



## Wälzlagerfette Arcanol

Für sichere, langlebige und wirtschaftliche Lagerungen



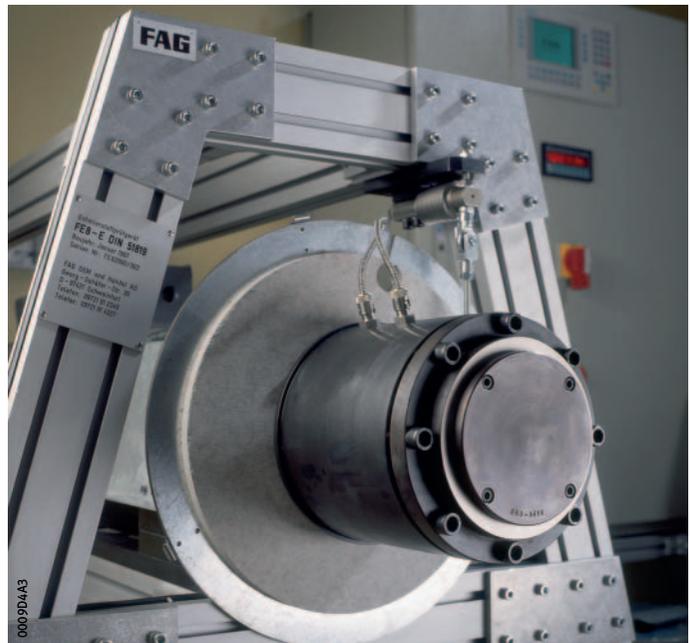
# Vorwort

## Portfolio

Ein wesentlicher Faktor für die Leistungsfähigkeit und die Lebensdauer eines Wälzlagers oder einer Lineareinheit ist die richtige Auswahl des geeigneten Schmierfettes. Wer hier die bei Schaeffler vorhandene Kompetenz nutzt, der kann dem Maschinenelement Wälzlager oder Linearsystem einen Vorsprung an Zuverlässigkeit und Lebensdauer auf seinem Weg in die Anwendung mitgeben. Schaeffler erforscht seit Jahrzehnten erfolgreich im Bereich der Schmierfettentwicklung und -anwendung, welches Schmierfett für welche Anwendung die am besten passende Lösung ist.

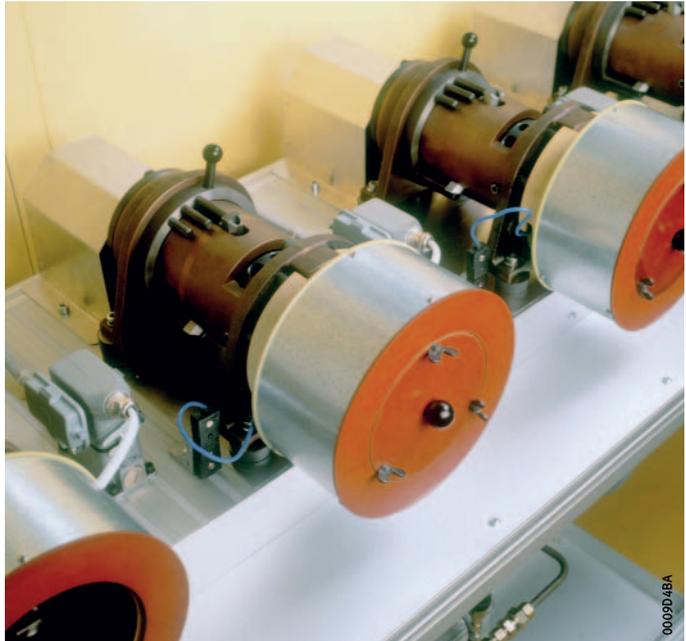
Arcanol-Schmierfette sind inzwischen seit Jahrzehnten ein Garant für höchste Leistungsfähigkeit in Wälzlager- und Linearanwendungen. Alle Arcanol-Schmierfette haben eine aufwändige Eignungsprüfung durchlaufen.

Alleine in Jahr 2015 hat Schaeffler auf seinen eigenen FE8- und FE9-Prüfständen mehr als 50 000 Prüfstunden gefahren, *Bild 1* und *Bild 2*. Diese Prüfstunden legen den Grundstein dafür, dass Sie von diesem Know-how bestmöglich profitieren.



*Bild 1*  
FE8-Prüfstand

# Vorwort



*Bild 2*  
FE9-Prüfstand

Nutzen Sie unsere Kompetenz zu den Wechselwirkungen zwischen Wälzlager und Schmierfett, damit Sie für Ihre Anwendung die bestmögliche Lösung einsetzen.

Aus den Prüfstandsläufen heraus hat sich ein Schmierfettprogramm entwickelt, welches sich unter der Marke Arcanol in vier Gruppen unterteilt:

- Mehrzweckfette:
  - Fette mit einem großen Einsatzbereich
- Schwerlastfette:
  - Fette, bei denen besonders hohe Anforderungen an die Lasttragfähigkeit gestellt werden
- Hochtemperaturfette:
  - Fette, die hohen Einsatztemperaturen widerstehen müssen
- Spezialfette:
  - Fette, die ganz speziell für einen Anwendungsbereich ausgewählt wurden.

## **Gleichbleibende Produktqualität durch umfangreiche Qualitätsprüfung**

Die Arcanol-Schmierfette werden bei jeder Lieferung einer umfangreichen Qualitätsprüfung unterzogen. Die Qualität jeder Charge ist eindeutig belegbar und nachvollziehbar. Im eigenen analytischen Labor werden die Arcanol-Schmierfette nach strengen Prüfrichtlinien auf ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften geprüft. Auch hier kann Schaeffler durch jahrzehntelange Erfahrung sicherstellen, dass seine Kunden immer eine Produktqualität auf höchstem Niveau erhalten.

## **Grease App von Schaeffler**

Schaeffler bietet auf Basis seiner Wälzlager- und Tribologiekompetenz einen digitalen Assistenten zur Bestimmung von Schmierungsparametern an.

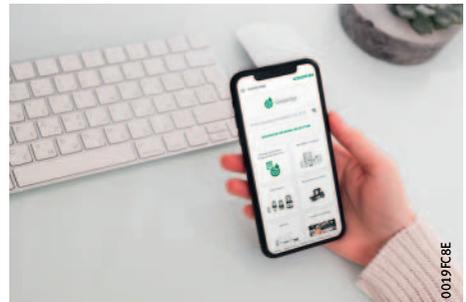
Durch die Grease App können Kunden von Schaeffler bestimmte Werte zur Fettschmierung der Wälzlager berechnen:

- Erstbefettungsmenge des Wälzlagers
- Nachschmierintervalle
- Nachschmiermengen
- Empfehlung von geeigneten Arcanol-Schmierstoffen und deren Eigenschaften

Die Berechnung berücksichtigt unterschiedliche Käfigbauarten und Käfiggeometrien und ermittelt das freie Volumen im Wälzlager. Daher können die relevanten Schmierungsparameter präzise bestimmt werden.

Sie gelangen zur Schaeffler Grease App über unten stehenden QR-Code oder über die URL

<https://greaseapp.com/>



*Bild 3*  
QR-Code zur Webseite



# Inhaltsverzeichnis

	Seite
Wälzlagerfette Arcanol .....	8
Einfluss der Belastung .....	8
Einfluss durch Wasser und Feuchtigkeit .....	8
Einfluss durch Schwingungen, Stöße und Vibrationen .....	9
Verunreinigungen im Schmierstoff .....	10
Feste Fremdstoffe .....	10
Flüssige Verunreinigungen .....	11
Reinigung verschmutzter Lager .....	12
Mischbarkeit von Fetten und Ölen .....	12
Versorgung der Lager mit Schmierstoff .....	14
Erst- und Neubefettung .....	15
Fettgebrauchsdauer .....	17
Nachschmierfrist .....	24
Nachschmierung und Nachschmierintervalle .....	25
Beispiele für Fettschmierung .....	26
Lagerung von Schmierstoffen .....	32
Entsorgung .....	32
Universalfette .....	34
Arcanol MULTITOP .....	34
Arcanol MULTI2 .....	36
Arcanol MULTI3 .....	38
Schwerlastfette .....	40
Arcanol LOAD150 .....	40
Arcanol LOAD220 .....	42
Arcanol LOAD400 .....	44
Arcanol LOAD460 .....	46
Arcanol LOAD1000 .....	48
Hochtemperaturfette .....	50
Arcanol TEMP90 .....	50
Arcanol TEMP110 .....	52
Arcanol TEMP120 .....	54
Arcanol TEMP200 .....	56
Spezialfette .....	58
Arcanol SPEED2,6 .....	58
Arcanol VIB3 .....	60
Arcanol FOOD2 .....	62
Arcanol CLEAN-M .....	64
Arcanol MOTION2 .....	66
Arcanol SEMIFLUID .....	68
Arcanol MOUNTINGPASTE2 .....	69
Arcanol ANTICORROSIONOIL .....	70
Nachschmiergeräte .....	71
Automatische Schmierstoffgeber .....	71
Schmierungslexikon .....	74

Fett		Charakteristische Anwendungen	Gebrauchstemp- peratur		Dauergrenz- temperatur	Verdicker
			°C			
			von	bis	°C	
Mehrzweckfette	MULTITOP	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager in Walzwerken</li> <li>■ Baumaschinen</li> <li>■ Spinn- und Schleifspindeln</li> <li>■ Kfz</li> </ul>	-50 <sup>1)</sup>	+140	+80	Lithiumseife
	MULTI2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugellager bis zu 62 mm Außendurchmesser in kleinen Elektromotoren</li> <li>■ Land- und Baumaschinen</li> <li>■ Haushaltsgeräte</li> </ul>	-30	+120	+75	Lithiumseife
	MULTI3	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugellager ab 62 mm Außendurchmesser in großen Elektromotoren</li> <li>■ Land- und Baumaschinen</li> <li>■ Lüfter</li> </ul>	-30	+120	+75	Lithiumseife
Hohe Lasten	LOAD150	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel-, Rollen- und Nadellager</li> <li>■ Linearführungen in Werkzeugmaschinen</li> </ul>	-20	+140	+95	Lithium-komplexseife
	LOAD220	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager in Walzwerksanlagen</li> <li>■ Papiermaschinen</li> <li>■ Schienenfahrzeuge</li> </ul>	-30	+140	+80	Lithium-Calciumseife
	LOAD400	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager in Bergwerksmaschinen</li> <li>■ Baumaschinen</li> <li>■ Windkraftanlagenhauptlager</li> </ul>	-40	+130	+80	Lithium-Calciumseife
	LOAD460	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager</li> <li>■ Windkraftanlagen</li> <li>■ Lager mit Bolzenkäfig</li> </ul>	-40 <sup>1)</sup>	+130	+80	Lithium-Calciumseife
	LOAD1000	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager in Bergwerksmaschinen</li> <li>■ Baumaschinen</li> <li>■ Zementanlagen</li> </ul>	-30 <sup>1)</sup>	+130	+80	Lithium-Calciumseife
Hohe Temperaturen	TEMP90	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager in Kupplungen</li> <li>■ Elektromotoren</li> <li>■ Kfz</li> </ul>	-40	+160	+90	Polyharnstoff
	TEMP110	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager in Elektromotoren</li> <li>■ Kfz</li> </ul>	-35	+160	+110	Lithium-komplexseife
	TEMP120	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager in Stranggießanlagen</li> <li>■ Papiermaschinen</li> </ul>	-30	+180	+120	Polyharnstoff
	TEMP200	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager in Laufrollen für Backautomaten</li> <li>■ Ofenwagen und chemische Anlagen</li> <li>■ Kolbenbolzen in Kompressoren</li> </ul>	-30	+260	+200	PTFE
Spezielle Anforderungen	SPEED2,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugellager in Werkzeugmaschinen</li> <li>■ Spindellager</li> <li>■ Rundtischlager</li> <li>■ Instrumentenlager</li> </ul>	-40	+120	+80	Lithium-komplexseife
	VIB3	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager in Rotoren von Windkraftanlagen (Blattverstellung)</li> <li>■ Verpackungsmaschinen</li> <li>■ Schienenfahrzeuge</li> </ul>	-30	+150	+90	Lithium-komplexseife
	FOOD2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager in Anwendungen mit Lebensmittelkontakt (NSF-H1-Registrierung, Kosher- bzw. Halal-Zertifizierung)</li> </ul>	-30	+120	+70	Aluminium-komplexseife
	CLEAN-M	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel-, Rollen- und Nadellager sowie Linearführungen in Reinraumanwendungen</li> </ul>	-30	+180	+90	Polyharnstoff
	MOTION2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kugel- und Rollenlager im oszillierenden Betrieb</li> <li>■ Drehverbindungen in Windkraftanlagen</li> </ul>	-40	+130	+75	Lithiumseife
	SEMIFLUID	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fließfett für Linearführungen, Verzahnungen und Getriebe</li> </ul>	-40	+160	+90	Lithium-komplexseife

+++ Sehr gut geeignet. ++ Gut geeignet. + Geeignet.  
 – Weniger geeignet. -- Nicht geeignet.

Grundöl	Konsistenz NLGI	Grundölviskosität bei +40 °C mm <sup>2</sup> /s	Temperaturen		Geringe Reibung, hohe Drehzahl	Hohe Last, niedrige Drehzahl	Schwin- gungen	Unter- stützung der Ab- dichtung	Nach- schmier- barkeit
			tiefe	hohe					
teilsynthetisches Öl	2	82	+++	++	++	+++	++	+	+++
Mineralöl	2	110	++	+	+	+	+	+	+++
Mineralöl	3	110	++	+	+	+	++	++	++
Mineralöl	2	160	+	++	-	+++	++	++	++
Mineralöl	2	245	+	+	-	+++	++	++	++
Mineralöl	2	400	+	+	-	+++	++	++	++
Mineralöl	1	400	++	+	-	+++	++	-	++
Mineralöl	2	1000	+	+	--	+++	++	++	++
teilsynthetisches Öl	3	148	+++	++	+	+	+	++	++
teilsynthetisches Öl	2	130	+++	+++	++	+	+	+	+
synthetisches Öl	2	400	++	+++	-	+++	+	++	+
Alkoxyfluoröl	2	550	++	+++	--	++	+	+	+
synthetisches Öl	2 – 3	25	+++	+	+++	--	-	+	+
Mineralöl	3	170	++	++	-	++	+++	++	-
synthetisches Öl	2	150	++	-	+	+	+	+	+++
Etheröl	2	103	+++	+++	+	+	+	+	++
synthetisches Öl	2	50	+++	+	-	++	+++	++	+
synthetisches Öl	00	180	++	+	-	+	-	--	++

1) Messwerte nach Schaeffler-FE8-Tieftemperaturprüfung.

# Wälzlagerfette Arcanol

## Merkmale

### Einfluss der Belastung

Für ein Belastungsverhältnis  $C/P < 10$  beziehungsweise  $P/C > 0,1$  werden Schmierfette empfohlen, die über eine höhere Grundölviskosität verfügen und vor allem Verschleißschutzadditive (EP) enthalten. Diese Additive bilden eine Reaktionsschicht auf der Metalloberfläche, die vor Verschleiß schützt. Solche Fette sind nach DIN 51825 mit KP gekennzeichnet. Der Einsatz empfiehlt sich auch bei Lagern mit erhöhtem Gleitanteil (auch bei Langsamlauf) beziehungsweise Linienkontakt sowie bei kombinierten Belastungen (radial, axial). Schmierfette mit Festschmierstoffen, wie PTFE oder Molybdändisulfid, sollten bevorzugt für Anwendungen im Grenz- oder Mischreibungsbereich verwendet werden (chemische Schmierung). Dabei darf die Festschmierstoff-Partikelgröße einen Wert von  $5 \mu\text{m}$  nicht überschreiten.

