

Schmierstoffe fördern mit Zentralschmieranlagen



Die Auswahl eines für die Anwendung geeigneten Schmierstoffs, aber auch die des richtigen Schmierstoffs, haben eine entscheidende Rolle bei dem Erfolg der Schmierung von Lagerstellen.

Die Auswahl des richtigen Schmierstoffs und die Festlegungen zur Höhe und Häufigkeit der Dosierung trifft der Betreiber oder Hersteller der Maschine.

Dies geschieht unter Beachtung der im Betrieb zu erwartenden Belastungen und der dabei auftretenden Umgebungsbedingungen.

Er wird bei der Auswahl des Schmierstoffs vom Schmierstofflieferanten und bei der Auswahl eines geeigneten Schmierstoffs vom Lieferanten des Schmierstoffs unterstützt.

Die Auswahl und die Festlegungen erfolgen auch unter Beachtung wirtschaftlicher und ökonomischer Aspekte.

Einleitung

Der Schmierstoff ist, was oftmals nicht bedacht wird, ein Konstruktionselement. Nur die richtige Auswahl und Kombination der Eigenschaften garantiert ein optimales Ergebnis. Während die tribologischen Eigenschaften von Schmierstoffen weitgehend bekannt und beschrieben sind, sind die Eigenschaften, die die Förderung betreffen, meistens nicht bekannt. Für die Auswahl geeigneter Komponenten für die Zentralschmieranlage und für die Systemauslegung sind diese jedoch elementar und müssen einbezogen werden.

Die breite Palette der Anforderungen an die Schmierstoffe hat zu einer kaum noch zu überschauenden Anzahl, teilweise hoch spezialisierter Schmierstoffe geführt. Die Schmierstoffe werden durch ihren Aufbau und durch die Zugabe spezieller Additive – Wirkstoffe zur Eigenschaftsvermittlung und Funktionsoptimierung – den speziellen Anforderungen der Schmieraufgabe angepasst.

Förderbarkeit

Die allgemeine Auffassung, die Förderbarkeit eines Schmierstoffs nur anhand seiner Konsistenz bzw. Viskosität festzumachen, ist überholt und reicht nicht mehr aus. Die Angabe der Konsistenz bzw. Viskosität hilft nur bei einer Vorentscheidung zur Auswahl des zur Förderung infrage kommenden Schmiersystems. Das sich bei der Förderung einstellende Verhalten des Schmierstoffs und des Schmiersystems kann dabei nur abgeschätzt werden. Ist ein hohes Maß an Verfügbarkeit und Präzision erforderlich, die auch die speziellen Betriebsbedingungen und Anlageneigenschaften berücksichtigt, ist eine spezielle Überprüfung der Funktionalität von Schmierstoff in Kombination mit dem Schmiersystem im Vorfeld als Labortest anzuraten.

Die SKF Lubrication Systems Germany AG hat im Laufe von Jahrzehnten eine Vielzahl von Schmierstoff-Tests mit Blick auf deren Förderbarkeit in Zentralschmiersystemen durchgeführt. Sollte bei Anfragen nicht auf bereits vorliegende Testergebnisse zurückgegriffen werden können, bietet die SKF Lubrication Systems Germany AG derartige Tests auch als Dienstleistung zur Unterstützung des Kunden an.

Allgemeines

Im Wesentlichen wird in der Praxis zwischen Schmierölen und Schmierfetten¹⁾ unterschieden.

Schmieröle dabei meistens anhand ihrer Herkunft, z.B.

- Biogene Schmierstoffe aus pflanzlichen Ölen und tierischen Fetten
- Mineralische Öle
- Synthetische Öle

Die Einteilung der Schmierfette erfolgt meistens nach dem Typ des verwendeten Dickmittels (Eindicker), der bei metallbasierten Dickmitteln oft auch als Seife bezeichnet wird. Einige geläufige Eindicker sind:

- Aluminiumseife, Aluminiumkomplexseife
- Bariumseife, Bariumkomplexseife
- Calciumseife, Calciumkomplexseife
- Lithiumseife, Lithiumkomplexseife
- Natriumseife, Natriumkomplexseife
- PTFE
- Anorganische Eindicker (Bentonit)
- Polyharnstoff
- Silika Schmierstoffe

¹⁾ Die Tabellen 9 bis 13 geben Beispiele und eine Auswahlhilfe der von SKF angebotenen Schmierfette. Weitere Hinweise zur Schmierfettauswahl, finden Sie auch im Internet unter www.skf.com, im Produktkatalog oder unter www.mapro.skf.com.

Physikalische Eigenschaften

Viskosität bei Ölen

Eine bei Ölen in Bezug auf die Förderung wesentliche Eigenschaft ist die Viskosität. Temperaturänderungen beim Betrieb der Zentralschmieranlage (beim Start „kaltes“ Öl, im Betrieb „warmes“ Öl), verändern die Viskosität des eingesetzten Schmieröls. Die Änderung der Viskosität ist öltypabhängig. Sie wird über das sogenannte „V-T (Viskosität – Temperatur) Verhalten“ beschrieben. In der Regel wird das Öl mit steigender Temperatur niederviskoser, d.h. flüssiger und bei fallenden Temperaturen viskoser, also zähflüssiger. Man unterscheidet zwischen der kinematischen und der dynamischen Viskosität. Die Umrechnung erfolgt mittels der Dichte des Öles und nach der unten angegebenen Formel.

$$\text{Kinematische Viskosität} = \frac{\text{Dynamische Viskosität}}{\text{Dichte}}$$

Die Dimension (Einheit) für die kinematische Viskosität ist mm^2/s , früher cSt (centi Stoke); diejenige für die dynamische Viskosität ist $\text{mPa}\cdot\text{s}$, früher cP (centi Poise).

