Einige Öle und Verdickungsmittel vertragen sich nicht gut miteinander

- Mineral-, PAO- und Esteröle vertragen sich mit jedem Verdickungsmittel außer Siliziumdioxid.
- Silikonöl verträgt sich nur mit Lithium, Siliziumdioxid und PTFE.
- PFPE-Öl kann nur mit PTFE verdickt werden.

### Verdickungsmittel beginnen bei bestimmten Temperaturen, sich zu zersetzen

- Aluminum <80 °C.
- Barium-Komplex und Lithium <135 °C.
- Aluminum-Komplex, Calcium-Komplex, Calciumsulfonat und Lithium-Komplex <175 °C.
- Zu den Verdickungsmitteln für extreme Temperaturen zählen Polyharnstoff (<200 °C), PTFE (<275 °C) und amorphes Siliziumdioxid (<300 °C).

### Einige Verdickungsmittel sind für bestimmte Betriebsbedingungen besser geeignet

- Niedertemperaturleistung, Korrosionsschutz, Passflächenkorrosion, Reibungsreduzierung, Salzwasser und Verschleißschutz sind alles Faktoren, die es bei der Auswahl eines Verdickungsmittels zu berücksichtigen gilt.

## Fett-Eigenschaften

# Penetrationsmessungen der relativen Härte eines Fettes

### „NLGI-Klasse“

Die relative Härte eines Fettes nach Vorgabe des National Lubricating Grease Institute (NLGI).

| NLGI-Ziffer | Gewalkte Penetration<br>(60 Hübe) bei 25 °C | Konsistenz         |
|-------------|---|--------------------|
| 000         | 445 – 475                                   | Ketchup            |
| 00          | 400 – 430                                   | Brauner Senf       |
| 0           | 355 – 385                                   | Tomatenmark        |
| 1           | 310 – 340                                   | Ernussbutter       |
| 2           | 265 – 295                                   | Pflanzenfett       |
| 3           | 220 – 250                                   | Gefrorener Joghurt |
| 4           | 175 – 205                                   | Weiche Pastete     |
| 5           | 130 – 160                                   | Cheddar-Käse       |
| 6           | 85 – 115                                    | Fugendichtmasse    |

## Penetrometer messen die Konsistenz von Fetten

- Ein Kegel penetriert fünf Sekunden lang das Fett. Wert = Tiefe der Penetration (mm) x 10.
- Fett, das 60 oder mehr Doppelhübe lang „gewalkt“ wurde, simuliert die Konsistenz des Fettes unter Betriebsbedingungen.



## Auswahl der richtigen NLGI-Klasse

- **NLGI-Klassen** klassifizieren die Konsistenz gewalkten Fettes bei 25 °C, wobei Klasse 000 einer halbflüssigen Substanz wie Ketchup und Klasse 6 einem festen Material wie Fugendichtmasse entspricht.
- **Nutzen Sie höhere NLGI-Klassen** für hohe Betriebstemperaturen, zur Abdichtung der Umgebung und zur Minimierung von Wasserauswaschung, Ausblutung oder undichten Stellen am Bauteil.
- **Nutzen Sie niedrigere NLGI-Klassen** für den Einsatz bei niedrigen Temperaturen, insbesondere bei geringen Geschwindigkeiten, und für geschlossene, lebensdauergeschmierte Getriebe. Eine niedrigere NLGI-Klasse kann auch erforderlich sein, um sicherzustellen, dass das Fett durch automatisierte und halbautomatisierte Dosiersysteme gepumpt werden kann.