### Einfluss durch Wasser und Feuchtigkeit

Feuchtigkeit kann von außen in das Lager gelangen, wenn die Anwendung in feuchter Umgebung, zum Beispiel im Freien, betrieben wird. Gerade bei häufigen Temperaturwechseln zwischen warm und kalt kann Wasser im Lager kondensieren. Dies tritt besonders auf, wenn große Freiräume im Lager oder Gehäuse vorliegen. Wasser kann schwere Schäden am Fett beziehungsweise Lager hervorrufen. Gründe sind Alterung beziehungsweise Hydrolyse, Schmierfilmdurchbruch und nicht zuletzt Korrosion. Als wirkungsvoll haben sich Calciumkomplexeisenfette erwiesen, die über eine gute Wasserbeständigkeit verfügen beziehungsweise wasserabweisend wirken. Die Korrosionsschutzwirkung eines Schmierfettes wird auch durch Additive beeinflusst. Getestet wird dies nach dem SKF-Emcor-Verfahren gemäß ISO 11007 oder DIN 51805. Schmierfette K nach DIN 51825 müssen einen Korrosionsgrad  $< 1$  aufweisen. Weitere Informationen, siehe Seite 11.

## **Einfluss durch Schwingungen, Stöße und Vibrationen**

Schwingungsbelastungen können sich erheblich auf die Verdickerstruktur von Schmierfetten auswirken. Bei nicht ausreichender mechanischer Stabilität kann es dabei zu Veränderungen in der Konsistenz kommen. Erweichung, Entölung, vereinzelt aber auch Verfestigung des Fettes mit entsprechend reduzierter Schmierfähigkeit sind die Folge. Es wird daher empfohlen, ein Schmierfett zu wählen, dessen mechanische Stabilität entsprechend getestet wurde. Hierzu bietet sich die erweiterte Walkpenetration, der Shell-Roller-Test nach ASTM D 1831 sowie ein Prüflauf auf dem AN42-Prüfstand an.

Bei stoßartiger Beanspruchung oder sehr hoher Belastung sind Fette der Konsistenzklasse NLGI 1 bis NLGI 2 mit hoher Grundölviskosität (ISO VG 460 bis ISO VG 1500) von Vorteil. Diese Fette bilden durch ihre hohe Grundölviskosität einen vergleichsweise dicken, elasto-hydrodynamischen Schmierfilm, der Stöße dämpft. Nachteil von Fetten mit hoher Grundölviskosität ist jedoch, dass aufgrund der geringeren Ölabgabe die wirksame Anwesenheit des Schmierstoffes im Kontakt durch einen hohen Füllungsgrad oder kurzfristigeres Nachschmieren gesichert werden muss.

Liegen sehr kleine Schwenkwinkel und Vibrationen vor, so besteht die Gefahr des sogenannten False Brinelling. Um dieser bis heute noch nicht vollständig erforschten Verschleißform entgegenzuwirken, hat sich der Einsatz von Spezialschmierfetten und in Sonderfällen auch von Beschichtungen als vorteilhaft erwiesen. Entscheidend hierbei ist die richtige Komposition aus Grundöl- und Verdickerart, Grundölviskosität, Konsistenz, Additivierung und gegebenenfalls Festschmierstoffen. Für solche Anwendungen können die Fette Arcanol LOAD150, Arcanol VIB3 oder Arcanol MOTION2 eingesetzt werden. Welches der Fette die passende Lösung im Einzelfall ist, kann mit der Schaeffler-Anwendungstechnik geklärt werden.

# Wälzlagerfette Arcanol

## Verunreinigungen im Schmierstoff

In der Praxis gibt es kaum Schmiersysteme, die völlig frei von Verunreinigungen sind. Anwendungsübliche Verunreinigungen sind bereits bei der Ermittlung der Ermüdungslebensdauer und der Gebrauchsdauer berücksichtigt, denn die Berechnungsverfahren basieren auf Praxis- und Versuchsergebnissen. Ist eine höhere Verschmutzung des Schmierstoffes als bei normaler Anwendung unvermeidlich, führt dies zu verminderten Laufzeiten oder Fröh-ausfällen. Bei einer besonders guten Sauberkeit können dagegen höhere Laufzeiten erreicht werden.

Oft gelangen auch bei der Erstmontage Verunreinigungen durch eine unzureichende Reinigung der Maschinenteile in das Lager. Auch bei der Wartung können Verunreinigungen in das Lager gelangen, zum Beispiel durch Schmutz am Schmiernippel oder am Mundstück der Fettpresse sowie beim Fetten von Hand.

Bei der Beurteilung des schädlichen Einflusses von Verunreinigungen sind für alle Schmierstoffe besonders wichtig:

- Art und Härte der Fremdstoffe
- Konzentration der Fremdstoffe im Schmierstoff
- Teilchengröße der Fremdstoffe.

## Feste Fremdstoffe

Feste Fremdstoffe führen zu Verschleiß und vorzeitiger Ermüdung. Je größer die Härte der überrollten Teilchen ist (beispielsweise Eisenspäne, Schleifspäne, Formsand, Korund) und je kleiner die Lager sind, umso stärker wird die Lebensdauer gemindert.

## Verminderung der Fremdstoffkonzentration

Die Konzentration von Fremdstoffen wird vermindert durch:

- Saubere Schmierstoffe
- Wirksame Abdichtung
- Gründliche Reinigung der Lagerumgebungsteile
- Sauberkeit bei der Montage
- Ausreichend kurze Fettwechselfristen.

## Flüssige Verunreinigungen

Die schädigende Wirkung flüssiger Verunreinigungen im Schmierstoff wird häufig stark unterschätzt. Selbst reines Wasser ohne zusätzliche aggressive Medien hat ein sehr hohes Schädigungspotenzial in Wälzlagern.

Man unterteilt das Schädigungspotenzial in die Kategorien:

- Reduzierung der Ermüdungslaufzeit
- Verursachung von Verschleiß
- Beschleunigung der Schmierstoffalterung und Rückstandsbildung
- Korrosion.

Die Schadensmechanismen treten einzeln oder kombiniert auf und sind abhängig von der Schmierstoffart, dem Lagerwerkstoff und der in den Schmierstoff eingeschleppten freien Wassermenge. Sie können zur Funktionsunfähigkeit führen oder das Lager komplett zerstören.

## Einfluss von Wasser in Fetten

Im Fett verursacht Wasser, abhängig von der Verdickerart, Strukturveränderungen. Es besteht die Gefahr, dass die Fette erheblich erweichen. Die Schadensmechanismen sind vergleichbar mit denen der Öle. Fette haben den Vorteil, dass kontaminierter Schmierstoff nicht zwangsläufig in den Kontakt gelangt und beim Ausdampfen des Wassers nicht nachfließt. Bei Wasserzutritt ist die Fettwechselfrist entsprechend der anfallenden Wassermenge zu verkürzen. Eine dichtungsunterstützende Wirkung des Fettes wird bei der Labyrinthschmierung angewandt. Aggressive Stoffe, wie Säuren, Basen oder Lösungsmittel, führen zu starken Veränderungen der chemisch-physikalischen Kennwerte und hauptsächlich zu einer Schmierstoffalterung und Korrosion. Ist mit solchen Verunreinigungen zu rechnen, sind die Verträglichkeitsangaben der Schmierstoffhersteller zu beachten. An Stellen, die nicht vom Schmierstoff geschützt sind, wird je nach Aggressivität der Verunreinigung früher oder später Korrosion auftreten und die Oberfläche zerstören.

# Wälzlagerfette Arcanol

## Reinigung verschmutzter Lager

Alle Teile, die der unbeschädigten Originalverpackung entnommen werden, sind sehr sauber und müssen nicht gereinigt werden. Eine Reinigung würde in diesem Fall sehr wahrscheinlich den Originalzustand verschlechtern. Teile, die aufgrund von Umwelteinflüssen verschmutzt sind, können mit Waschbenzin, Petroleum, Spiritus, Dewatering-Fluids, wässrigen, neutralen und auch alkalischen Reinigungsmitteln gereinigt werden. Dabei ist zu beachten, dass Petroleum, Waschbenzin, Spiritus und Dewatering-Fluids feuergefährlich und alkalische Mittel ätzend sind. Für den Waschvorgang sollten Pinsel, Bürsten oder faserfreie Lappen verwendet werden.

Nach dem Waschen müssen die Teile:

- Mit einem sehr sauberen, der Waschchemikalie angepassten Spülmedium nachgereinigt werden
- Anschließend getrocknet werden
- Und sofort konserviert werden, um Korrosion zu vermeiden.

Die Verträglichkeit der Konservierung mit dem danach eingesetzten Schmierstoff ist zu beachten. Wenn die Lager verharzte Öl- und Fettrückstände enthalten, empfehlen sich eine mechanische Vorreinigung und ein längeres Aufweichen mit einem wässrigen, stark alkalischen Reinigungsmittel.

## Mischbarkeit von Fetten und Ölen

Schmierfette sollten wenn möglich gar nicht miteinander gemischt werden. Zum einen können die Grundöle von Fetten sowie deren Verdicker nicht verträglich sein, siehe Tabellen. Zum anderen lassen sich die Wirkung von Additiven und die Leistungsfähigkeit von Schmierstoffgemischen ohne entsprechende Prüfung nicht abschätzen.

Wenn eine Mischung jedoch nicht zu vermeiden ist, empfiehlt es sich auf folgende Punkte zu achten:

- Die gleiche Grundölbasis
- Einen übereinstimmenden Verdickertyp
- Ähnliche Grundölviskositäten (maximal eine ISO-VG-Klasse Abstand)
- Die gleiche Konsistenz (NLGI-Klasse).

Trotzdem besteht im Mischungsverhältnis immer das Risiko, dass es zu einer Fetterweichung oder einer Additiv-Reaktion der beiden Fette kommt. Beides kann die Leistungsfähigkeit herabsetzen.

### Mischbarkeit von Grundölen

	Mineralöl	PAO	Esteröl	Polyglykolöl	Silikonöl	Alkoxyfluoröl
Mineralöl	+	+	+	-	0	-
PAO	+	+	+	-	0	-
Esteröl	+	+	+	0	-	-
Polyglykolöl	-	-	0	+	-	-
Silikonöl	0	0	-	-	+	-
Alkoxyfluoröl	-	-	-	-	-	+

- + Mischung in der Regel unkritisch.
- 0 In Einzelfällen mischbar, sollte aber überprüft werden.
- Mischung nicht zulässig.

### Verträglichkeit unterschiedlicher Verdickertypen

	Lithiumseife	Lithiumkomplex	Natriumkomplex	Calciumkomplex	Aluminiumkomplex
Lithiumseife	+	+	-	+	-
Lithiumkomplex	+	+	0	+	0
Natriumkomplex	-	0	+	0	0
Calciumkomplex	+	+	0	+	0
Aluminiumkomplex	-	0	0	0	+
Bariumkomplex	+	0	0	0	0
Bentonit	-	-	-	0	-
Polyharnstoff	-	0	0	0	-
PTFE	+	+	+	+	+

- + Mischung in der Regel unkritisch.
- 0 In Einzelfällen mischbar, sollte aber überprüft werden.
- Mischung nicht zulässig.

### Verträglichkeit unterschiedlicher Verdickertypen (Fortsetzung)

	Bariumkomplex	Bentonit	Polyharnstoff	PTFE
Lithiumseife	+	-	-	+
Lithiumkomplex	0	-	0	+
Natriumkomplex	0	-	0	+
Calciumkomplex	0	0	0	+
Aluminiumkomplex	0	-	-	+
Bariumkomplex	+	+	0	+
Bentonit	+	+	-	+
Polyharnstoff	0	-	+	+
PTFE	+	+	+	+

- + Mischung in der Regel unkritisch.
- 0 In Einzelfällen mischbar, sollte aber überprüft werden.
- Mischung nicht zulässig.

# Wälzlagerfette Arcanol



Vor dem Mischen ist unbedingt beim Schmierstoffhersteller rückzufragen! Auch wenn die Voraussetzungen erfüllt werden, kann die Leistungsfähigkeit des Mischfettes beeinträchtigt sein! Nur mit Fetten vergleichbarer Leistungsfähigkeit nachschmieren! Wird auf eine andere Fettsorte umgestellt, vorher das alte Fett ausspülen, sofern es die Konstruktion zulässt!

Eine weitere Nachschmierung ist nach einem verkürzten Zeitraum vorzunehmen! Bei der Mischung nicht verträglicher Fette kann es zu starken Strukturänderungen kommen! Auch eine starke Erweichung des Mischfettes ist möglich!

## Versorgung der Lager mit Schmierstoff

Die Schmierstoffmenge, die ein Wälzlager tatsächlich benötigt, ist außerordentlich gering. In der Praxis bemisst man sie wegen der Betriebssicherheit der Lagerung jedoch meist höher. Zu viel Schmierstoff im Lager kann jedoch schaden. Wenn überschüssiger Schmierstoff nicht entweichen kann, entstehen durch Plansch- oder Walkarbeit Temperaturen, bei denen der Schmierstoff geschädigt oder sogar zerstört werden kann.

Im Allgemeinen wird eine ausreichende Versorgung sichergestellt, durch:

- Wahl der richtigen Schmierstoffmenge und -verteilung im Lager
- Beachtung der Gebrauchsdauer des Schmierstoffes
- Abgestimmte Schmierstoffergänzung oder einen Schmierstoffwechsel
- Gezielte konstruktive Gestaltung der Lagerstelle
- Dafür erforderliche Geräte und das Schmierverfahren.

Bei Fettschmierung ist meist kein oder nur geringer Geräteaufwand erforderlich, um die Lager ausreichend zu schmieren. Werden keine vom Hersteller erstbefettete Lager eingebaut, dann werden die Lager bei der Montage häufig von Hand gefettet. Zur Unterstützung verwendet man vielfach Injektionsspritzen oder Fettpressen.

## Erst- und Neubefettung

Beim Befetten der Lager sind folgende Hinweise zu beachten:

- Lager so befüllen, dass alle Funktionsflächen sicher Fett erhalten.
- Vorhandenen Gehäuseraum neben dem Lager nur so weit mit Fett füllen, dass das aus dem Lager verdrängte Fett noch genügend Platz hat. Eine Umlaufteilnahme des Fettes soll damit vermieden werden. Schließt an das Lager ein größerer und ungefüllter Gehäuseraum an, sollten Deck- oder Dichtscheiben sowie Stauscheiben dafür sorgen, dass eine angemessene Fettmenge (ähnlich der Menge, die für den normalen Füllungsgrad gewählt wird) in Lagernähe verbleibt. Empfohlen wird eine Fettfüllung von ca. 90% des ungestörten freien Lagervolumens. Damit ist das Volumen im Inneren des Wälzlagers gemeint, das von umlaufenden Teilen (Wälzkörper, Käfig) nicht berührt wird.
- Bei sehr schnell umlaufenden Lagern, beispielsweise Spindelagern, wird im Allgemeinen eine geringere Fettmenge gewählt (ca. 60% des ungestörten freien Lagervolumens beziehungsweise ca. 30% des gesamten freien Lagervolumens), um die Fettverteilung beim Anlauf der Lager zu erleichtern.
- Die Dichtwirkung einer Spaltdichtung wird durch die Bildung eines stabilen Fettkragens verbessert. Eine kontinuierliche Nachschmierung unterstützt diesen Effekt.
- Über einen richtigen Füllungsgrad werden ein günstiges Reibungsverhalten und ein geringer Fettverlust erreicht.
- Bei einer Druckdifferenz zwischen beiden Seiten des Lagers kann eine Luftströmung das Fett und das abgegebene Grundöl aus dem Lager herausfördern, andererseits aber auch Schmutz in das Lager transportieren. In solchen Fällen ist ein Druckausgleich über Durchbrüche und Bohrungen an den Anbauteilen erforderlich.
- Langsam umlaufende Lager ( $n \cdot d_M < 50\,000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$ ) und deren Gehäuse sind komplett mit Fett zu füllen. Die auftretende Walkreibung ist hier vernachlässigbar. Wichtig ist, dass das eingebrachte Fett durch Dichtungen und Stauscheiben im Lager oder in Lagernähe gehalten wird. Das Fett in Lagernähe bewirkt durch einen Depoteffekt grundsätzlich eine Verlängerung der Schmierfrist. Ein direkter Kontakt zum Fett im Lager ist jedoch Voraussetzung (Fettbrücke). Durch gelegentliche Erschütterung wird außerdem wieder Frischfett aus der Umgebung in das Lager gelangen (interne Nachschmierung).