Die Angabe der kinematischen Viskosität erfolgt normalerweise für $40\text{ }^\circ\text{C}$. Bei manchen Herstellern findet man auch Angaben für $100\text{ }^\circ\text{C}$

Die für die Zentralschmieranlagen ausgewählten Komponenten müssen in der Lage sein, das Schmieröl über den gesamten zu erwartenden Viskositätsbereich sicher zu fördern. Je viskoser das Öl, je höher sind die Scherkräfte beim Fördern und je größer ist die Belastung für die zum Fördern eingesetzte Pumpe.

Gleiches gilt für die zu erwartenden Druckverluste in den zur Förderung verlegten Rohrleitungen, gegen welche die Pumpe fördern muss. Die Höhe der Druckverluste hängt hier von den geometrischen Abmessungen (wesentlich vom Innendurchmesser der Rohre) sowie der räumlichen Ausdehnung des Schmiersystems, der zu fördernden Ölmenge/Zeit und von der Ölviskosität zum Zeitpunkt der Förderung ab. Somit also auch indirekt von der Betriebstemperatur, bei der die Schmieranlage betrieben wird.

Konsistenz bei Schmierfetten

Bei Schmierfetten spricht man nicht von der Viskosität, da Fette nicht zu den „Newtonschen Flüssigkeiten“ zu rechnen sind. Man spricht hier von der Konsistenz, obwohl das Schmierfett neben dem Eindicker und den Additiven, zu einem großen Anteil auch aus Öl besteht. Der Ölanteil beträgt je nach Konsistenzklasse (NLGI Klasse) zwischen ca. 70 % bis ca. 95 %. Infolge von Temperaturänderungen ändert sich natürlich auch die Viskosität des Öls, man spricht hier von dem Grundöl, was folgerichtig auch die Konsistenz der Schmierfette verändert. Die größte Konsistenzänderung wird jedoch durch den Eindicker hervorgerufen, der mit abnehmender Temperatur fester wird.

Die Konsistenz zeigt den Grad der Steifigkeit des Schmierfetts. Schmierfette werden nach der vom National Lubricating Grease Institute (NLGI) der USA entwickelten Klassifikation entsprechend ihrer Penetration in Konsistenzklassen¹⁾ eingeteilt. Mit abnehmender Temperatur wird der Schmierstoff „härter“ – das Fließverhalten wird dadurch schlechter und die zum Fördern benötigte Kraft steigt entsprechend. Es sind so für den Betrieb der Zentralschmieranlage höhere hydraulische Drücke bei der Förderung und auch nach der Druckentlastung (Restdruck = Systemdruck zwischen zwei Schmiervorgängen) zu erwarten.

Eine Konsistenzänderung tritt ebenfalls ein, wenn Öl aus dem Eindicker separiert. Das geschieht verstärkt bei Schmierstoffen mit erhöhter Ölseparationsneigung. Die Trennung von Öl und Eindicker führt in der Folge zu Schmierstoffverhärtungen, die zu einer Verschlechterung der Fließeigenschaften, bis zum Ausfall des Schmiersystems führen.

Siehe hierzu auch den Abschnitt über Ölseparation.

Entspannungsverhalten

Eine weitere wichtige Eigenschaft in Bezug auf den Einsatz des Schmierstoffs ist das sog. Entspannungsverhalten. Es handelt sich dabei um eine Größe, die im Labor ermittelt wird und die Rückschlüsse auf das Fließverhalten mit besonderem Blick auf den Restdruck und das Druckabbauverhalten gibt.

¹⁾ Tabelle 5 im Anhang

Chemische Eigenschaften

Materialien

Die in den Geräten und Anlagen eingesetzten Komponenten, die mit dem Schmierstoff in Berührung kommen, können chemisch mit dem Schmierstoff in Wechselwirkung treten. Primär betrachtet man hierbei die zur Dichtung eingesetzten Konstruktionselemente, wie z.B. O-Ringe, Manschetten und Wellendichtringe. Aber auch die Kunststoffe von Körpern, Behältern und Farbanstrichen können in ihren Eigenschaften durch den Schmierstoff verändert werden. Die zu fördernden Medien müssen demnach mit den in den Zentralschmieranlagen verwendeten Materialien verträglich sein. Hinweise zur Beständigkeit der Materialien gegenüber dem Schmierstoff müssen im Zweifelsfall vom Schmierstoffhersteller eingeholt werden, da die chemische Zusammensetzung der Schmierstoffe in der Regel nur dem Hersteller bekannt sind (Rezepturgeheimnis).

Die in den Zentralschmieranlagen der SKF Lubrication Systems Germany AG verwendeten Materialien sind weitgehend gegenüber den gängigen Schmierstoffen auf Mineralölbasis beständig. Für spezielle Schmierstoffbasen, wie z.B. synthetische und native Esther, wie auch PAO usw., stehen geeignete Lösungen auf Anfrage zur Verfügung.

Umgebung

Schmierstoffe unterliegen einem natürlichen Alterungsprozess, der in seiner Geschwindigkeit und Ausprägung von vielen Umweltfaktoren katalytisch beeinflusst wird. Als wesentliche, den Alterungsprozess beschleunigenden Faktoren, seien hier die Oxidation und die Temperatur genannt.