## Fett-Eigenschaften

# Tropfpunkt und Ölabscheidung: *Das Verhalten eines Fettes im Laufe der Zeit und bei hohen Temperaturen*

### Ein Leitfaden zur Öl- bzw. Verdickungsmittel-Verträglichkeit

| Verdickungsmittel       |           | Obere Temperaturgrenzen |
|-------------------------|-----------|-------------------------|
| Aluminium               | AL        | <80 °C                  |
| Aluminium-Komplex       | AL-Komp.  | <175 °C                 |
| Amorphes Siliziumdioxid | Si        | <300 °C                 |
| Barium-Komplex          | Ba-Komp.  | <135 °C                 |
| Bentonit-Mineralerde    | Bentone   | <200 °C                 |
| Calcium                 | Ca        | <110 °C                 |
| Calcium-Komplex         | Ca-Komp.  | 175 °C                  |
| Calciumsulfonat         | Ca Sul    | 175 °C                  |
| Lithium                 | Li        | <135 °C                 |
| Lithium-Komplex         | Li-Komp.  | 175 °C                  |
| Polyharnstoff           | Harnstoff | <200 °C                 |
| Polytetrafluorethylen   | PTFE      | <275 °C                 |
| Natrium-Komplex         | Na-Komp.  | <125 °C                 |

### Tropfpunkt: Indikator der Hitzebeständigkeit

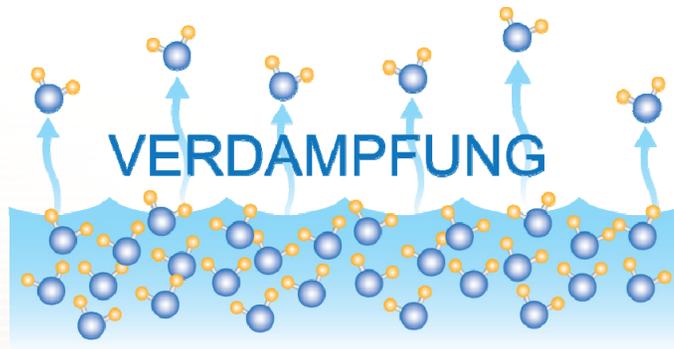
- Beim Tropfpunkt handelt es sich um die obere Temperaturgrenze, bei der ein Verdickungsmittel das Öl fixiert.
- Bei der Erhitzung über den Tropfpunkt und anschließender Abkühlung kann es geschehen, dass das Fett seine ursprüngliche Konsistenz nicht zurückerlangt und in der Folge keine zufriedenstellende Schmierleistung mehr erbringt.

### Ölabscheidung: Neigung eines Fettes zum Ausbluten

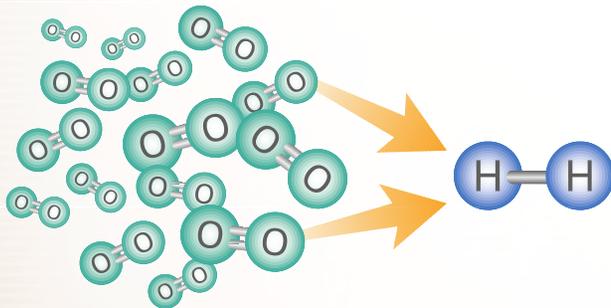
- Damit ein Fett effektiv funktioniert, muss eine geringe Menge Öl vom Verdickungsmittel abgeschieden werden. Bei weicheren Fetten ist eine höhere, bei festeren Fetten eine geringere Ölabscheidung zu erwarten.
- Statisches Ausbluten (ASTM D1742) bezeichnet die Neigung eines Fettes, während der Lagerung in Behältern Öl abzuscheiden. Abgeschiedenes Öl kann abgegossen oder wieder in das Verdickungsmittel eingerührt werden.
- Dynamisches Ausbluten (ASTM D6184) bezeichnet die Neigung eines Fettes, bei erhöhter Temperatur Öl abzuscheiden. Beachten Sie, dass sich das dynamische Ausbluten in der Regel von selbst behebt und nicht über längere Zeit extrapoliert werden sollte.

## Fett-Eigenschaften

# Verdampfung und Oxidationsbeständigkeit zeigen an, wie sich ein Fett bei hohen Temperaturen verhält



Durch Verdampfung wird ein Fett trockener und härter.



Durch Oxidation entstehen unlösliche Gummierungen, Schlicke oder Lacke.