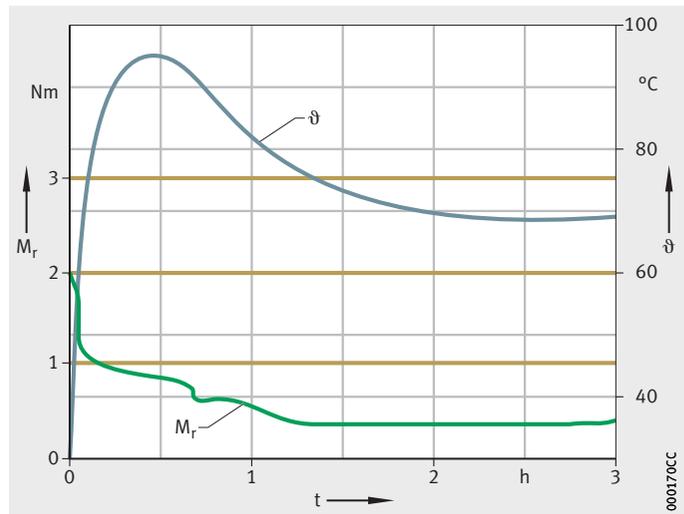
## Wälzlagerfette Arcanol

- Wenn eine hohe Temperatur am Lager zu erwarten ist, sollte neben einem angepassten Fett zusätzlich ein Fettdepot mit einer zum Lager hin freien, möglichst großen, Öl abgebenden Fläche vorgesehen werden. Für das Depot ist eine Menge günstig, die dem Zwei- bis Dreifachen des normalen Füllungsgrades entspricht. Das Depot ist entweder auf einer Seite des Lagers oder besser zu gleichen Teilen beidseitig vorzusehen.
- Bei höheren Drehzahlkennwerten kann sich bei nicht abgestimmter Fettmenge während der Anlaufphase, oft auch über mehrere Stunden, eine erhöhte Lagertemperatur einstellen, *Bild 1*.

Die Temperatur ist umso höher und die Phase der erhöhten Temperatur umso länger, je stärker die Lager und die Räume neben den Lagern mit Fett gefüllt sind und je mehr der freie Fettaustritt erschwert wird. Abhilfe bringt ein sogenannter Intervalleinlauf mit entsprechend festgelegten Stillstandszeiten zur Abkühlung. Bei geeigneten Fetten und Fettmengen tritt Beharrung schon nach sehr kurzer Zeit ein.

Rillenkugellager, frisch befettet

$M_r$  = Reibungsmoment  
 $t$  = Zeit  
 $\vartheta$  = Temperatur



*Bild 1*

Reibungsmoment und Temperatur

### Fettgebrauchsdauer

Die Fettgebrauchsdauer beschreibt, über welchen Zeitraum das Schmierfett ohne Nachschmierung in der Lage ist, das Lager ausreichend zu schmieren. Nach dem Erreichen der Fettgebrauchsdauer ist die Funktion des Lagers nur noch bedingt gegeben, das Lager wird infolge Schmierstoffversagens relativ schnell ausfallen. Die Fettgebrauchsdauer wird daher zur bestimmenden Größe, wenn sie kürzer als die errechnete Lagerlebensdauer ist. Sie gilt, wenn Wälzlager nicht nachgeschmiert werden können.

Einflussfaktoren auf die Fettgebrauchsdauer sind:

- Fettmenge und -verteilung
- Fettart (Verdicker, Grundöl, Additive)
- Herstellungsprozess des Schmierfettes
- Lagerbauart und -größe
- Höhe und Art der Belastung
- Drehzahlkennwert
- Lagertemperatur
- Einbauverhältnisse.

### Berechnung der Fettgebrauchsdauer

Ein Richtwert für die Fettgebrauchsdauer  $t_{fG}$  ist näherungsweise nach folgender Gleichung bestimmbar:

$$t_{fG} = t_f \cdot K_T \cdot K_P \cdot K_R \cdot K_U$$

$t_f$	h
Grundfettgebrauchsdauer	
$K_T$	–
Korrekturfaktor für erhöhte Temperatur	
$K_P$	–
Korrekturfaktor für erhöhte Belastung	
$K_R$	–
Korrekturfaktor für Oszillationsbetrieb	
$K_U$	–
Korrekturfaktor für Umgebungseinflüsse	

# Wälzlagerfette Arcanol



Die ermittelten Werte stellen nur Richtwerte dar, da die Ermittlung auf statistischen Grundlagen basiert! Es wird von konstanten Betriebszuständen und geeignetem und ausreichend vorhandenem Schmierstoff ausgegangen! Dies ist in der Praxis selten der Fall! Daher kann das Rechenmodell keine exakten Werte liefern, zumal auch weitere Einflüsse wie Wärmeleitung oder Verunreinigungen nahezu unberücksichtigt bleiben!

Hinweise zur Berechnung der Fettgebrauchsdauer:

- Bei kombinierten Wälzlagern sind Radiallager und Axiallager getrennt zu berechnen! Bestimmend ist die jeweils kürzere Fettgebrauchsdauer!
- Bei drehendem Außenring kann sich die Fettgebrauchsdauer verkürzen!
- Bei Stütz- und Kurvenrollen dürfen keine Winkelfehler auftreten! Hier sind die Auswirkungen des drehenden Außenringes bereits im Lagerbauformfaktor  $k_f$  berücksichtigt!



Die Fettgebrauchsdauer kann nicht nach dem beschriebenen Verfahren ermittelt werden, wenn:

- Das Schmierfett aus dem Wälzlager entweichen kann
  - Grundöl dampft übermäßig aus
  - Lager ohne Abdichtung
  - Axiallager mit waagrechter Drehachse
- Im Betrieb Luft durch das Wälzlager gesaugt wird
  - Gefahr der verstärkten Fettoxidation
- Changierbetrieb vorliegt
  - Das Fett verteilt sich über den Gesamthub
- Schmutz, Wasser oder andere Flüssigkeiten in die Lager eindringen
- Für die Lager kein Bauformfaktor vorliegt!

Fettgebrauchsdauern länger als drei Jahre sind auch mit dem Schmierstoffhersteller abzustimmen!

## Grundfettgebrauchsdauer

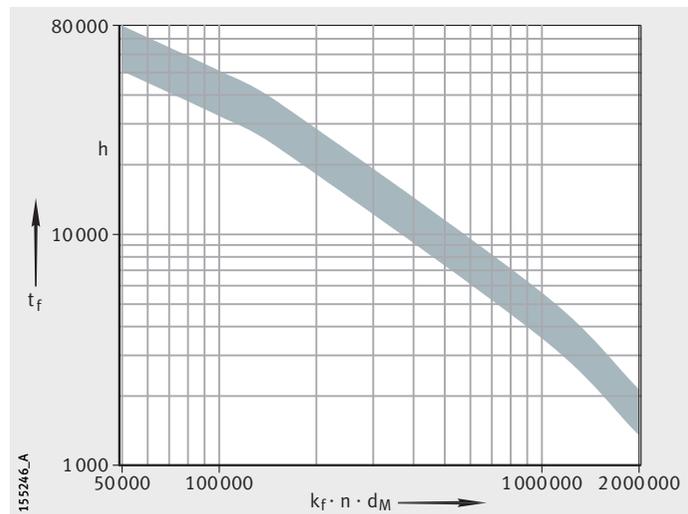
Die Grundfettgebrauchsdauer  $t_f$  hängt vom lagerbezogenen Drehzahlkennwert  $k_f \cdot n \cdot d_M$  ab. Sie wird ermittelt aus *Bild 2* und Tabelle, Seite 20.

Die Grundfettgebrauchsdauer nach *Bild 2* gilt bei:

- Schmierfetten, deren Leistungsfähigkeit für Lager nachgewiesen ist
- Lagerungen, deren Lagertemperatur niedriger als die obere Dauergrenztemperatur des Schmierfettes  $T_{\text{Grenz,oben}}$  ist
- Einem Belastungsverhältnis von  $C_0/P \geq 20$
- Konstanter Drehzahl und Belastung
- Belastung in Hauptrichtung (Radiallager radial, Axiallager axial)
- Radiallagern mit horizontaler Drehachse
- Drehendem Innenring
- Lagerungen ohne störende Umgebungseinflüsse.

$t_f$  = Grundfettgebrauchsdauer  
 $k_f \cdot n \cdot d_M$  = Lagerbezogener Drehzahlkennwert

*Bild 2*  
 Grundfettgebrauchsdauer  $t_f$



$k_f$  – Faktor der Lagerbauart, siehe Tabelle, Seite 20  
 $n$  – Betriebsdrehzahl oder äquivalente Drehzahl  
 $d_M$  – Mittlerer Lagerdurchmesser  $(d + D)/2$ , mm

# Wälzlagerfette Arcanol

Faktor  $k_f$ ,  
abhängig von der Lagerbauart

Lagerbauart	Faktor $k_f$
Axial-Nadellager, Axial-Zylinderrollenlager	58
Axial-Rillenkugellager	5,5
Axial-Schräggugellager zweireihig	2
Kegelrollenlager	4
Kreuzrollenlager	4,4
Laufrollen einreihig	1
Laufrollen zweireihig	2
Nadelhülsen, Nadelbüchsen	4,2
Nadelkränze, Nadellager	3,6
Pendelkugellager	1,45
Pendelrollenlager ohne Mittelbord	8
Pendelrollenlager mit Mittelbord	8
Rillenkugellager einreihig, Generation C	0,8
Rillenkugellager einreihig	1
Rillenkugellager zweireihig	1,5
Schräggugellager einreihig	1,6
Schräggugellager einreihig, X-life	1,3
Schräggugellager zweireihig	2
Schräggugellager zweireihig, X-life	1,6
Spannlager, Gehäuseeinheiten	1
Spindellager $\alpha = 15^\circ$	0,75
Spindellager $\alpha = 25^\circ$	0,9
Stützrollen, Kurvenrollen mit Käfig, vollrollig	20
Stützrollen, Kurvenrollen vollnadelig	40
Stützrollen PWTR, Kurvenrollen PWKR	6
Vierpunktlager –	1,6
Vierpunktlager X-life	1,3
Zylinderrollenlager einreihig	2
Zylinderrollenlager zweireihig (nicht gültig für NN30)	3
Zylinderrollenlager vollrollig	6
Zylinderrollenlager LSL, ZSL	3

Temperaturfaktor  
für erhöhte Temperatur

Durch eine Erhöhung der Temperatur wird die Reaktions- und damit die Oxidations- beziehungsweise Alterungsgeschwindigkeit beschleunigt.

Als Faustregel gilt: Eine Temperaturerhöhung um 15 K halbiert die Fettgebrauchsdauer. Bei hochwertigen Schmierfetten ist dieser Effekt jedoch erst oberhalb der sogenannten oberen Dauergrenztemperatur  $T_{\text{Grenz,oben}}$  ausgeprägt. Liegt die Lager- temperatur oberhalb von  $T_{\text{Grenz,oben}}$ , ist die temperaturbedingte Minderung der Fettgebrauchsdauer zu bestimmen, *Bild 3*.

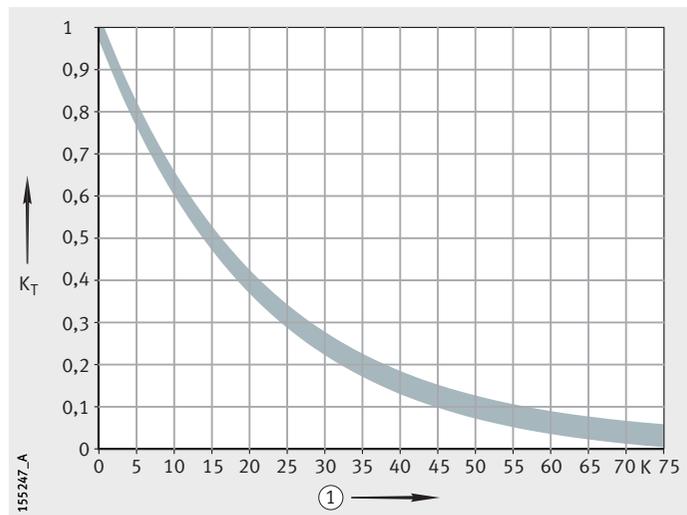


Dieses Diagramm darf nicht angewendet werden, wenn die Lager- temperatur höher liegt als die obere Gebrauchstemperatur des angewendeten Fettes, siehe Seite 6! Gegebenenfalls ist ein anderes Fett auszuwählen!

$K_T$  = Temperaturfaktor

① K über  $T_{\text{Grenz,oben}}$

*Bild 3*  
Temperaturfaktor



# Wälzlagerfette Arcanol

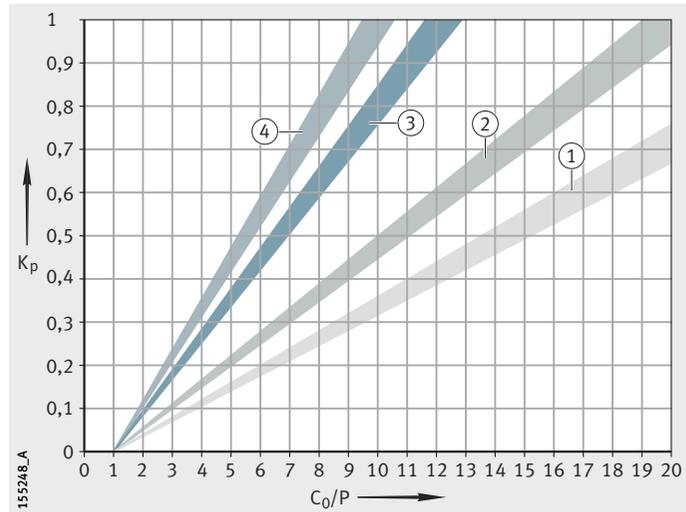
Belastungsfaktor für erhöhte Belastung

Schmierfette werden bei höherer Lagerbelastung stärker beansprucht. In Abhängigkeit vom Belastungsverhältnis  $C_0/P$  und dem Lagertyp kann dieser Einfluss durch den Faktor  $K_p$  berücksichtigt werden, *Bild 4*.