Der Einfluss von Wärme und das Hinzufügen von Sauerstoff, z.B. beim Sprühen mit Luft oder Umrühren des Schmierstoffs, fördern die Oxidation, und damit die Alterung. Zusätzlich beschleunigt wird dieser Vorgang bei Vorhandensein von sauren Reaktionsprodukten, z.B. Rückständen aus Verbrennungsprozessen und/oder Spuren von Metallabrieb. Sie wirken auch katalytisch und bewirken abrasiven, oder korrosiven Verschleiß.

Bei Ölalterung bilden sich Säuren sowie lack-, harz- und schlammartige Ablagerungen, die größtenteils öllöslich sind, wie z.B. Ölkohle. Diese Rückstände können sich z.B. in den Ölvorratsbehältern ablagern und so zu Störungen des Schmiersystems, aber auch des zu schmieren Systems führen. Ein wichtiger Grund, Ölbehälter und Anlagenteile regelmäßig zu inspizieren und zu säubern.

Toxikologie

Schmierstoffe enthalten chemische Elemente und Verbindungen, die für den Menschen und die Umwelt schädlich sein können. Die Schädigung kann bei unsachgemäßem Umgang auf vielfältige Art und Weise erfolgen. Erwähnt sei hier exemplarisch der Hautkontakt und das Einatmen von Önebel und Aerosolen (MAK-Werte beachten!).

Bei dem Umgang, dem Einsatz und der Entsorgung von Schmierstoffen sind stets die Angaben in den Sicherheitsdatenblättern der Schmierstoffhersteller und den Bedienungsanleitungen der Zentralschmier-systemhersteller zu beachten.

Auch Geruchsbelästigung kann bei auftretender Übelkeit zusätzliche Maßnahmen beim Einsatz erfordern.

Ökologie

Schmierstoffe, die in die Umwelt gelangen, sind schädlich für Flora und Fauna, und stören und gefährden das ökologische Gleichgewicht. In besonders sensiblen Bereichen sind deshalb biologisch schnell abbaubare Schmierstoffe einzusetzen. Der Betreiber des Zentralschmier-systems ist für den fachgerechten Umgang mit dem Schmierstoff bei Beschaffung, Lagerung, Betrieb und Entsorgung verantwortlich.

Mischbarkeit

Die Mischbarkeit von Schmierfetten ist besonders dann zu beachten, wenn auf eine andere Fettsorte übergegangen werden muss. Werden unverträgliche Fette miteinander gemischt, können unter Umständen Lagerschäden auftreten, da sich z.B. die Konsistenz stark ändert und das Fett aus der Lagerung austritt.

Schmierfette mit gleichem Dichtungsmittel und ähnlichen Grundölen können meist ohne nachteilige Folgen miteinander vermischt werden, wie z.B. Lithiumseifenfette mit mineralischem Grundöl. Aber auch Fette mit anderen Dichtungsmitteln wie z.B. die Kalziumkomplex- und Lithiumkomplexseifenfette können miteinander vermischt werden.

Tabelle 8 gibt eine Übersicht zur Mischbarkeit.

Schmierstoffanforderungen aus Sicht der Förderbarkeit

Sauberkeit

Die Schmierstoffe müssen weitgehend frei von Fremdstoffen sein. Bei Öl empfehlen wir den Einsatz von Filtern mit einer Feinheit von 10 µm. Bei Schmierfetten ist die Filterung problematisch, jedoch nicht ungewöhnlich. Zu Partikelgrößen und Reinheit sind hierzu die Angaben der DIN ISO 51825 zu beachten.

Frei von Lufteinschlüssen

Luft in Form von Blasen (d.h. nicht gelösten Gasen) führt unweigerlich zu unkontrolliertem Verhalten und zu Funktionsverschleppungen bis hin zu Funktionsstörungen der Zentralschmieranlage. Druckaufbau- und Druckabbauzeiten werden verlängert, das Ansprechen von Kontrollgeräten wird verzögert.

Homogenität

Der Schmierstoff muss eine gleichmäßige Konsistenz aufweisen und sich nicht in halbflüssige und feste Phasen aufteilen.

Temperaturbeständigkeit

Der eingesetzte Schmierstoff muss bei allen vorgesehenen Betriebstemperaturen im Zentralschmierensystem förderfähig und homogen bleiben.

Schmierstoffzusätze

Feststoffzusätze wie Graphit oder Molybdändisulfid (MOS₂) können zu Ablagerungen im Schmierstoffbehälter, in der Pumpe, in den Ventilen und in den Verteilern führen. Ein erhöhter Verschleiß bis hin zu Funktionsstörungen an den Bauteile können nicht ausgeschlossen werden.

Es ist darauf zu achten, dass nur soviel Zusätze im Schmierstoff vorhanden sind und diese Zusätze so fein sind, dass sie im Schmierstoff in der Schwebe bleiben. Filter dürfen diese Zusätze nicht abscheiden. Als Anhaltspunkt können folgende Grenzen angesehen werden:

Partikelgröße $\leq 3 \mu\text{m}$, Anteil $\leq 4 \%$.

Komponentenabhängig können andere Werte gelten. Im Zweifelsfall müssen im Vorfeld Labortests durchgeführt werden.

Fließdruck

Der Fließdruck der Schmierstoffe muss im erwarteten Betriebstemperaturbereich der Zentralschmieranlage unterhalb von 700 mbar liegen.