## Verdampfung: Ölverlust bei großer Hitze

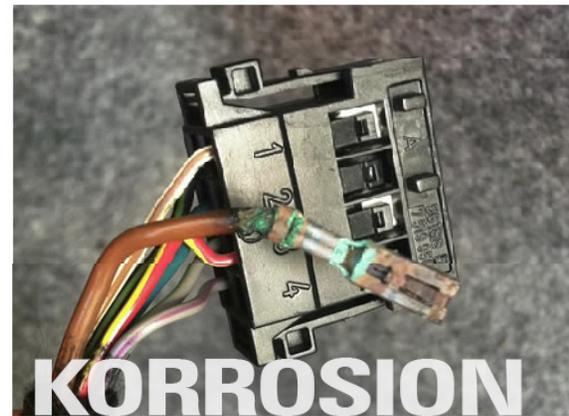
- Wird das Fett hohen Temperaturen ausgesetzt, kann ein Teil des Öls verdampfen, wodurch das Fett trockener und härter wird – beides sind unerwünschte Veränderungen innerhalb der Fettstruktur.
- Fette, die den geringsten Verdampfungsverlust aufweisen, erbringen bei hohen Temperaturen eine bessere Schmierleistung.

## Oxidationsbeständigkeit: Fähigkeit eines Fettes, der Oxidierung bei hohen Temperaturen standzuhalten

- Eine längerfristige Einwirkung hoher Temperaturen beschleunigt die Oxidation in den Fetten.
- Durch Oxidation des Fettes entstehen unlösliche Gummierungen, Schlicke oder Lacke, die träge Betrieb, erhöhten Verschleiß und vermindertes Spiel verursachen.
- Für längere Betriebsperioden ist neben einem Rostschutzmittel auch ein Oxidationshemmer unverzichtbar.

Fett-Eigenschaften

## Wasserauswaschung und Kupferkorrosion



### Wasserauswaschung: Fähigkeit eines Fettes, vorhandenem Wasser zu widerstehen

- Wasser kann die Schmierleistung reduzieren, indem es Öl auswäscht oder die Konsistenz des Fettes verändert.
- Minimieren Sie die Wasserauswaschung, indem Sie ein Verdickungsmittel der richtigen Art und im richtigen Verhältnis innerhalb einer Fettformulierung auswählen.
- ASTM weist darauf hin, dass die Ergebnisse von Standard-Wasserauswaschtests nicht mit einer Leistungsbewertung gleichzusetzen sind.

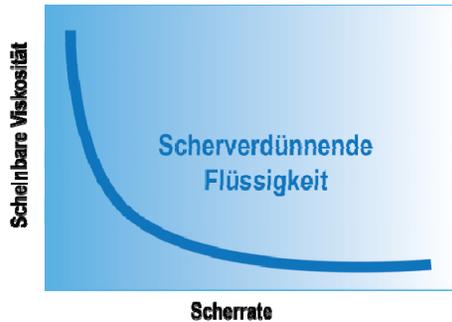
### Kupferkorrosion: Neigung eines Fettes, Kupfer unter statischen Bedingungen zu zersetzen

- Der Test: Ein Kupferstreifen wird in das Fett getaucht und in einen Ofen gegeben. Anschließend wird der Streifen gereinigt und die Anlauffarbe beobachtet.
- Die Ergebnisse: Ergebnisse werden anhand eines ASTM-Zahlensystems klassifiziert, wobei 1 eine sehr geringe Anlauffarbe und 4 „glänzend schwarz“ bedeutet. Eine Klassifizierung über 2 bedeutet einen unzureichenden Schutz.
- ASTM weist darauf hin, dass „keine Zusammenhänge hinsichtlich tatsächlicher Prozesse in der Praxis, die größtenteils unter dynamischen Bedingungen stattfinden, gezogen werden können.“

## Fett-Eigenschaften

# Scheinbare Viskosität: *Bezieht sich auf die Scherung*

**Thixotropes Fett: Scherverdünnung – die Viskosität **nimmt** durch Scherung ab.**



**Bei Scherung ändert sich die Viskosität eines Fettes.** Die scheinbare Viskosität, in Centipoise angegeben, gibt einem Produktentwickler Aufschluss über die „Scherkräfte“ eines Fettes bei bestimmten Temperaturen (Wasser liegt bei etwa 1 cP, Holzspachtel bei etwa 1 Million cP).