$K_p$  = Belastungsfaktor  
 $C_0/P$  = Verhältnis statische Tragzahl zu dynamisch äquivalenter Lagerbelastung

①, ②, ③, ④, siehe Tabelle

*Bild 4*  
Belastungsfaktor



Belastungsfaktor  $K_p$

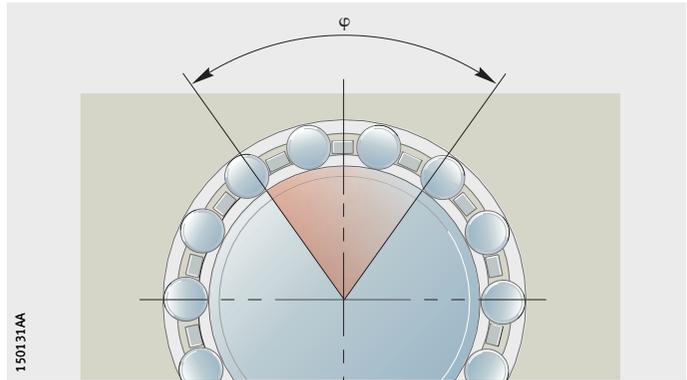
Kurve <sup>1)</sup>	Lagerbauart
①	Axial-Schrägkugellager zweireihig
	Axial-Rillenkugellager
	Axial-Nadellager, Axial-Zylinderrollenlager
	Kreuzrollenlager
②	Nadelkränze, Nadellager
	Nadelhülsen, Nadelbüchsen
	Pendelrollenlager mit Mittelbord
	Stützrollen, Kurvenrollen mit Käfig, vollrollig
	Stützrollen, Kurvenrollen vollnadelig
	Stützrollen PWTR, Kurvenrollen PWKR
	Zylinderrollenlager zweireihig (nicht gültig für NN30)
③	Kegelrollenlager
	Pendelrollenlager ohne Mittelbord (E1)
	Tonnenlager
	Vierpunktlager
	Zylinderrollenlager einreihig (konstante, wechselnde, ohne Axiallast)
	Zylinderrollenlager LSL, ZSL
④	Zylinderrollenlager vollrollig
	Laufrollen (einreihig, zweireihig)
	Pendelkugellager
	Rillenkugellager (einreihig, zweireihig)
	Schrägkugellager (einreihig, zweireihig)
Spannlager, Gehäuseeinheiten	

<sup>1)</sup> Kurven, *Bild 4*.

Oszillationsfaktor      Oszillierende Bewegungen beanspruchen das Schmierfett höher als stetig drehende Lager. Es wird dauernd das gleiche Fettvolumen beansprucht, da kein neues Fett in den Schmierkontakt eingezogen werden kann. Als Folge verarmt das Fett im Kontakt. Um Tribokorrosion zu vermindern, muss daher die Schmierfrist verkürzt werden. Der mindernde Einfluss kann über den Oszillationsfaktor  $K_R$  berücksichtigt werden, *Bild 6*. Er wirkt sich ab einem Schwenkwinkel  $\varphi < 180^\circ$  aus, *Bild 5* und *Bild 6*.

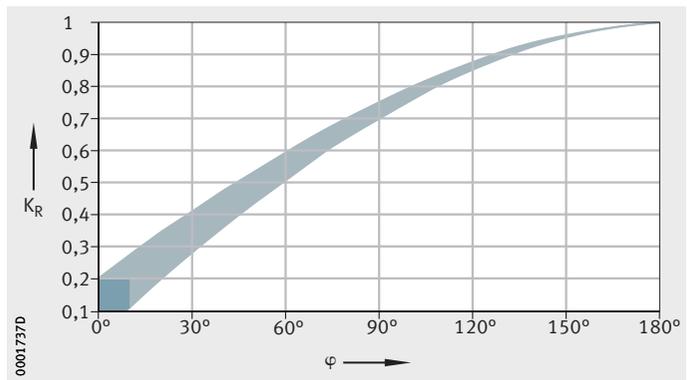
$\varphi$  = Schwenkwinkel

*Bild 5*  
Schwenkwinkel



$K_R$  = Oszillationsfaktor  
 $\varphi$  = Schwenkwinkel

*Bild 6*  
Oszillationsfaktor



# Wälzlagerfette Arcanol

**Umgebungsfaktor** Der Faktor  $K_U$  berücksichtigt geringere Einflüsse durch Feuchtigkeit, Rüttelkräfte, geringe Vibrationen und Stöße, siehe Tabelle.



Er berücksichtigt keine starken Umgebungseinflüsse wie Wasser, aggressive Medien, Schmutz, radioaktive Strahlung und extreme Vibrationen, beispielsweise bei Rüttlern!

Zur Verschmutzung ist auch der Einfluss der Verschmutzung auf die Lebensdauerberechnung zu beachten!

**Umgebungsfaktor**

Umgebungseinfluss	Umgebungsfaktor $K_U$
gering (zum Beispiel Prüfstand)	1
mittel (Standard)	0,8
stark (zum Beispiel Freiluftanwendung)	0,5

**Nachschmierfrist**

Für nachschmierbare Wälzlager ist eine regelmäßige Nachschmierung zu empfehlen, um die sichere Funktion der Lager zu gewährleisten.

Erfahrungsgemäß lässt sich als Richtwert die Nachschmierfrist  $t_{FR}$  für die meisten Anwendungsfälle berechnen:

$$t_{FR} = 0,5 \cdot t_{FG}$$

$t_{FR}$  Richtwert für die Nachschmierfrist

$t_{FG}$  Richtwert für die Fettgebrauchsdauer, siehe Seite 17.

Nach dieser Zeit ist das Schmierfett im Lager so weit verbraucht, dass eine Ergänzung beziehungsweise Erneuerung notwendig ist. Beim Erreichen der Fettgebrauchsdauer befindet sich das Fett in einem solchen Zustand, dass es nicht mehr ohne Weiteres aus dem Lager gedrückt werden kann. Aus organisatorischen und wirtschaftlichen Gründen sollten die Schmierfristen den betrieblich notwendigen Zeiträumen für die Instandhaltung angepasst werden. Nachschmierfristen länger als ein Jahr sind erfahrungsgemäß nicht zu empfehlen, da sie häufig vergessen werden.

Nachgeschmiert werden sollte auch vor und nach langen Betriebsunterbrechungen, um einen Korrosionsschutz im Lager zu erreichen beziehungsweise einen Wiederanlauf mit neuem Fett zu ermöglichen.

Der Nachschmiervorgang sollte bei betriebswarmem und langsam drehendem Lager erfolgen, um eine gute Fettverteilung zu gewährleisten. Altes Fett muss dabei ungehindert aus dem Lager austreten können.

### **Nachschmierung und Nachschmierintervalle**

Eine Nachschmierung oder ein Fettwechsel ist erforderlich, wenn die Fettgebrauchsdauer geringer ist als die zu erwartende Lagerlebensdauer.

Die Nachschmierung kann auf verschiedene Weise erfolgen. Häufig wird noch über Fetthebelpressen und Schmiernippel nachgeschmiert. Stärkere Bedeutung erhalten Befettungssysteme wie der automatische Schmierstoffgeber der CONCEPT-Baureihe und auch Zentralschmieranlagen und Fett-Sprüheinrichtungen. Wichtig ist, dass das Altfett vom Neufett verdrängt werden kann, damit es zum Fettaustausch, nicht aber zur Überschmierung kommt.

# Wälzlagerfette Arcanol

## Beispiele für Fettschmierung

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, ein Wälzlager mit Fett zu versorgen. Das verwendete Verfahren richtet sich nach den Anforderungen der jeweiligen Lagerung.

### Abgedichtete Lager

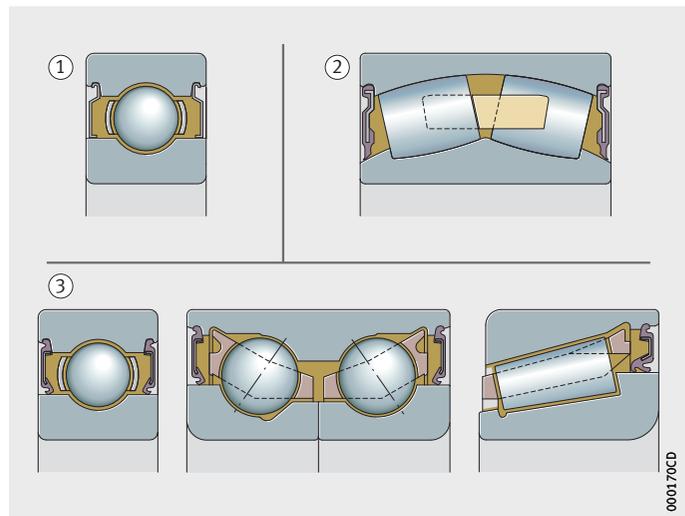
Abgedichtete und bei der Herstellung mit Fett gefüllte Wälzlager ermöglichen einfache Umgebungsstrukturen, *Bild 7*. Deck- oder Dichtscheiben werden, je nach Anwendungsfall, als einzige Abdichtung oder zusätzlich zu einer weiteren Vordichtung vorgesehen. Berührende Dichtscheiben erhöhen die Lagertemperatur durch die Dichtungsreibung. Deckscheiben und nicht berührende Dichtscheiben bilden einen Spalt zum Innenring und beeinflussen daher die Reibung nicht.

Beidseitig abgedichtete Rillenkugellager sind mit einem Lithiumseifenfett der Konsistenzklasse 2 oder 3 befüllt, wobei das weichere Fett für kleine Lager verwendet wird.

Die eingebrachte Fettmenge füllt ca. 90% des ungestörten freien Lagervolumens aus, *Bild 7*. Sie ist so festgelegt, dass bei normalen Betriebs- und Umweltbedingungen eine hohe Gebrauchsdauer erreicht wird. Das Fett verteilt sich während einer kurzen Einlaufphase und setzt sich zum großen Teil im ungestörten Teil des freien Lagerraumes ab, also an den Innenseiten der Scheiben. Danach ist keine nennenswerte Umlaufteilnahme mehr festzustellen, und das Lager läuft reibungsarm. Nach Beendigung der Einlaufphase beträgt die Reibung nur noch 30% bis 50% der Startreibung.

- ① Ausführung mit Deckscheiben
- ② Ausführung mit nicht berührenden Dichtscheiben
- ③ Ausführung mit berührenden Dichtscheiben

*Bild 7*  
Abgedichtete Lager

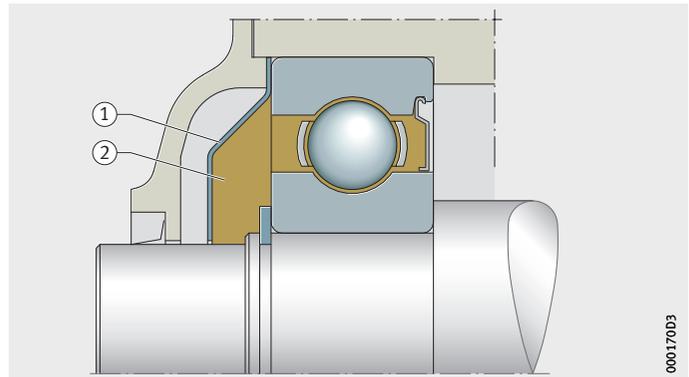


### Einseitig abgedichtete Lager mit Stauscheibe

Das Rillenkugellager ist auf der einen Seite abgedichtet, auf der anderen Seite ist eine Stauscheibe mit Fettdepot angeordnet, *Bild 8*. Das Lager verfügt somit über eine größere Fettmenge in Lagernähe, jedoch nicht im Lager selbst. Bei hoher Temperatur gibt das Fettdepot intensiv und langfristig Öl an das Rillenkugellager ab. Dadurch werden längere Laufzeiten erzielt, ohne dass zusätzliche Schmierstoffreibung auftritt. Geeignete Fette empfiehlt der Schaeffler-Ingenieurdienst auf Anfrage.

- ① Stauscheibe
- ② Fettdepot

*Bild 8*  
Einseitig abgedichtetes Lager mit Stauscheibe



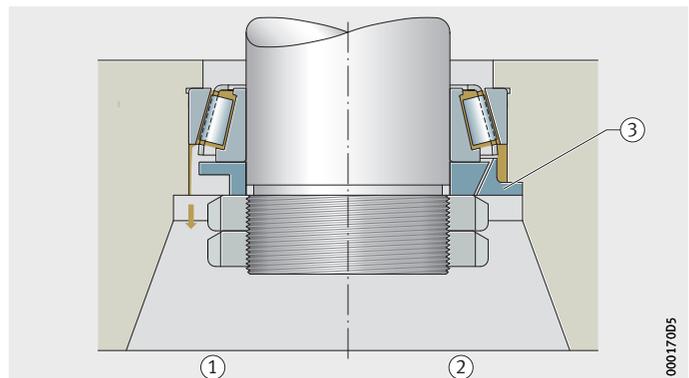
### Senkrecht angeordnete Lager mit Stauscheibe

Bei Lagern mit Förderwirkung oder bei Lagerungen mit senkrechter Welle bewirkt eine Stauscheibe, dass das Fett nicht oder nicht so rasch aus dem Lager austritt, *Bild 9*. Besonders bei Lagerbauarten, die höhere Gleitanteile und eine ausgeprägte Förderwirkung haben (zum Beispiel Kegelrollenlager), ist bei höheren Umfangsgeschwindigkeiten eine vorgeschaltete Stauscheibe vorteilhaft, wenn auch nicht immer ausreichend.

Eine weitere Maßnahme, die Fettversorgung zu sichern, sind kurze Nachschmierintervalle.

- ① Falsch
- ② Richtig
- ③ Stauscheibe

*Bild 9*  
Lager mit senkrechter Anordnung und Stauscheibe



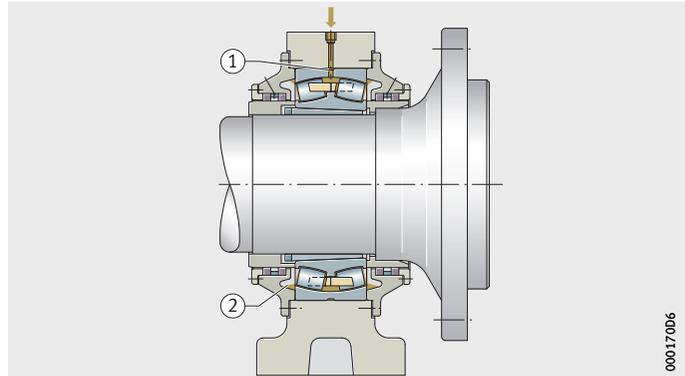
## Wälzlagerfette Arcanol

Schmierbohrung im Außenring

Über eine Schmiernut und mehrere Schmierbohrungen im Lageraußenring wird Fett in das Lagerinnere gepresst, *Bild 10*. Durch die unmittelbare und symmetrische Zuführung des Fettes wird eine gleichmäßige Versorgung der beiden Rollenreihen erreicht. Für die Aufnahme des Altfettes sind auf beiden Seiten ausreichend große Räume oder Öffnungen für den Fettaustritt vorzusehen.