Viskosität

Die Ölviskosität muss im erwarteten Betriebstemperaturbereich der Zentralschmieranlage innerhalb des jeweils für das ausgewählte Aggregat zul. Viskositätsbereiches liegen. Normalerweise können Öle im Viskositätsbereich von 20 mm²/s bis 800 mm²/s gefördert werden. Abweichende Viskositäten sind aggregatabhängig möglich.

Ölabscheidung („Ausbluten“)

Das Schmierfett sollte die von SKF festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten. Maßgeblich sind hier die Ergebnisse des von SKF entwickelten FTG2 Testverfahrens (Der Test wird als Dienstleistung angeboten).

Prüfung von Schmierstoffen

Wie bereits erwähnt, werden Schmierstoffprüfungen von SKF Lubrication Systems Germany AG als Dienstleistung angeboten und durchgeführt. Die Prüfungen stehen ausschließlich im Zusammenhang mit der Förderbarkeit des Schmierstoffs in SKF Zentralschmieranlagen. Der Umfang und die Art der Prüfungen richten sich dabei zunächst nach der Konsistenz des zu prüfenden Schmierstoffes und des zur Förderung ausgewählten Schmierensystems.

Unterschieden wird zusätzlich nach Einsatzbereich, Eigenschaften der ausgewählten Komponenten und Typ des Zentralschmierensystems. Dabei werden die Einsatzbereiche grob gegliedert nach Industrie, Windkraft, Bahn (Vollbahn oder Tram) und Fahrzeug (Nutzfahrzeug oder Off-Road), Minimalmengenschmierung.

Im Anhang befindliche Tabellen geben eine Übersicht über die bei SKF Lubrication Systems Germany AG teilweise speziell entwickelten und durchführbaren Schmierstoffprüfungen. Sie können kundenseitig beauftragt werden. Entsprechende Bestellnummern sind den Tabellen zu entnehmen.

Erwähnt sei noch, dass die hier aufgeführten Prüfungen nur Prüfungen im Zusammenhang mit der Förderbarkeit der Schmierstoffe sind. Weiterreichende Prüfungen zur Schmierstoffanalyse und Einsetzbarkeit können in anderen Werkstofflabors der SKF durchgeführt werden, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen wird.

Im Bedarfsfall beraten wir gerne.

Auswahlhilfe eines geeigneten Schmierystems

SKF Zentralschmieranlagen können je nach Auswahl der Komponenten Schmierstoffe folgender Konsistenz fördern:

- Öle mit einer Betriebsviskosität zwischen 2 mm²/s und 90 000 mm²/s
- Schmierfette mit einer Konsistenz im Bereich zwischen NLGI Klasse 000 bis NLGI Klasse 5 abhängig vom effektivem Fließdruck, also den beim Fördern vorherrschenden Fließdruck.

Damit stehen für einen weiten Bereich von Anwendungen geeignete Schmier Systeme zur Auswahl. Entscheidend ist die richtige Auswahl geeigneter Anlagen und Komponenten unter Berücksichtigung der jeweils zu erwartenden Betriebsbedingungen, der speziellen Schmierstoffeigenschaften und der Beständigkeit der ausgewählten Materialien gegenüber den Inhaltstoffen der Schmierstoffe.

Grundlegende Hilfen für die Auswahl dieser Komponenten sind in den Produktdatenblättern, Katalogen und technischen Unterlagen zu finden. Zusätzlich steht dem Kunden der technische Außendienst und Innendienst der SKF Lubrication Systems Germany AG zur Beratung und bei der Anlagenauslegung zur Verfügung.

Wie bereits erwähnt, erfolgen die Planung der Schmieranlage und die Auswahl der Komponenten zunächst nach dem zu fördernden Schmierstofftyp und den zu erwartenden Betriebsbedingungen.

Zentralschmieranlagen für Öl

Förderbar

- Mineralöl
- Öl auf Basis synthetischer Esther oder nativer Ester ¹⁾

Zentralschmier-Anlagentypen

- Einleitungsanlagen mit Einleitungsverteilern
- Umlaufschmieranlagen mit Progressivverteilern
- Umlaufschmieranlagen mit Drosselverteilern
- Öl+Luft-Schmieranlagen mit Mischventilen
- Minimalmengen-Schmieranlagen

Förderpumpen/Aggregate

- Zahnradpumpen
- Zahnringpumpen
- Kolbenpumpen
- Aerosolerzeuger
- Schraubenspindelpumpen

Schmierstoffverteilung

- Einleitungsverteiler
- Progressivverteiler
- Drosselverteiler
- Mischventile

Allgemeine Betriebs-Einsatzgrenzen

- Betriebsviskositätsbereich effektiv von 20 mm²/s bis 1000 mm²/s ²⁾
- Einzelne Aggregattypen können davon abweichen ³⁾
- Betriebstemperaturbereich (Standard) 5 °C bis 40 °C ⁴⁾
- Betriebstemperaturbereich (Extended) -25 °C bis 100 °C ⁵⁾

Zentralschmieranlagen für Fett

Förderbar

- Fließfette der NLGI Klasse 00 / 000

Zentralschmier-Anlagentypen

- Einleitungsanlagen mit Einleitungsverteilern
- Zentralschmieranlagen mit Progressivverteilern

Förderbar

- Fette der NLGI Klasse 0 / 1 / 2 / 3

Zentralschmier-Anlagentypen

- Einleitungsanlagen
- Progressivanlagen
- Zweileitungsanlagen

Förderpumpen/Aggregate:

- Zahnradpumpenaggregate
- Kolbenpumpen, -aggregate pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch betriebenen

Schmierstoffverteilung

- Progressivverteiler
- Zweileitungsverteiler
- Einleitungsverteiler

Betriebs-Einsatzgrenzen

- Betriebstemperaturbereich (Standard) 5 °C bis 40 °C ⁶⁾
- Betriebstemperaturbereich (Extended) -25 °C bis 70 °C ⁷⁾

¹⁾ Das Öl muss mit den in der Zentralschmieranlage verwendeten Materialien verträglich sein. Dieses gilt speziell für Kunststoffe (PA, PE, FKM) und Dichtmaterialien (NBR, FKM) die mit dem Schmierstoff in Berührung kommen. Hinweise zur Beständigkeit der Materialien können im Zweifelsfall die Schmierstoffhersteller geben und müssen dort erfragt werden.