**Dilatantes Fett: Scherverdickung – die Viskosität **nimmt** durch Scherung zu.**



## Scheinbare vs. kinematische Viskosität

- **Kinematische Viskosität** ist eine Eigenschaft des Grundöls. Die Viskosität des Öls kann sich in Abhängigkeit von Temperatur oder Kompression ändern, wird in der Regel jedoch **nicht** durch Scherung beeinflusst.
- **Scheinbare Viskosität** ist eine Eigenschaft des Fettes. Die Viskosität des Fettes wird durch Scherung **beeinflusst**. Das Fett wird dünn- oder dickflüssiger.
- **Thixotrope Fette** werden bei Scherung weniger viskos, ähnlich wie Butter, die bei Zimmertemperatur gerührt wird.
- **Dilatante Fette** werden durch Scherung stärker viskos, ähnlich wie Wasser und Mehl, die bei Zimmertemperatur verrührt werden.

## Scheinbare Viskosität als Hilfsmittel für die Produktentwicklung: Scherung berücksichtigen

- Kenntnis der Geschwindigkeit, Belastung und Betriebstemperaturspanne des Bauteils sowie des Viskositätsprofils des Fettes vereinfacht die Ermittlung der Viskosität, die für ein zuverlässiges Funktionieren eines mechanischen Systems benötigt wird.
- Kenntnis der Viskosität eines Fettes erleichtert außerdem die Bestimmung von dessen Pumpbarkeit, Ausgießbarkeit, Handhabung und Eignung für Tauch- oder Beschichtungsprozesse – wichtige Überlegungen im Vorfeld von Produktion und Montage.

## Fett-Eigenschaften

# Messung von Verschleiß und Anlaufwiderstand sowie Abschätzung der benötigten Fettmenge pro Bauteil

### 4-Kugel-Verschleiß



**4-Kugel-Verschleiß: Stahl-auf-Stahl-Test zur Ermittlung, wie gut ein Fett vor Verschleiß schützt**

- Das Fett wird auf eine belastete Stahlkugel gegeben und diese dann in einem Nest mit drei gleichen Stahlkugeln geschwenkt. Anschließend wird die Verschleißfläche gemessen.
- Je kleiner die Verschleißfläche, desto besser der Schutz (0,50 mm unter einer Belastung von 40 kg gilt als sehr gut).

### Spezifische Gravitation

$$sg = \frac{d_{\text{Probe}}}{d_{\text{Wasser}}}$$

**Spezifische Gravitation: Relative Dichte des Fettes verglichen mit Wasser bei 25 °C (1,00 g/cm<sup>3</sup>)**

- Gravitation hilft bei der Bestimmung, wie viel Fett auf das Bauteil aufgetragen werden muss oder insgesamt benötigt wird.
- Ein Bauteil, für das ein Fett mit hoher Dichte wie PFPE (doppelt so dicht wie Wasser) verwendet wird, benötigt doppelt so viel Fett wie das bei Fetten auf Kohlenwasserstoff-, Silikon- oder Ester-Basis mit Standarddichte der Fall ist, deren spezifische Gravitation ungefähr bei 1 liegt.

### Tieftemperatur-Drehmoment



**Tieftemperatur-Drehmoment: Anlaufwiderstand**

- Durch ASTM D1478 wird gemessen, wie stark ein Fett die Rotation eines langsam laufenden Kugellagers bei -40 °C verzögert.
- Dies ist hilfreich bei der Auswahl von Fetten für Mechanismen mit geringem Antrieb, um sicherzustellen, dass die Leistung ausreicht, um das Fett abzuscheren und einen Schmierfilm zu bilden.



[Kontakt zu ECL aufnehmen](#)



[ECL-Schmierstoff-Seminare](#)



[Technische Schmierstoffübersicht](#)



[ECL-Website](#)



[An Kollegen weiterleiten](#)