- ① Schmiernut mit Schmierbohrungen
- ② Raum zur Fettaufnahme

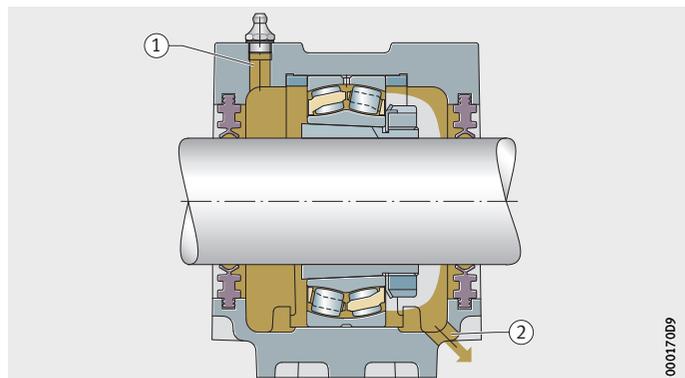
*Bild 10*  
Nachschmierung über  
Schmierbohrung im Außenring  
Pendelrollenlager



Das Pendelrollenlager wird von der Seite aus nachgeschmiert, *Bild 11*. Auf der Gegenseite soll beim Nachschmieren Fett austreten. Dabei kann ein Fettstau auftreten, wenn häufig große Mengen nachgeschmiert werden und gegen den Austritt Widerstand geboten wird. Abhilfe bringt eine Fettaustrittsbohrung oder ein Fettventil. Während der Anlaufphase kommt es infolge der Fettbewegung zu einer Temperatursteigerung (rund 20 K bis 30 K über der Beharrungstemperatur), die eine oder mehrere Stunden andauern kann. Starken Einfluss auf den Temperaturverlauf haben Fettart und -konsistenz.

- ① Schmiernut
- ① Fettaustrittsbohrung

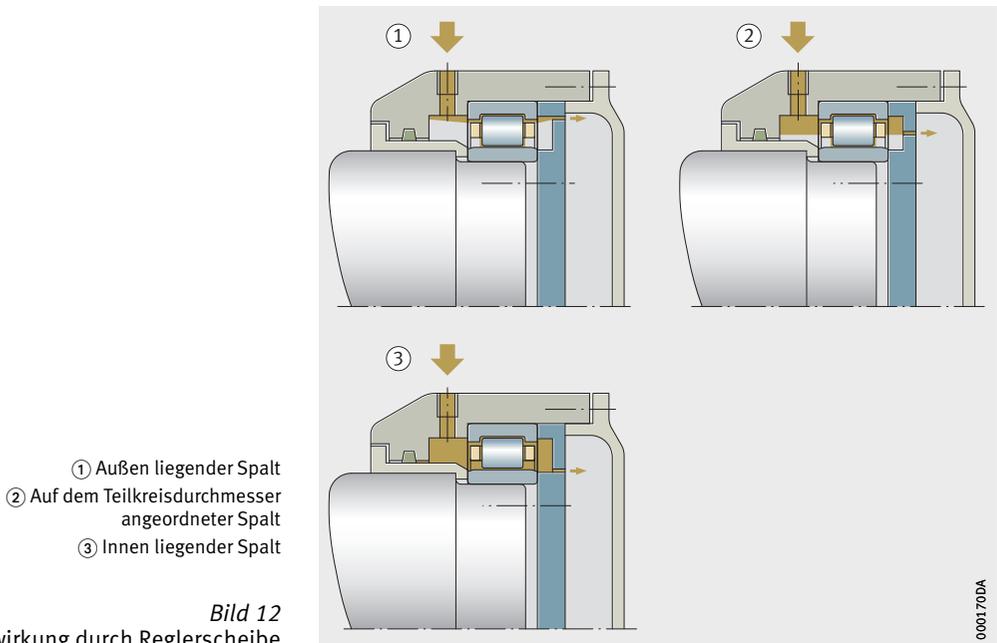
*Bild 11*  
Nachschmierung  
eines Pendelrollenlagers



## Fettmengenregler

Ein Fettmengenregler fördert überschüssiges Fett über einen schmalen Spalt zwischen Gehäuse und einer mit der Welle umlaufenden Reglerscheibe nach außen, *Bild 12*. Bei größeren Nachschmierintervallen, höheren Umfangsgeschwindigkeiten und Verwendung eines gut förderbaren Fettes besteht die Gefahr, dass nur wenig Fett auf der Seite der Reglerscheibe im Lager bleibt. Abhilfe kann dadurch geschaffen werden, dass der Spalt zwischen der umlaufenden Reglerscheibe und dem stillstehenden äußeren Teil zur Welle hin verlagert wird.

Bei einem normalen Fettmengenregler mit außen liegendem Spalt ergibt sich eine starke Förderwirkung. Eine mäßige Förderwirkung wird erzielt, wenn der Spalt etwa auf dem Teilkreisdurchmesser des Lagers angeordnet ist. Bei innen liegendem Spalt wird praktisch keine Förderwirkung mehr erzielt, die Scheibe wirkt als Stauscheibe und hält das Fett am Lager.

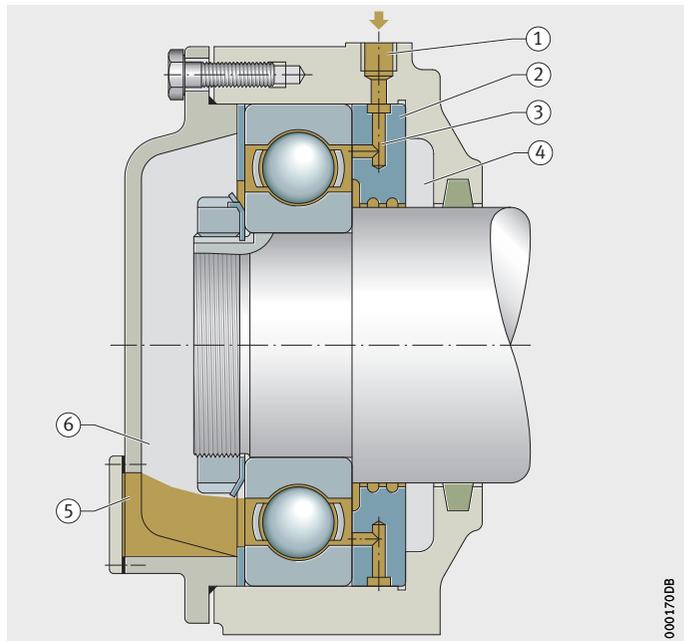


# Wälzlagerfette Arcanol

## Gezielte seitliche Nachschmierung

Eine Scheibe mit Bohrungen ermöglicht eine gezielte Schmierung von einer Seite, *Bild 13*. Bei der Nachschmierung gelangt das Fett über die Bohrung in der Scheibe unmittelbar in den Ringspalt zwischen Käfig und Außenring. Das bei der Nachschmierung verdrängte Fett sammelt sich im Freiraum, der von Zeit zu Zeit über eine Öffnung entleert werden muss. Die Kammer auf der rechten Lagerseite wird bei der Montage mit Fett gefüllt. Sie soll die Abdichtung verbessern. Bei der Nachschmierung im Stillstand wird ein guter Austausch von Alt- gegen Neufett erreicht, wenn die Bohrungen so über dem Umfang der Scheibe angeordnet sind, dass das Fett gleichmäßig über den Umfang zum Lager gelangt. Die Bohrungen, die im Bereich der Einfüllbohrung liegen, müssen daher weiter voneinander entfernt sein als die diametral liegenden Bohrungen. So wird ein gleichmäßiger Strömungswiderstand erreicht und das nachgeschmierte Fett schiebt das Altfett gleichmäßig aus dem Lager. Große Nachschmiermengen begünstigen den Austausch von Alt- gegen Neufett.

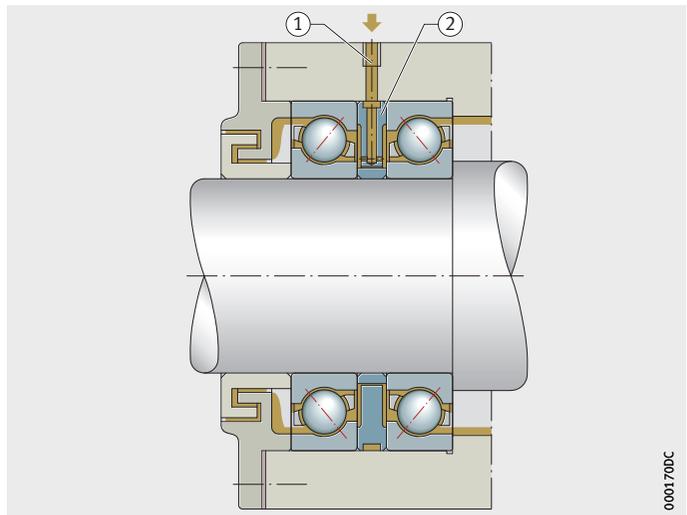
- ① Einfüllbohrung
- ② Scheibe
- ③ Bohrung
- ④ Kammer
- ⑤ Öffnung
- ⑥ Freiraum



*Bild 13*  
Gezielte seitliche Nachschmierung

## Lagerpaare

Das Schrägkugellagerpaar wird mit frischem Fett durch Schmierbohrungen versorgt. Diese befinden sich in der Scheibe, die zwischen den Lagern angebracht ist, *Bild 14*. Ein Fettstau wird dadurch vermieden, dass das Fett am kleineren Durchmesser zugeführt wird. Die Zentrifugalkraft fördert es zum größeren Durchmesser nach außen. Diese Wirkung tritt nur bei Lagern mit asymmetrischem Querschnitt auf, also bei Schrägkugellagern und Kegelrollenlagern. Wird ein Lagerpaar mit symmetrischem Querschnitt von der Mitte aus geschmiert, sollte neben jedem einzelnen Lager eine Reglerscheibe oder Austrittsöffnung angeordnet werden. Wichtig ist, dass der Austrittswiderstand an jeder Stelle etwa gleich groß ist. Ist das nicht der Fall, entsteht eine Fettführung vorzugsweise zur Seite des geringeren Austrittswiderstands. Der gegenüberliegenden Seite droht dann eine Unterversorgung mit Schmierstoff.



- ① Schmierbohrung
- ② Scheibe

*Bild 14*  
Schmierung eines Lagerpaares  
durch die Mitte

## Zusammenfassung

Die Beispiele zeigen, dass eine zweckmäßige Fettführung meist aufwendig ist. Diesen Aufwand geht man vorzugsweise bei teuren Maschinen oder schwierigen Betriebsverhältnissen wie hoher Drehzahl, Belastung oder Temperatur ein. In diesen Fällen müssen der Austausch des verbrauchten Fettes gewährleistet und eine Überschmierung ausgeschlossen sein.

Im normalen Anwendungsfall ist ein solcher Aufwand nicht nötig. Dies zeigen betriebssichere Lager mit seitlichem Fettpolster. Diese Fettpolster zu beiden Lagerseiten geben allmählich Öl zur Schmierung der Kontaktflächen ab und bieten einen zusätzlichen Schutz vor einer Verunreinigung des Lagerinneren. Generell gilt, dass die Nachschmierung von Lagern auch eine Fehlerquelle darstellt. So kann zum Beispiel Schmutz von außen über die Nachschmierung ins Lager gelangen. Eine Lebensdauerschmierung ist immer der Nachschmierung vorzuziehen.

# Wälzlagerfette Arcanol

## Lagerung von Schmierstoffen

Arcanol-Schmierfette sind bis zu 36 Monate ab Abfülldatum lagerfähig.

Folgende Lagerbedingungen sind dabei einzuhalten:

- Umschlossener Raum
- Temperatur zwischen 0 °C und +40 °C
- Relative Luftfeuchtigkeit kleiner als 65%
- Lagerung in verschlossenen Originalgebinden.

Nur unter diesen Voraussetzungen können die Schmierfette bis zum Ende der Drei-Jahres-Frist ohne Leistungseinbuße in den Lagern verwendet werden.

## Entsorgung

Um Umweltverschmutzungen zu vermeiden, sind beim Entsorgen des Schmierstoffes die Bestimmungen des jeweiligen Einsatzlandes einzuhalten.

Alle verwendeten Materialien (Kunststoff, Metall) müssen getrennt dem Recycling zugeführt werden.

Fettgetränkte Materialien müssen umweltgerecht entsorgt werden.

Die leeren Schmierstoffgebinde enthalten Restmengen an Schmierstoff und müssen wie fettgetränkte Abfälle entsorgt werden.

## Weitere Informationen

- TPI 176, Schmierung von Wälzlagern.



# Wälzlagerfette Arcanol

**Universalfette** Mehrzweckfette sind Fette mit einem großen Einsatzbereich.

**Arcanol MULTITOP** Das Wälzlagerfett Arcanol MULTITOP ist ein Mehrzweckfett für anspruchsvolle Anwendungen mit großem Temperaturbereich. Das Spezial-Basisölgemisch aus einem Mineralöl und einem synthetischem Öl trägt zusammen mit dem EP-Additiven zur hohen Leistungsfähigkeit bei. Es besitzt bei tiefen Temperaturen ( $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ein geringes Startmoment, gewährt eine schnelle und sichere Ölabgabe und ist geeignet für Anwendungen mit Vibrationen und Schocklasten. Es eignet sich auch bei Lagern mit höheren Drehzahlen sowie für eine Dauergrenztemperatur von  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Typische Anwendungsbereiche sind:

- Kraftfahrzeuge
- Walzwerke
- Baumaschinen
- Spinn- und Schleifspindeln.

Einsatzkriterien:

- Universelle Anwendung
- Mäßige bis hohe Belastung
- Tiefe Anlauftemperaturen
- In einem weiten Temperaturbereich möglich
- In einem sehr weiten Drehzahlbereich möglich
- Gute Nachschmierung.



*Bild 15*  
Anwendungsbereiche

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	800 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	350 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Lithiumseife	–	
Grundöltyp	teilsynthetisches Öl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	82	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	12,5	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+80	°C	
Einsatztemperaturbereich	–50 bis +140	°C	
Dichte	0,87	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	2	–	

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	019143990-0000-10	ARCANOL-MULTITOP-250G#K
400-g-Kartusche	019144016-0000-11	ARCANOL-MULTITOP-400G#K
1-kg-Dose	038652161-0000-12	ARCANOL-MULTITOP-1KG#K
5-kg-Eimer	038652170-0000-10	ARCANOL-MULTITOP-5KG#K
12,5-kg-Eimer	069455490-0000-10	ARCANOL-MULTITOP-12,5KG#S
25-kg-Hobbock	019144008-0000-10	ARCANOL-MULTITOP-25KG#K
50-kg-Hobbock	–	–
180-kg-Fass	019143974-0000-10	ARCANOL-MULTITOP-180KG#K

# Wälzlagerfette Arcanol

**Arcanol MULTI2** Das Arcanol MULTI2 ist ein Mehrzweckfett für Kugellager bis 62 mm Außendurchmesser. Es ist ein spezielles Fett für geräuscharme Lagerungen, hat eine gute Eignung bei tiefen Temperaturen und ist geeignet für Wälzlager mit höheren Lasten und angehobenem Drehzahlbereich.

Einsatzkriterien:

- Mäßige bis hohe Belastung
- Tiefe Anlauftemperaturen
- In einem weiten Temperaturbereich möglich
- In einem weiten Drehzahlbereich möglich
- Gute Nachschmierung.



*Bild 16*  
Anwendungsbereiche

## Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	500 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	250 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

## Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Lithiumseife	–	
Grundöltyp	Mineralöl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	110	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	11	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+75	°C	
Einsatztemperaturbereich	–30 bis +120	°C	
Dichte	0,95	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	2	–	

## Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	019003471-0000-11	ARCANOL-MULTI2-250G#K
400-g-Kartusche	019143893-0000-11	ARCANOL-MULTI2-400G#K
1-kg-Dose	038652129-0000-10	ARCANOL-MULTI2-1KG#K
5-kg-Eimer	019143907-0000-10	ARCANOL-MULTI2-5KG#K
12,5-kg-Eimer	069455570-0000-10	ARCANOL-MULTI2-12,5KG#S
25-kg-Hobbock	019143885-0000-10	ARCANOL-MULTI2-25KG#K
50-kg-Hobbock	–	–
180-kg-Fass	019143850-0000-10	ARCANOL-MULTI2-180KG#K

# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol MULTI3

Das Arcanol MULTI3 ist ein Mehrzweckfett für Kugellager größer als 62 mm Außendurchmesser. Es ist geeignet für Lager mit höheren Lasten, angehobenem Drehzahlbereich und bei Lagerungen mit senkrechter Welle. Es findet Anwendung in großen Elektromotoren und Generatoren, Land- und Baumaschinen, Lüftern, Lkw-Radsatzlagern.