²⁾ Die Viskosität eines Öls verändert sich im Betrieb. Sie ist im Wesentlichen abhängig von der Öltemperatur (w/t Verhalten). Maßgebend für den Einsatz der Öle in der Zentralschmieranlage ist der Viskositätsbereich, der sich effektiv bei der unteren bzw. oberen Betriebstemperatur der Zentralschmieranlage einstellt.

³⁾ Hinweise zu den aggregatbezogenen zulässigen Betriebsviskositätsbereichen finden Sie bei den technischen Daten der jeweiligen Aggregattypen

⁴⁾ Abweichende Betriebsbedingungen sind nur auf Anfrage und nach Zustimmung durch den Hersteller zulässig. Die Angabe bezieht sich auf die Aggregate und muss ggf. schmierstoffabhängig angepasst werden.

⁵⁾ Die Auswahl von Schmier-systemkomponenten für den Betriebstemperaturbereich „Extended“ muss stets in Abstimmung mit dem Schmieranlagenhersteller und dem Schmierstoffhersteller erfolgen.

⁶⁾ Abweichende Betriebsbedingungen sind nur auf Anfrage und nach Zustimmung durch den Hersteller zulässig. Die Angabe bezieht sich auf die Aggregate und muss ggf. schmierstoffabhängig angepasst werden.

⁷⁾ Die Auswahl von Schmier-systemkomponenten für den Betriebstemperaturbereich „Extended“ muss stets in Abstimmung mit dem Schmieranlagenhersteller und dem Schmierstoffhersteller erfolgen.

Tabelle 1

Schmierstoffprüfungen (Förderbarkeit) – Schmierstoffe zur Förderung in Zentralschmieranlagen für Nutzfahrzeuge (ON-, OFF-Road)

Schmierstoff	Fette der NLGI Kl. 1–4	Fette der NLGI Kl. 000/00
Verteiler	Progressiv / Kolben	Kolben
Aggregat	KFG / KFA	KFU / KFB
Bestell-Nr.	999-999-952	999-999-954
Optische Bewertung		
Lufteinschlüsse	*	●
Ölabscheidung	*	●
Verschmutzung	*	●
Kunststoffbeständigkeit		
Einfärbung	*	●
Versprödung	*	●
Konsistenz		
Penetration (Temperaturbereich)	●	●
Ölseparationsneigung		
Verhärtung / FTG2	●	○
Fließdruck		
Druck (Temperaturbereich)	●	○
Schertest		
Konsistenzstabilität	*	●
Druckaufbau		
Druck-Zeitverhalten (Temperaturbereich)	*	●
Anlagentest		
Nach Vorgaben (Temperaturbereich)	*	●
Funktionstest		
Nach Vorgaben (Temperaturbereich)	*	●
Sprühbilder		
Sprühkegel / Menge (Temperaturbereich)	○	○
Fördertest		
Volumen / Zeit (Temperaturbereich)	●	●
Partikelmessung		
Anzahl / Größe	○	○
Ergebnisanalyse		
Test Report	●	●

Prüfung:

Standard = ●

Auf Anfrage = *

Nicht anwendbar = ○

Tabelle 2

Schmierstoffe zur Förderung in Zentralschmieranlagen für Industrieanlagen

Schmierstoff	Fette der NLGI Kl. 1–4	Fette der NLGI Kl. 000/00	Öle
Verteiler	Progressiv / Kolben	Kolben	Kolben
Aggregat	KFG / KFA	KFU / KFB	MKU
Bestell-Nr.	999-999-953	999-999-955	999-999-95x
Optische Bewertung			
Lufteinschlüsse	*	●	○
Ölabscheidung	*	●	○
Verschmutzung	*	●	●
Kunststoffbeständigkeit			
Einfärbung	*	●	*
Versprödung	*	●	*
Konsistenz			
Penetration (Temperaturbereich)	●	●	○
Ölseparationsneigung			
Verhärtung / FTG2	●	○	○
Fließdruck			
Druck (Temperaturbereich)	●	○	○
Schertest			
Konsistenzstabilität	*	●	○
Druckaufbau			
Druck-Zeitverhalten (Temperaturbereich)	*	●	●
Anlagentest			
Nach Vorgaben (Temperaturbereich)	*	●	●
Funktionstest			
Nach Vorgaben (Temperaturbereich)	*	●	●
Sprühbilder			
Sprühkegel / Menge (Temperaturbereich)	○	○	○
Fördertest			
Volumen / Zeit (Temperaturbereich)	●	●	●
Partikelmessung			
Anzahl / Größe	○	○	○
Ergebnisanalyse			
Test Report	●	●	●

Prüfung:

Standard = ●

Auf Anfrage = *

Nicht anwendbar = ○

Tabelle 3

Schmierstoffe zur Förderung in Spurkransschmieranlagen für Bahn und TRAM Fahrzeuge

Schmierstoff	Fette der	
	NLGI Kl. 000 / 00	
Verteiler	Sprühdüse	
Aggregat	PF100... / SP8	BF4.5 / SP9
Bestell-Nr.	999-999-956	999-999-957
Optische Bewertung		
Lufteinschlüsse	*	*
Ölabscheidung	●	●
Verschmutzung	●	●
Kunststoffbeständigkeit		
Einfärbung	○	○
Versprödung	○	○
Konsistenz		
Penetration (Temperaturbereich)	●	●
Ölseparationsneigung		
Verhärtung / FTG2	○	○
Fließdruck		
Druck (Temperaturbereich)	●	●
Schertest		
Konsistenzstabilität	○	○
Druckaufbau		
Druck-Zeitverhalten (Temperaturbereich)	●	●
Anlagentest		
Nach Vorgaben (Temperaturbereich)	●	●
Funktionstest		
Nach Vorgaben (Temperaturbereich)	●	●
Sprühbilder		
Sprühkegel / Menge (Temperaturbereich)	●	●
Fördertest		
Volumen / Zeit (Temperaturbereich)	●	●
Partikelmessung		
Anzahl/Größe	●	○
Ergebnisanalyse		
Test Report	●	●

Prüfung:

Standard = ●

Auf Anfrage = *

Nicht anwendbar = ○

Tabelle 4

Schmierstoffe zur Förderung in Minimalmengenschmieranlagen für Industrieanwendungen

Schmierstoff	Öle
Aggregat	Vario
Bestell-Nr.	999-999-5xx
Optische Bewertung	
Lufteinschlüsse	○
Ölabscheidung	○
Verschmutzung	●
Kunststoffbeständigkeit	
Einfärbung	○
Versprödung	○
Konsistenz	
Penetration (Temperaturbereich)	○
Ölseparationsneigung	
Verhärtung / FTG2	○
Fließdruck	
Druck (Temperaturbereich)	○
Schertest	
Konsistenzstabilität	○
Druckaufbau	
Druck-Zeitverhalten (Temperaturbereich)	○
Anlagentest	
Nach Vorgaben (Temperaturbereich)	●
Funktionstest	
Nach Vorgaben (Temperaturbereich)	●
Sprühbilder	
Sprühkegel / Menge (Temperaturbereich)	●
Fördertest	
Volumen / Zeit (Temperaturbereich)	●
Partikelmessung	
Anzahl / Größe	●
Ergebnisanalyse	
Test Report	●

Prüfung:

Standard = ●

Nicht anwendbar = ○

Tabelle 5

NLGI-Klassifikation von Schmierfetten

NLGI Klasse	Walk-Penetration (10 ⁻¹ mm)	Konsistenz bei Raumtemperatur
000	445 - 475	sehr flüssig
00	400 - 430	flüssig
0	355 - 385	halbflüssig
1	310 - 340	sehr weich
2	265 - 295	weich
3	220 - 250	mittelfest
4	175 - 205	fest
5	130 - 160	sehr fest
6	85 - 115	äußerst fest

Tabelle 6

Bezeichnung eines Schmierfetts nach DIN 51825

Beispiel	KP ¹⁾	2	G	-20
<p>KP = Schmierfette mit Mineralöl und EP Wirkstoffen</p>				
<p>2 = NLGI Klasse</p>				
<p>G = Kennbuchstabe obere Gebrauchstemperatur, Verhalten gegenüber Wasser</p>				
<p>-20 = untere Gebrauchstemperatur</p>				
<p>¹⁾ alternativ: K = Schmierfette zur Schmierung von Wälz- und Gleitlagern mit Mineralöl als Grundöl und Dickungsmittel KF = Schmierfette mit Mineralöl und Festschmierstoff-Zusätzen KPF = Schmierfette mit Mineralöl, EP Wirkstoffen und Festschmierstoff-Zusätzen KE = Schmierfette mit Esteröl als Grundöl</p>				

Tabelle 7

Zusatz-Kennbuchstaben für Fette

Kennbuchstabe	Obere Gebrauchstemperatur [°C]	Verhalten gegenüber Wasser nach DIN 51807
C	+60	0 - 40 bis 1 - 40
D	+60	2 - 40 bis 3 - 40
E	+80	0 - 40 bis 1 - 40
F	+80	2 - 40 bis 3 - 40
G	+100	0 - 90 bis 1 - 90
H	+100	2 - 90 bis 3 - 90
K	+120	0 - 90 bis 1 - 90
M	+120	2 - 90 bis 3 - 90
N	+140	nach Vereinbarung
P	+160	nach Vereinbarung
R	+180	nach Vereinbarung
S	+200	nach Vereinbarung
T	+220	nach Vereinbarung
U	>+220	nach Vereinbarung

Tabelle 8

Mischbarkeit von Dickungsmitteln

	Lithium	Kalzium	Natrium	Lithium-Komplex	Kalzium-Komplex	Natrium-Komplex	Barium-Komplex	Aluminium-Komplex	Bentonite	Polyharnstoff	Kalzium-Sulfonat-Komplex
Lithium	●	○	–	●	–	○	○	–	○	○	●
Kalzium	○	●	○	●	–	○	○	–	○	○	●
Natrium	–	○	●	○	○	●	●	–	○	○	–
Lithium-Komplex	●	●	○	●	●	○	○	●	–	–	●
Kalzium-Komplex	–	–	○	●	●	○	–	○	○	●	●
Natrium-Komplex	○	○	●	○	○	●	●	–	–	○	○
Barium-Komplex	○	○	●	○	–	●	●	●	○	○	○
Aluminium-Komplex	–	–	–	●	○	–	●	●	–	○	–
Bentonite	○	○	○	–	○	–	○	–	●	○	–
Polyharnstoff	○	○	○	–	●	○	○	○	○	●	●
Kalzium-Sulfonat-Komplex	●	●	–	●	●	○	○	–	–	●	●