Einsatzkriterien:

- Mäßige bis hohe Belastung
- Tiefe Anlauftemperaturen
- In einem weiten Temperaturbereich möglich.



*Bild 17*  
Anwendungsbereiche

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	500 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	250 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Lithiumseife	–	
Grundöltyp	Mineralöl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	110	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	10	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+75	°C	
Einsatztemperaturbereich	–30 bis +120	°C	
Dichte	0,95	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	3	–	

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	019143940-0000-10	ARCANOL-MULTI3-250G#K
400-g-Kartusche	016727355-0000-11	ARCANOL-MULTI3-400G#K
1-kg-Dose	038684187-0000-11	ARCANOL-MULTI3-1KG#S
5-kg-Eimer	038652137-0000-11	ARCANOL-MULTI3-5KG#K
12,5-kg-Eimer	069455643-0000-10	ARCANOL-MULTI3-12,5KG#S
25-kg-Hobbock	038652153-0000-10	ARCANOL-MULTI3-25KG#K
50-kg-Hobbock	–	–
180-kg-Fass	019143915-0000-10	ARCANOL-MULTI3-180KG#K

# Wälzlagerfette Arcanol

## Schwerlastfette

Schwerlastfette sind Fette, bei denen besonders hohe Anforderungen an die Lasttragfähigkeit gestellt werden.

### Arcanol LOAD150

Das Arcanol LOAD150 ist ein Schwerlastfett für alle Anwendungen mit Linienkontakten. Es ist das Standardfett für Linearführungen in Werkzeugmaschinen und besonders geeignet für Kurzhubbewegungen. Es findet Verwendung als Radsatzlagerfett für Kegelrollenlager in Nutzfahrzeugen, Landmaschinen und Baumaschinen bei erhöhten Temperaturen sowie für Zylinderrollenlager in großen Elektromotoren und Generatoren. Spezielle Hochdruckadditive sorgen für eine sehr gute Lasttragfähigkeit.

Einsatzkriterien:

- Höhere Temperaturen
- Insbesondere für Linienkontakt geeignet.



*Bild 18*  
Anwendungsbereiche

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	500 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	200 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Lithiumkomplexseife	–	
Grundöltyp	Mineralöl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	160	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	15,5	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+95	°C	
Einsatztemperaturbereich	–20 bis +140	°C	
Dichte	0,9	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	2	–	

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	–	–
400-g-Kartusche	055358152-0000-10	ARCANOL-LOAD150-400G#S
1-kg-Dose	055359159-0000-10	ARCANOL-LOAD150-1KG#S
5-kg-Eimer	–	–
12,5-kg-Eimer	069455686-0000-10	ARCANOL-LOAD150-12,5KG#S
25-kg-Hobbock	–	–
50-kg-Hobbock	059810025-0000-10	ARCANOL-LOAD150-50KG#S
180-kg-Fass	094709084-0000-10	ARCANOL-LOAD180-180KG#S

# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol LOAD220

Das Arcanol LOAD220 ist ein Schwerlastfett für Walzwerksanlagen, Papiermaschinen und Schienenfahrzeuge. Es ist sehr gut bei hohen Lasten und niedrigen Drehzahlen, bietet dank sehr guter EP-Additive eine Absicherung der Lagerung bei Stoßlasten, eine gute Unterstützung bei der Lagerabdichtung, gute Wasserbeständigkeit und einen guten Korrosionsschutz.

Einsatzkriterien:

- Universelle Anwendung
- Mäßige bis hohe Belastung
- In einem weiten Temperaturbereich möglich.



*Bild 19*  
Anwendungsbereiche

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	500 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	300 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Lithium-Calciumseife	–	
Grundöltyp	Mineralöl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	245	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	20	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+80	°C	
Einsatztemperaturbereich	–30 bis +140	°C	
Dichte	0,9	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	2	–	

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	–	–
400-g-Kartusche	064741028-0000-10	ARCANOL-LOAD220-400G#S
1-kg-Dose	038652099-0000-10	ARCANOL-LOAD220-1KG#K
5-kg-Eimer	–	–
12,5-kg-Eimer	069455724-0000-10	ARCANOL-LOAD220-12,5KG#S
25-kg-Hobbock	019143761-0000-10	ARCANOL-LOAD220-25KG#K
50-kg-Hobbock	–	–
180-kg-Fass	019143745-0000-10	ARCANOL-LOAD220-180KG#K

# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol LOAD400

Das Arcanol LOAD400 ist ein Schwerlastfett für Hauptlager in Windkraftanlagen, Bergbaumaschinen und Baumaschinen. Es ist geeignet für hohe Belastungen mit zusätzlichen Vibrationen und Schocklasten, bietet sehr guten Schutz gegen False Brinelling, eine geringe Anlaufreibung bei niedrigen Temperaturen und ist geeignet für senkrechte Wellen.

Einsatzkriterien:

- Universelle Anwendung
- Mäßige bis hohe Belastung
- Hohe dynamische Zusatzbeanspruchung
- Niedrige Anlauftemperaturen
- Geringe Anlaufreibung über einen weiten Drehzahlbereich
- Auch für Lagerungen mit senkrechter Wellenlage.



*Bild 20*  
Anwendungsbereiche

## Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	400 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	200 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

## Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Lithium-Calciumseife	–	
Grundöltyp	Mineralöl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	400	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	27	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+80	°C	
Einsatztemperaturbereich	–40 bis +130	°C	
Dichte	0,9	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	2	–	

## Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	–	–
400-g-Kartusche	019143818-0000-11	ARCANOL-LOAD400-400G#K
1-kg-Dose	038652102-0000-10	ARCANOL-LOAD400-1KG#K
5-kg-Eimer	019143834-0000-10	ARCANOL-LOAD400-5KG#K
12,5-kg-Eimer	069455740-0000-10	ARCANOL-LOAD400-12,5KG#S
25-kg-Hobbock	019143800-0000-10	ARCANOL-LOAD400-25KG#K
50-kg-Hobbock	019143826-0000-10	ARCANOL-LOAD400-50KG#K
180-kg-Fass	019143788-0000-10	ARCANOL-LOAD400-180KG#K

# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol LOAD460

Das Arcanol LOAD460 ist ein Schwerlastfett für große Wälzlager. Es ist besonders geeignet für Hauptlager in Windkraftanlagen unter Cold Climate Conditions und für Lager mit Bolzenkäfig wie zum Beispiel in Bergbaumaschinen und Baumaschinen. Es bietet sehr guten Schutz gegen False Brinelling, sehr geringe Anlaufreibung bei niedrigen Temperaturen, gute Wasserbeständigkeit und einen guten Korrosionsschutz.

Einsatzkriterien:

- Größere Lager
- Hohe Belastungen
- Tiefe Anlauftemperaturen
- In einem weiten Temperaturbereich möglich
- Erschütterungen im Stillstand
- Vibrationen im Betrieb.



*Bild 21*  
Anwendungsbereiche

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	400 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	200 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Lithium-Calciumseife	–	
Grundöltyp	Mineralöl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	400	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	25,8	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+80	°C	
Einsatztemperaturbereich	–40 bis +130	°C	
Dichte	0,93	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	1	–	

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	–	–
400-g-Kartusche	065825144-0000-10	ARCANOL-LOAD460-400G#S
1-kg-Dose	065825390-0000-10	ARCANOL-LOAD460-1KG#S
5-kg-Eimer	065826825-0000-10	ARCANOL-LOAD460-5KG#S
12,5-kg-Eimer	069455864-0000-10	ARCANOL-LOAD460-12,5KG#S
25-kg-Hobbock	065827066-0000-10	ARCANOL-LOAD460-25KG#S
50-kg-Hobbock	065827120-0000-10	ARCANOL-LOAD460-50KG#S
180-kg-Fass	065827180-0000-10	ARCANOL-LOAD460-180KG#S

# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol LOAD1000

Das Arcanol LOAD1000 ist ein Schwerlastfett für große Wälzlager mit sehr hohen Lasten, geringen Drehzahlen und starken Vibrationen in Bergwerksmaschinen, Baumaschinen und in der Zementindustrie. Es besitzt eine hohe Grundölviskosität für einen guten Schutz des Wälzlagers unter Mischreibung, bietet eine gute Unterstützung bei der Lagerabdichtung, eine gute Wasserbeständigkeit und einen guten Korrosionsschutz.

Einsatzkriterien:

- Sehr hohe Belastung
- Stöße
- In einem weiten Temperaturbereich möglich
- Niedrige bis mäßige Drehzahlen.



*Bild 22*  
Anwendungsbereiche

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	300 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	200 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Verdickertyp	Lithium-Calciumseife	–
Grundöltyp	Mineralöl	–
Grundölviskosität bei	+40 °C	1000
	+100 °C	38
Dauergrenztemperatur	+80	°C
Einsatztemperaturbereich	–20 bis +130	°C
Dichte	0,93	kg/dm <sup>3</sup>
NLGI-Klasse	2	–

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	–	–
400-g-Kartusche	–	–
1-kg-Dose	–	–
5-kg-Eimer	019003463-0000-10	ARCANOL-LOAD1000-5KG#K
12,5-kg-Eimer	–	–
25-kg-Hobbock	019143729-0000-10	ARCANOL-LOAD1000-25KG#K
50-kg-Hobbock	066624860-0000-10	ARCANOL-LOAD1000-50KG#S
180-kg-Fass	019143710-0000-10	ARCANOL-LOAD1000-180KG#K

# Wälzlagerfette Arcanol

## Hochtemperaturfette

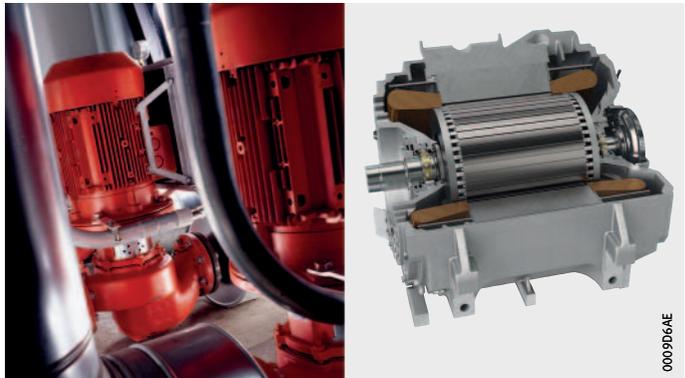
Hochtemperaturfette sind Fette, die hohen Einsatztemperaturen widerstehen müssen.

### Arcanol TEMP90

Das Arcanol TEMP90 ist ein Hochtemperaturfett für Anwendungen mit einer Dauergrenztemperatur bis +90 °C. Es ist geeignet für Wälzlager in Kupplungen, Elektromotoren, Fahrmotoren, Generatoren und Kraftfahrzeugen. Es besitzt sehr gute Tieftemperatureigenschaften sowie eine sehr gute Stabilität bei Anwendungen mit senkrechter Welle bei hohen Temperaturen.

Einsatzkriterien:

- Universelle Anwendung
- Mäßige bis hohe Belastung
- Tiefe Außentemperaturen
- In einem weiten Temperaturbereich möglich.



*Bild 23*  
Anwendungsbereiche

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	700 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	250 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Polyharnstoff	–	
Grundöltyp	Mineralöl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	148	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	15,5	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+90	°C	
Einsatztemperaturbereich	–40 bis +160	°C	
Dichte	0,9	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	3	–	

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	–	–
400-g-Kartusche	019144172-0000-10	ARCANOL-TEMP90-400G#K
1-kg-Dose	038652188-0000-10	ARCANOL-TEMP90-1KG#K
5-kg-Eimer	038652196-0000-10	ARCANOL-TEMP90-5KG#K
12,5-kg-Eimer	–	–
18-kg-Eimer	097965677-0000-10	ARCANOL-TEMP90-18KG#K
25-kg-Hobbock	019144164-0000-10	ARCANOL-TEMP90-25KG#K
50-kg-Hobbock	–	–
180-kg-Fass	019144148-0000-10	ARCANOL-TEMP90-180KG#K

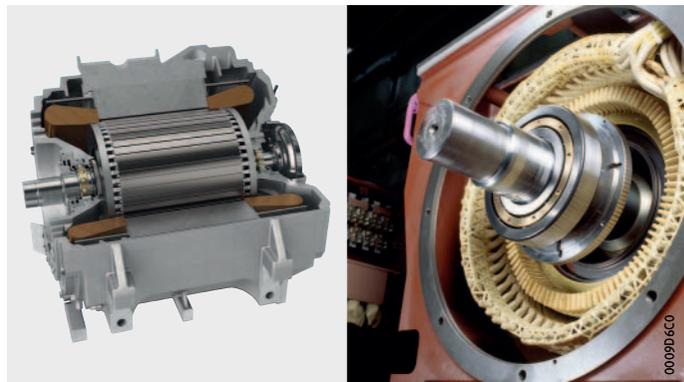
# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol TEMP110

Das Arcanol TEMP110 ist ein Hochtemperaturfett für Anwendungen mit einer Dauergrenztemperatur bis +110 °C. Es ist geeignet für thermisch und mechanisch hochbelastete Wälzlager in Elektromotoren, Fahrmotoren, Generatoren und Kraftfahrzeugen. Es besitzt sehr gute Anlaufeigenschaften bei tiefen Temperaturen und lange Nachschmierintervalle durch teilsynthetisches Grundöl.

Einsatzkriterien:

- Universelle Anwendung
- Mäßige bis hohe Belastung
- Tiefe Anlauftemperaturen
- In einem weiten Temperaturbereich möglich
- In einem weiten Drehzahlbereich möglich.



*Bild 24*  
Anwendungsbereiche

## Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	500 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	250 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

## Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Lithiumkomplexseife	–	
Grundöltyp	teilsynthetisches Öl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	130	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	14	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+110	°C	
Einsatztemperaturbereich	–35 bis +160	°C	
Dichte	0,9	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	2	–	

## Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	–	–
400-g-Kartusche	019144075-0000-10	ARCANOL-TEMP110-400G#K
1-kg-Dose	019144067-0000-10	ARCANOL-TEMP110-1KG#K
5-kg-Eimer	–	–
12,5-kg-Eimer	–	–
25-kg-Hobbock	–	–
50-kg-Hobbock	038705478-0000-10	ARCANOL-TEMP110-50KG#K
180-kg-Fass	–	–

# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol TEMP120

Das Arcanol TEMP120 ist ein Hochtemperaturfett für Anwendungen mit einer Dauergrenztemperatur bis +120 °C. Es ist geeignet für Hochtemperaturanwendungen unter hohen Lasten in Stranggießanlagen in der Stahlindustrie und für fettgeschmierte Wälzlager in den Trockenpartien von Papiermaschinen. Es besitzt eine sehr gute Wasserbeständigkeit und bietet einen sehr guten Korrosionsschutz.

Einsatzkriterien:

- Universelle Anwendung
- Mäßige bis hohe Belastung
- Tiefe Anlauftemperaturen
- In einem weiten Temperaturbereich möglich
- Hohe Temperaturen.

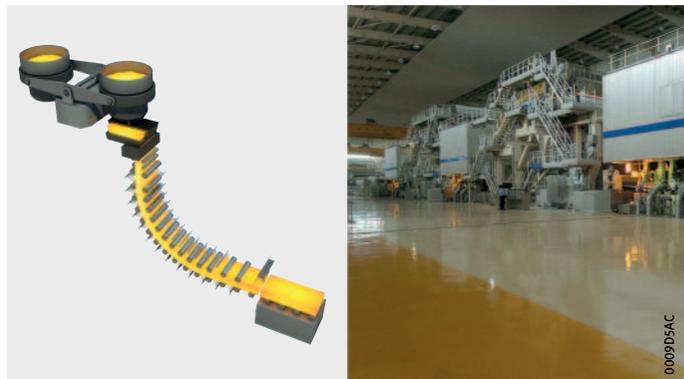


Bild 25  
Anwendungsbereiche

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	300 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	150 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Polyharnstoff	–	
Grundöltyp	synthetisches Öl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	400	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	40	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+120	°C	
Einsatztemperaturbereich	–30 bis +180	°C	
Dichte	0,93	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	2	–	

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	–	–
400-g-Kartusche	089855167-0000-10	ARCANOL-TEMP120-400G#S10
1-kg-Dose	038652200-0000-10	ARCANOL-TEMP120-1KG#K
5-kg-Eimer	019144113-0000-10	ARCANOL-TEMP120-5KG#K
12,5-kg-Eimer	–	–
25-kg-Hobbock	019144105-0000-10	ARCANOL-TEMP120-25KG#K
50-kg-Hobbock	–	–
180-kg-Fass	–	–

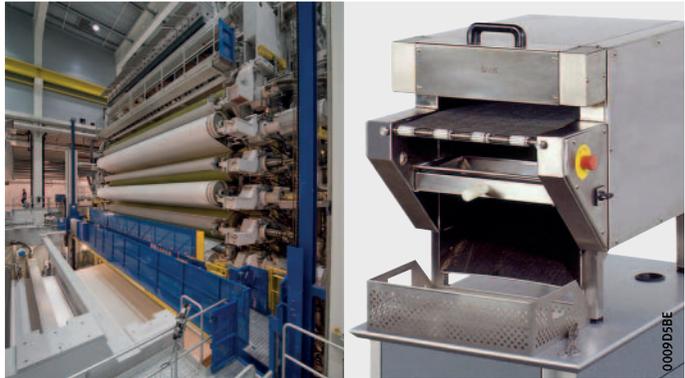
# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol TEMP200

Das Arcanol TEMP200 ist ein Hochtemperaturfett für Anwendungen mit einer Dauergrenztemperatur bis +200 °C. Es ist geeignet für Wälzlager in Laufrollen für Backautomaten, Ofenwagen, Kolbenbolzen in Kompressoren sowie in chemischen Anlagen mit höchsten Anforderungen an Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit.

Einsatzkriterien:

- Hohe Temperaturen
- Chemisch aggressive Umgebung.



*Bild 26*  
Anwendungsbereiche

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	300 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	200 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	PTFE	–	
Grundöltyp	Alkoxyfluoröl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	550	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	49	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+200	°C	
Einsatztemperaturbereich	–30 bis +260	°C	
Dichte	1,9	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	2	–	

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
70-g-Tube	038652218-0000-10	ARCANOL-TEMP200-70G#K
400-g-Kartusche	–	–
1-kg-Dose	019144121-0000-10	ARCANOL-TEMP200-1KG#K
5-kg-Eimer	–	–
12,5-kg-Eimer	–	–
25-kg-Hobbock	–	–
50-kg-Hobbock	–	–
180-kg-Fass	–	–

# Wälzlagerfette Arcanol

**Spezialfette** Spezialfette sind für bestimmte Anwendungsfelder ausgesucht.

**Arcanol SPEED2,6** Das Arcanol SPEED2,6 ist ein Wälzlagerfett für Hochgeschwindigkeitsanwendungen bei hohen Drehzahlen und geringen Lasten. Es ist geeignet für Lagerungen in Werkzeugmaschinen, hier speziell Spindellager, Rundtischlager und Instrumentenlager. Es besitzt eine gute Ortsbeständigkeit auch bei Anwendungen mit senkrechter Welle.

Typische Anwendungsbereiche sind:

- Werkzeugmaschinen
- Instrumente.

Einsatzkriterien:

- Tiefe Temperaturen
- Hohe Drehzahlen
- Insbesondere für Spindellager geeignet.



*Bild 27*  
Anwendungsbereiche

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	2 000 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	200 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Verdickertyp	Lithiumkomplekseife	–
Grundöltyp	synthetisches Öl	–
Grundölviskosität bei	+40 °C	25
	+100 °C	6
Dauergrenztemperatur	+80	°C
Einsatztemperaturbereich	–40 bis +120	°C
Dichte	0,94	kg/dm <sup>3</sup>
NLGI-Klasse	2/3	–

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	019144040-0000-10	ARCANOL-SPEED2,6-250G#K
400-g-Kartusche	062447610-0000-10	ARCANOL-SPEED2,6-400G#S
1-kg-Dose	019144032-0000-10	ARCANOL-SPEED2,6-1KG#K
5-kg-Eimer	–	–
12,5-kg-Eimer	–	–
25-kg-Hobbock	019144059-0000-10	ARCANOL-SPEED2,6-25KG#K
50-kg-Hobbock	–	–
180-kg-Fass	–	–

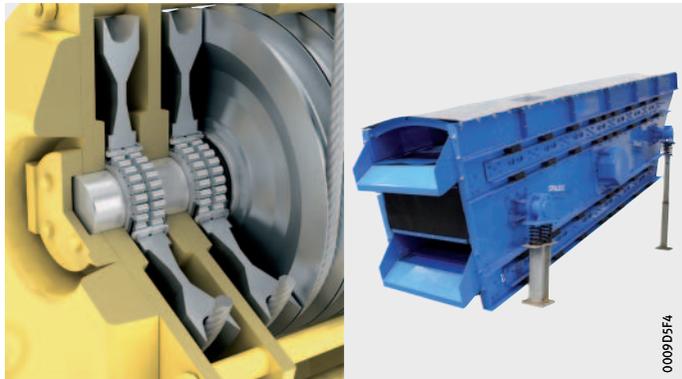
# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol Vib3

Das Arcanol Vib3 ist ein Wälzlagerfett für Anwendungen mit starken Vibrationen oder oszillierenden Bewegungen. Es eignet sich für Rotorblattverstellungen in Windkraftanlagen, Baumaschinen, Brecheranlagen in Steinbrüchen und in der Zementindustrie, Seilscheiben mit drehendem Außenring, Verpackungsmaschinen, Schienenfahrzeugen und Anwendungen mit senkrechter Welle.

Einsatzkriterien:

- Oszillierender Betrieb, insbesondere bei kleinen Schwenkwinkeln oder Vibrationen
- Mäßige bis hohe Belastung
- Niedrige Anlauftemperaturen
- Geringe Anlaufreibung
- Senkrechte Welle und umlaufender Außenring.



*Bild 28*  
Anwendungsbereiche

## Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	350 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	200 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

## Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Lithiumkomplekseife	–	
Grundöltyp	Mineralöl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	170	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	14	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+90	°C	
Einsatztemperaturbereich	–30 bis +150	°C	
Dichte	0,9	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	3	–	

## Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	–	–
400-g-Kartusche	055289568-0000-10	ARCANOL-VIB3-400G#S
1-kg-Dose	038652226-0000-10	ARCANOL-VIB3-1KG#K
5-kg-Eimer	019144210-0000-10	ARCANOL-VIB3-5KG#K
12,5-kg-Eimer	–	–
25-kg-Hobbock	019144202-0000-10	ARCANOL-VIB3-25KG#K
50-kg-Hobbock	055289746-0000-10	ARCANOL-VIB3-50KG#S
180-kg-Fass	–	–

# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol Food2

Das Arcanol FOOD2 ist ein Wälzlagerfett für Wälzlagerungen in der Lebensmittelindustrie. Es ist nach NSF-H1-Registrierung (Reg.-Nr. 150727) Kosher- und Halal-zertifiziert, hat eine sehr gute Wasserbeständigkeit, besitzt einen sehr guten Korrosionsschutz und eine sehr gute Beständigkeit gegen Reinigungskemikalien.

Typische Anwendungsbereiche sind:

- Anwendungen mit Lebensmittelkontakt
- H1 nach USDA
- Lagerstellen mit NSF-H1-Anforderung (Lebensmittelkontakt).

Einsatzkriterien:

- Universelle Anwendung
- Gute Nachschmierung.



Bild 29  
Anwendungsbereiche



- ① Kosher
- ② Halal
- ③ National Sanitation Foundation (NSF)

Bild 30  
Zertifizierungen

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	400 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	200 000

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Aluminiumkomplexseife	–	
Grundöltyp	synthetisches Öl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	150	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	18	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+70	°C	
Einsatztemperaturbereich	–30 bis +120	°C	
Dichte	0,9	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	2	–	

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	–	–
400-g-Kartusche	019143648-0000-10	ARCANOL-FOOD2-400G#K
1-kg-Dose	019143621-0000-10	ARCANOL-FOOD2-1KG#K
5-kg-Eimer	–	–
12,5-kg-Eimer	070903069-0000-10	ARCANOL-FOOD2-12,5KG#S
25-kg-Hobbock	019143630-0000-10	ARCANOL-FOOD2-25KG#K
50-kg-Hobbock	–	–
180-kg-Fass	–	–

# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol CLEAN-M

Das Arcanol CLEAN-M ist ein Spezialfett für Reinraumanwendungen in der Halbleiterfertigung und bei der Herstellung von Flachbildschirmen. Es ist geeignet für die Anwendung in Linearachsen und Wälzlagern. Es besitzt extrem geringe Partikelemissionen, ist daher für Maschinen in Reinräumen und Räumen mit moderaten Vakuumbedingungen geeignet.

Typische Anwendungsbereiche sind:

- Linearsysteme in der Chipfertigung
- Wälzlager in der pharmazeutischen Industrie.

Einsatzkriterien:

- Reinraumfett
- Strahlungsbeständiges Fett.



*Bild 31*  
Anwendungsbereiche

## Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	850 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	–

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

## Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Polyharnstoff	–	
Grundöltyp	Etheröl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	103	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	12,8	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+90	°C	
Einsatztemperaturbereich	–30 bis +180	°C	
Dichte	0,95	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	2	–	

## Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	069428611-0000-10	ARCANOL-CLEAN-M-250G#S
400-g-Kartusche	069429111-0000-10	ARCANOL-CLEAN-M-400G#S
1-kg-Dose	069429154-0000-10	ARCANOL-CLEAN-M-1KG#S
5-kg-Eimer	–	–
12,5-kg-Eimer	–	–
25-kg-Hobbock	–	–
50-kg-Hobbock	–	–
180-kg-Fass	–	–

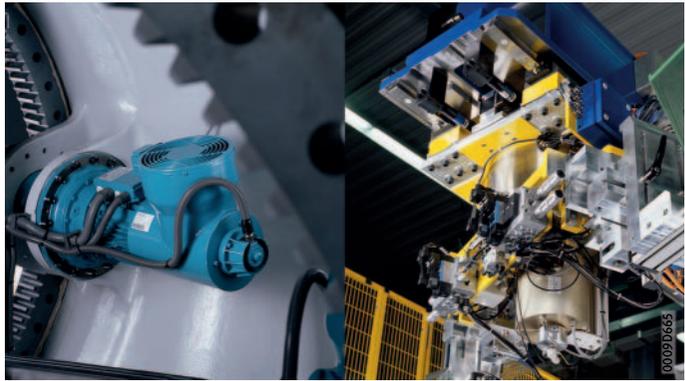
# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol MOTION2

Das Arcanol MOTION2 ist ein Spezialfett für Wälzlager und Linear-systeme mit oszillierendem Betrieb, speziell geeignet für Kurzhub-bewegungen. Es ist geeignet für Wälzlager in Rotorblattverstellungen und für Linearsysteme in Robotern und Montagesystemen mit kurzen Hüben, besonders geeignet bei Stoß-belastungen und bei hohen Vibrationen. Es bietet guten Schutz gegen Passungsrost.

Typische Anwendungsbereiche sind:

- Windkraftanlagen
- Linearsysteme in Kurzhubanwendungen.



*Bild 32*  
Anwendungsbereiche

### Einsatzbereiche

Lagertyp	Drehzahlgrenze $n \cdot d_m$ mm/min
Kugellager	500 000
Zylinderrollenlager	
andere Rollenlager <sup>1)</sup>	–

<sup>1)</sup> Nicht für Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager.

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit	
Verdickertyp	Lithiumseife	–	
Grundöltyp	synthetisches Öl	–	
Grundölviskosität bei	+40 °C	50	mm <sup>2</sup> /s
	+100 °C	8	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+75	°C	
Einsatztemperaturbereich	–40 bis +130	°C	
Dichte	0,91	kg/dm <sup>3</sup>	
NLGI-Klasse	2	–	

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
250-g-Tube	080265928-0000-10	ARCANOL-MOTION2-250G#S10
400-g-Kartusche	080266258-0000-10	ARCANOL-MOTION2-400G#S10
1-kg-Dose	080266339-0000-10	ARCANOL-MOTION2-1KG#S
5-kg-Eimer	080266673-0000-10	ARCANOL-MOTION2-5KG#S
12,5-kg-Eimer	080266754-0000-10	ARCANOL-MOTION2-12,5KG#S
25-kg-Hobbock	080267009-0000-10	ARCANOL-MOTION2-25KG#S
50-kg-Hobbock	080267157-0000-10	ARCANOL-MOTION2-50KG#S
180-kg-Fass	–	–

# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol SEMIFLUID

Das Arcanol SEMIFLUID ist ein Spezial-Fliessfett für Linearsysteme und offene Verzahnungen. Es besitzt eine hervorragende Förderbarkeit und ist daher besonders gut für den Einsatz in automatischen Schmierungssystemen geeignet. Es ist korrosionsbeständig und zeichnet sich durch einen hohen Verschleißschutz aus.

Typische Anwendungsbereiche sind:

- Linearsysteme
- Kugelgewindetriebe
- Offene Verzahnungen
- Roboteranwendungen



Bild 33  
Anwendungsbereiche

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Verdickertyp	Lithium-Komplexseife	–
Grundöltyp	synthetisches Öl	–
Grundölviskosität bei +40 °C	180	mm <sup>2</sup> /s
+100 °C	20	mm <sup>2</sup> /s
Dauergrenztemperatur	+90	°C
Einsatztemperaturbereich	–40 bis +160	°C
Dichte	0,86	kg/dm <sup>3</sup>
NLGI-Klasse	00	–

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
400-g-Kartusche	096322918-0000-10	ARCANOL-SEMIFLUID-380G#N10
180-kg-Fass	–	–

## Arcanol MOUNTINGPASTE2

Die Montage- und Vielweckpaste hat sich vor allem bei der Montage von Wälzlagern bewährt. Sie erleichtert das Aufpressen der Lagerringe, verhindert Stick-Slip-Effekte, Fressriefen, Verschleiß und Passungsrost. Außerdem schützt die Montagepaste gut vor Korrosion. Sie hat eine helle Farbe und schmutzt nicht. Die Montagepaste wird nur hauchdünn aufgetragen, so dass der metallische Glanz matt wird. Die zulässige Einsatztemperatur liegt zwischen  $-30\text{ °C}$  und  $+150\text{ °C}$ . Die Paste ist beständig gegen Wasser, Wasserdampf und viele alkalische und saure Medien.

Typische Anwendungsbereiche sind:

- Montage von Wälzlagern.