Zulässig = ● Nicht zulässig = – Test erforderlich = ○

Tabelle 9

Grundlegende Fettauswahl (von SKF angebotene Fette)

Standardanwendung	LGMT 2	Mehrzweckfett
Ausgenommen:		
Betriebstemperaturen im Dauerbetrieb über 100 °C	LGHP 2	Hochtemperaturfett
Betriebstemperaturen im Dauerbetrieb über 150 °C	LGET 2	Hochtemperaturfett
Niedrige Umgebungstemperatur bis -50 °C, erwartete Betriebstemperatur unter 50 °C	LGLT 2	Tiefemperaturfett
Stoßbelastungen, hohe Belastungen, häufige Anlauf- und Abbremsvorgänge	LGEP 2	Hochdruckfett
Für Anwendungsfälle in der Nahrungsmittelindustrie	LGFP 2	Lebensmittelverträgliches Fett
Bei hohen Anforderungen hinsichtlich der Umweltverträglichkeit	LGGB 2	Biologisch abbaubares Fett

Hinweis:

- Bei relativ hohen Umgebungstemperaturen ist LGMT 3 anstelle von LGMT 2 zu verwenden.
- Für besondere Betriebsbedingungen siehe SKF Schmierfett-Auswahltafel

Tabelle 10

Lagerbetriebsdaten

Betriebstemperatur			
L	= Niedrig	<50 °C	
M	= Mittel	50 bis 100 °C	
H	= Hoch	> 100 °C	
EH	= Extrem hoch	> 150 °C	
Drehzahlkennwert für Kugellager (n×d _m) [min ⁻¹]			
EH	= Extrem hoch	über 700 000	
VH	= Sehr hoch	bis zu 700 000	
H	= Hoch	bis zu 500 000	
M	= Mittel	bis zu 300 000	
L	= Niedrig	unter 100.000	
Drehzahlkennwert für	Zylinderrollenlager (n×d _m) [min ⁻¹]	Übrige Rollenlager (n×d _m) [min ⁻¹]	
H	= Hoch	über 210 000	über 270 000
M	= Mittel	bis zu 210 000	bis zu 270 000
L	= Niedrig	bis zu 75 000	bis zu 75 000
VL	= Sehr niedrig	unter 30 000	unter 30 000
Belastung			
VH	= Sehr hoch	P > 0,15 C	
H	= Hoch	0,1 C < P ≤ 0,15 C	
M	= Normal	0,05 C < P ≤ 0,1 C	
L	= Leicht	P ≤ 0,05 C	

Tabelle 11

SKF Fett-Auswahltafel

SKF Fett	Beschreibung	Betriebstemperatur	Drehzahl	Belastung
LGMT 2	Mehrzweckfett für Industrie und Kraftfahrzeugtechnik	M	M	L bis M
LGMT 3	Mehrzweckfett für Industrie und Kraftfahrzeugtechnik	M	M	L bis M
LGEP 2	Hochdruckfett	M	L bis M	M
LGFP 2	Lebensmittel verträgliches Schmierfett	M	M	L bis M
LGEM 2	Hochviskoses Fett mit Festschmierstoffzusätzen	M	VL	H bis VH
LGEV 2	Extrem hohe Viskosität, Festschmierstoffzusätze	M	VL	H bis VH
LGLT 2	Tiefemperaturfett, Hochgeschwindigkeitsfett	L bis M	M bis EH	L
LGGB 2	Biologisch abbaubar, geringe Toxizität	L bis M	L bis M	M bis H
LGWM 1	Hochdruckfett, Tiefemperaturfett	L bis M	L bis M	H
LGWA 2	Schmierfett für einen großen Temperaturbereich Hochdruckfett	M bis M	L bis M	H
LGHB 2	Hochviskoses Hochdruckfett Hochtemperaturfett	M bis H	VL bis M	H bis VH
LGHP 2	Hochleistungsfett	M bis H	M bis H	L bis M
LGET 2	Wälzlagerfett für extreme Temperaturen	VH	L bis M	H bis VH

Tabelle 12

SKF Fett-Auswahltafel (Empfohlen = ● Geeignet = ○ Nicht geeignet = -)

SKF Fett	Senkrechte Welle	Schnell umlaufender Außenring	Schwenk-Bewegungen	Starke Schwin-gungen	Stoß-Belastungen oder häufige Anfahrvor-gänge	Leiser Lauf	Geringe Reibung	Korrosions-schutz
LGMT 2	○	-	-	●	-	-	○	●
LGMT 3	●	○	-	●	-	-	○	○
LGEP 2	○	-	○	●	●	-	-	●
LGFP 2	○	-	-	-	-	-	○	●
LGEM 2	○	-	●	●	●	-	-	●
LGEV 2	○	-	●	●	●	-	-	●
LGLT 2	○	-	-	-	○	●	●	○
LGGB 2	○	-	●	●	●	-	○	○
LGWM 1	-	-	●	-	●	-	-	●
LGWA 2	○	○	○	○	●	-	○	●
LGHB 2	○	●	●	●	●	-	-	●
LGHP 2	●	-	-	●	○	●	○	●
LGET 2	○	●	●	○	○	-	-	○

Tabelle 13

SKF Schmierfett-Auswahltafel

SKF Fett	Temperaturbereich ¹⁾		Dickungsmittel / Grundöl	Kinematische Viskosität des Grundöls [mm ² /s] bei 40 °C
	LTL [°C]	HTPL [°C]		
LGMT 2	-30 (-22 °F)	120 (250 °F)	Lithiumseife / Mineralöl	110
LGMT 3	-30 (-22 °F)	120 (250 °F)	Lithiumseife / Mineralöl	120
LGEP 2	-20 (-4 °F)	110 (230 °F)	Lithiumseife / Mineralöl	200
LGFP 2	-20 (-4 °F)	110 (230 °F)	Aluminiumkomplex-Seife / Medizinisch-weißes Öl	130
LGEM 2	-20 (-4 °F)	120 (250 °F)	Lithiumseife / Mineralöl	500
LGEV 2	-10 (-14 °F)	120 (250 °F)	Lithium-Kalzium-Seife / Mineralöl	1 020
LGLT 2	-50 (-58 °F)	110 (230 °F)	Lithiumseife / Synthetisches Mineralöl	18
LGGB 2	-40 (-40 °F)	90 ²⁾ (194 °F)	Lithium-Kalzium-Seife / Synthetisches Esteröl	110
LGWM 1	-30 (-22 °F)	110 (230 °F)	Lithiumseife / Mineralöl	200
LGWA 2	-30 (-22 °F)	140 ³⁾ (284 °F)	Lithium Komplexseife / Mineralöl	185
LGHB 2	-20 (-4 °F)	150 ⁴⁾ (302 °F)	Kalzium-Sulfonat-Komplexseife / Mineralöl	400
LGHP 2	-40 (-40 °F)	150 (302 °F)	Polyharnstoff / Mineralöl	96
LGET 2	-40 (-40 °F)	260 (500 °F)	PTFE Syntheseöl (fluorierter Polyether)	400

¹⁾ Angaben zu betriebs sichereren Temperaturbereichen auf Anfrage
²⁾ LGGB 2 ist kurzzeitig einsetzbar bis 120 °C
³⁾ LGWA 2 ist kurzzeitig einsetzbar bis 220 °C
⁴⁾ LGHB 2 ist kurzzeitig einsetzbar bis 200 °C

Tabelle 14

Empfohlener Betriebstemperaturbereich bei der Förderung in SKF Zentralschmieranlagen

SKF Fett	Betriebstemperaturbereich [°C]
LEPP 2	> -15
LGEM 2	< 40, > -15
LGEV 2	< 40, > -15
LGFB 2	> 0
LGFL 1	< 40, > -25
LGFP 2	> -15
LGGB 2	> -25
LGHB 2	> -15
LGHP 2	> -15
LGMT 2	< 40, > -25
LGMT 3	< 40, > -15
LGWA 2	< 40, > -25
LGWM 1	< 40, > -25

Bestell-Nummer: 1-9201-DE

Änderungen vorbehalten! (07/2009)

Wichtige Information zum Produktgebrauch

Alle Produkte von SKF dürfen nur bestimmungsgemäß, wie in diesem Prospekt und den Betriebsanleitungen beschrieben, verwendet werden. Werden zu den Produkten Betriebsanleitungen geliefert, sind diese zu lesen und zu befolgen.

Nicht alle Schmierstoffe sind mit Zentralschmieranlagen förderbar! Auf Wunsch überprüft SKF den vom Anwender ausgewählten Schmierstoff auf die Förderbarkeit in Zentralschmieranlagen. Von SKF hergestellte Schmier-systeme oder deren Komponenten sind nicht zugelassen für den Einsatz in Verbindung mit Gasen, verflüssigten Gasen, unter Druck gelösten Gasen, Dämpfen und denjenigen Flüssigkeiten, deren Dampfdruck bei der zulässigen maximalen Temperatur um mehr als 0,5 bar über dem normalen Atmosphärendruck (1013 mbar) liegt.

Insbesondere weisen wir darauf hin, dass gefährliche Stoffe jeglicher Art, vor allem die Stoffe die gemäß der EG RL 67/548/EWG Artikel 2, Absatz 2 als gefährlich eingestuft wurden, nur nach Rücksprache und schriftlicher Genehmigung durch SKF in SKF Zentralschmieranlagen und Komponenten eingefüllt und mit ihnen gefördert und/oder verteilt werden dürfen.

SKF Lubrication Systems Germany AG

Motzener Straße 35/37 · 12277 Berlin · Deutschland

PF 970444 · 12704 Berlin · Deutschland

Tel. +49 (0)30 72002-0 · Fax +49 (0)30 72002-111

www.skf.com/schmierung

Dieser Prospekt wurde Ihnen überreicht durch:

® SKF ist eine eingetragene Marke der SKF Gruppe.

© SKF Gruppe 2009

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer vorherigen schriftlichen Genehmigung gestattet. Die Angaben in dieser Druckschrift wurden mit größter Sorgfalt auf ihre Richtigkeit hin überprüft. Trotzdem kann keine Haftung für Verluste oder Schäden irgendwelcher Art übernommen werden, die sich mittelbar oder unmittelbar aus der Verwendung der hier enthaltenen Informationen ergeben.