Bild 34  
Montage- und Vielweckpasten  
MOUNTINGPASTE2

### Technische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Verdickertyp	Lithium	–
Grundölytyp	PAO Öl	–
Grundölviskosität bei $+40\text{ °C}$	100	$\text{mm}^2/\text{s}$
$+100\text{ °C}$	13,5	$\text{mm}^2/\text{s}$
Dauergrenztemperatur	–	$^{\circ}\text{C}$
Einsatztemperaturbereich	$-30$ bis $+150$	$^{\circ}\text{C}$
Dichte	1,3	$\text{kg}/\text{dm}^3$
NLGI-Klasse	2	–

### Lieferbare Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
70-g-Tube	094099766-0000-10	ARCANOL-MOUNTINGPASTE2-70G#K
250-g-Tube	094099782-0000-10	ARCANOL-MOUNTINGPASTE2-250G#K
400-g-Kartusche	094099790-0000-10	ARCANOL-MOUNTINGPASTE2-400G#K
1-kg-Dose	094099812-0000-10	ARCANOL-MOUNTINGPASTE2-1KG#K

# Wälzlagerfette Arcanol

## Arcanol ANTICORROSIONOIL

Das Korrosionsschutzöl Arcanol ANTICORROSIONOIL eignet sich hervorragend für ausgepackte Wälzlager. Aber auch blanke Metallflächen an Geräten, Maschinen und Maschinenelementen erhalten bei Innenraumlagerung durch Besprühen einen langfristigen Korrosionsschutz. Aus Wälzlagern braucht man das Korrosionsschutzöl in der Regel nicht auszuwaschen, denn es verhält sich zu allen marktüblichen Wälzlagerfetten und -ölen neutral. Mit alkalischen Lösungsmitteln und Neutralreiniger ist es leicht und gut entfernbar.



Bild 35  
Spraydose ANTICORROSIONOIL

### Lieferbares Gebinde

Gebinde	SAP-Nr.	Bezeichnung
0,4-l-Spraydose	019143540-0000-10	ARCANOL-ANTICORROSIONOIL-400G#K

Die 0,4-l-Spraydose ist mit nicht ozonschädigendem Treibmittel CO<sub>2</sub> gefüllt.

# Nachschmiergeräte

## **Merkmale** **Automatische** **Schmierstoffgeber**

Die Lebensdauer von Schmierstoffen ist begrenzt. Sie sind in ihrer Anwendung fortwährend mechanischen Belastungen, Alterung und Verunreinigung ausgesetzt. Aus diesem Grund ist es notwendig, in definierten Zeitabständen frischen Schmierstoff zuzuführen und dadurch eine ausreichende Schmierung sicherzustellen. Dies trägt zur Vermeidung von Folgeschäden bei und reduziert das Risiko eines Ausfalls der Anwendung.

Mit den automatischen Schmierstoffgebern der CONCEPT-Baureihe lassen sich nahezu alle Industriemaschinen und -anlagen punktgenau mit Öl oder Schmierfett versorgen. Das Produktprogramm umfasst sowohl einfache und kostengünstige Einzelpunkt-Schmier-systeme (CONCEPT1) als auch komplexere Schmier-systeme für eine größere Anzahl von Schmierstellen (CONCEPT2, CONCEPT4 und CONCEPT8). Durch flexible Programmierbarkeit und die Möglichkeit zum Aufbau umfangreicher Schmierlösungen sind dem Anwender dabei kaum Grenzen gesetzt.

- ① CONCEPT1
- ② CONCEPT2
- ③ CONCEPT3
- ④ CONCEPT8

*Bild 1*  
Automatische Schmierstoffgeber



# Nachschmiergeräte

## Intelligente Schmierstoffgeber

Um Schmierstoffgeber intelligenter zu machen und den Zustand aus der Ferne überprüfen zu können wurde der OPTIME C1 als einfach zu bedienende und kostengünstige Lösung für die automatische Einzelpunktschmierung entwickelt. OPTIME C1 erweitert das für die Zustandsüberwachung von Wälzlagern entwickelte System Schaeffler OPTIME und integriert die Schmierstoffgeber der Baureihe CONCEPT1 darin.



*Bild 2*  
Intelligente Schmierstoffgeber

### Weiteres Produktprogramm

Ergänzt wird das Produktprogramm durch umfangreiches Zubehör für die automatischen Schmierstoffgeber, manuelle Schmierungswerkzeuge, kundenspezifisch befüllte und unbefüllte Schmierstoffkartuschen sowie das Schaeffler-Schmierstoffprogramm Arcanol. Diese Schmierstoffe stehen für höchste Leistungsfähigkeit in Wälzlager- und Linearanwendungen.

## Fasspumpen

Manuelle und pneumatische Fasspumpen sind zum Fördern großer Fettmengen mit hohem Druck über lange Strecken geeignet. Sie können aber auch zum Befüllen der Schmierstoffgeber und der zugehörigen Kartuschen eingesetzt werden. Direkt eingesetzt in das Originalgebinde ermöglichen sie eine wirtschaftliche Nutzung (geringer Zeitaufwand und optimale Entleerung). Gleichzeitig reduzieren sie das Risiko einer Verunreinigung des Schmierstoffs.



- ① Fasspumpe pneumatisch
- ② Fasspumpe manuell
- ③ Fetthebelpresse

*Bild 3*  
Manuelle Schmierwerkzeuge

### Weitere Informationen

- TPI 252, Schmierstoffgeber für Fett- und Ölschmierung.  
Download unter: [www.schaeffler.de/std/1D4E](http://www.schaeffler.de/std/1D4E).
- Anfragen:
  - Deutsche Sprachversion:  
[info.de@schaeffler.com](mailto:info.de@schaeffler.com) +49 180 5003872
  - Englische Sprachversion:  
[info.de@schaeffler.com](mailto:info.de@schaeffler.com) +49 9721 91 - 0

# Schmierungslexikon

## A

**Additiv** Öllöslicher Stoff, der Schmierstoffen zugegeben wird, um deren Eigenschaften durch chemische oder physikalische Wirkung zu verbessern (zum Beispiel EP-Wirkung, Viskositäts-Temperatur-Verhalten, Stockpunkt, Fließfähigkeit, Oxidationsbeständigkeit, Schaumbildung).

**Alterung** Unerwünschte chemische Veränderungen von mineralischen und synthetischen Schmierstoffen, die während des Gebrauchs und der Aufbewahrung entstehen. Sie werden durch Reaktion mit Sauerstoff (Bildung von Peroxiden, Kohlenwasserstoff-Radikale) ausgelöst. Diese Oxidation wird beschleunigt durch Wärme, Licht sowie katalytische Einflüsse von Metallen und anderen Verunreinigungen. Es kommt zur Bildung von Säuren und Schlamm. Alterungsschutzstoffe, sogenannte Antioxidantien (AO), verzögern die Alterung.

**Aluminiumkomplexeisefett** Schmierfett auf Basis von Aluminiumkomplexeisfen mit guter Wasserbeständigkeit und mit Hochdruckadditiven mit einer hohen Druckbelastbarkeit. Je nach Basisöl sind sie bis etwa +160 °C verwendbar.

**Analysedaten** Daten, die die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Schmierstoffe kennzeichnen. Zu ihnen zählen: Dichte, Flammpunkt, Viskosität, Stockpunkt, Tropfpunkt, Penetration, Neutralisationszahl und Verseifungszahl. Sie lassen in gewissem Rahmen Rückschlüsse auf die Verwendbarkeit zu.

**Antioxidant (AO)** Wirkstoff, der die Schmierstoffalterung erheblich verzögert.

**Ausbluten** Das im Schmierfett enthaltene Schmieröl trennt sich vom Verdicker.

## B

**Basisöl** Das im Schmierfett enthaltene Öl wird als Grundöl oder Basisöl bezeichnet. Der Ölanteil variiert je nach Verdicker und Verwendungszweck des Schmierfettes. Der Anteil und die Viskosität des Grundöles ändern die Penetration und das Reibungsverhalten des Schmierfettes.

**Betriebsviskosität** Kinematische Viskosität, siehe Abschnitt Viskosität, Seite 79, eines Öles bei Betriebstemperatur. Sie hat das Formelzeichen  $\nu$ . Die Betriebsviskosität kann mithilfe eines Viskositäts-Temperatur-Diagrammes ermittelt werden. Für Mineralöle mit durchschnittlichem Viskositäts-Temperatur-Verhalten.

**Bezugsviskosität** Kinematische Viskosität, siehe Abschnitt Viskosität, Seite 79, eines Öles, die einem definierten Schmierungszustand zugeordnet wird. Sie hat das Formelzeichen  $\nu_1$ . Die Bezugsviskosität kann mithilfe des mittleren Lagerdurchmessers und der Drehzahl ermittelt werden. Das sogenannte Viskositätsverhältnis  $\kappa$  der Betriebsviskosität  $\nu$  zur Bezugsviskosität  $\nu_1$  ermöglicht eine Beurteilung des Schmierungszustandes ( $\kappa = \nu/\nu_1$ ).

<b>D</b>	
<b>Dichte</b>	Masse pro Volumen von Mineralölprodukten bezogen auf +20 °C. Sie hat das Formelzeichen $\rho$ und wird in $\text{g}/\text{cm}^3$ angegeben. Die Dichte ist abhängig vom chemischen Aufbau des Öles. Bei Ölen gleichen Ursprungs nimmt sie mit steigender Viskosität zu und steigendem Raffinationsgrad ab. Die Dichte allein ist kein Gütemaßstab.
<b>Dichtungsverhalten</b>	Organische Dichtungsmaterialien verhalten sich unterschiedlich gegenüber Ölen und Schmierfetten. In einigen Fällen quellen, schrumpfen und verspröden Dichtungen oder lösen sich sogar auf. Dabei haben die Betriebstemperatur und Zusammensetzung des Schmierstoffes sowie die Einwirkdauer einen großen Einfluss. Über die Beständigkeit von Dichtungen geben deren Hersteller und gegebenenfalls auch die Schmierstoffhersteller Auskunft.
<b>Druck-Viskositätsverhalten</b>	Abhängigkeit der Viskosität eines Schmieröles vom Druck. Mit steigendem Druck nimmt die Viskosität von Mineralölen zu.
<b>Dynamische Viskosität</b>	Siehe Abschnitt Viskosität, Seite 79.
<b>E</b>	
<b>Emcor-Verfahren</b>	Prüfung der Korrosionsschutzeigenschaften von Wälzlagerfetten nach DIN 51802.
<b>Entspannungsverhalten</b>	Ermöglicht Aussagen über die Eignung von Schmierfetten bei der Verwendung in Zentralschmieranlagen (DIN 51816-2).
<b>EP-Additiv</b>	Öle oder Fette, die Extreme-Pressure-Wirkstoffe enthalten, um Verschleiß und Fressen zu verhindern.
<b>Ester</b>	Chemisch hergestellte Verbindung zwischen Säuren und Alkoholen unter Wasseraustritt. Mit ihnen lassen sich synthetische Schmieröle erzeugen, deren Eigenschaften über die Molekülstruktur des Esters definiert werden. Ester höherer Alkohole mit zweiwertigen Fettsäuren bilden die sogenannten Diesteröle. Esteröle, die sich aus mehrwertigen Alkoholen und unterschiedlichen organischen Säuren zusammensetzen, sind thermisch besonders stabil.
<b>F</b>	
<b>Fester Fremdstoff</b>	Unlösliche, artfremde Verunreinigungen in Schmierfetten. Fremdstoffe werden nach DIN 51813 bestimmt.
<b>Festschmierstoff</b>	In Schmierölen und Schmierfetten suspendierte oder direkt angewendete Stoffe, die die Reibung reduzieren. Am bekanntesten sind Graphit, PTFE und Molybdänsulfid.

# Schmierungslexikon

<b>Fettgebrauchsdauer</b>	<p>Zeit vom Anlauf bis Ausfall eines Lagers aufgrund eines Versagens der Schmierung, siehe Seite 17. Die Fettgebrauchsdauer hängt ab von Fettmenge, Fettart (Verdicker, Grundöl, Additive), Lagerbauart, Lagergröße, Höhe und Art der Belastung, Drehzahlkennwerte und der Lagertemperatur. Sie kann bei bekannten Betriebsbedingungen abgeschätzt werden.</p> <p>Die Fettgebrauchsdauer wird auch als Schmierfrist bezeichnet. Sie darf nicht mit der Nachschmierfrist verwechselt werden, siehe Abschnitt Nachschmierfrist, Seite 77.</p>
<b>Fließdruck</b>	<p>Der Fließdruck gibt Aufschluss über die Konsistenz eines Schmierfettes und kennzeichnet sein Fließverhalten. Nach DIN 51805 ist es der Druck, der erforderlich ist, um einen Schmierfettstrang aus einer genormten Düse zu pressen. Nach DIN 51825 bestimmt er die untere Einsatztemperatur.</p>
<b>G</b>	
<b>Grundöl</b>	<p>Siehe Abschnitt Basisöl, Seite 74.</p>
<b>H</b>	
<b>Hochdruckadditiv</b>	<p>Öle oder Fette, die Extreme-Pressure-Wirkstoffe enthalten, um Verschleiß und Fressen zu verhindern.</p>
<b>Homogenisierung</b>	<p>Endphase der Schmierfetherstellung. Um eine einheitliche Struktur und feinste Verteilung des Verdickers zu erreichen, wird das Schmierfett einer starken Scherung ausgesetzt. Dies geschieht in einer speziellen Maschine, dem sogenannten Homogenisator.</p>
<b>I</b>	
<b>Inhibitor</b>	<p>Wirkstoff, der bestimmte Reaktionen eines Schmierstoffes verzögert. Inhibitoren werden vorzugsweise gegen Alterungs- und Korrosionsvorgänge in Schmierstoffen verwendet.</p>
<b>K</b>	
<b>Kalziumseifenfett</b>	<p>Schmierfette aus Kalziumseifen und Mineralölen. Sie haben eine gute Wasserbeständigkeit und werden deshalb häufig als Dichtfett gegen Wasser eingesetzt. Da sie kaum Schutz vor Korrosion bieten, müssen sie Wirkstoffe für den Korrosionsschutz enthalten. Aufgrund des eingeschränkten Temperaturbereichs von <math>-20\text{ °C}</math> bis <math>+50\text{ °C}</math> sind sie nur noch gering verbreitet.</p>
<b>Kinematische Viskosität</b>	<p>Siehe Abschnitt Viskosität, Seite 79.</p>

<b>Komplexfett</b>	Schmierfette auf Basis von Metallseifen hochmolekularer Fettsäuren. Sie enthalten auch Metallsalze aus niedrigmolekularen, organischen Säuren. Diese Salze bilden mit den Seifen Komplexe, die günstigere Eigenschaften als einfache Seifenfette haben (Temperaturgrenzen, Verhalten gegenüber Wasser, Korrosionsschutz, Druckaufnahmevermögen).
<b>Konsistenz</b>	Die Konsistenz von Schmierfetten ändert sich durch mechanische Belastung, siehe Abschnitt Penetration, Seite 78.
<b>L</b>	
<b>Lithiumseifenfett</b>	Schmierfette auf Basis von Lithiumseife. Sie zeichnen sich durch gute Wasserbeständigkeit und einen weiten Gebrauchstemperaturbereich aus. Sie enthalten Oxidations- und Korrosionsinhibitoren sowie Hochdruckzusätze (EP). Wegen ihrer guten Eigenschaften werden Lithiumseifenfette in großem Umfang zur Schmierung von Wälzlagern eingesetzt. Die Einsatzgrenzen normaler Lithiumseifenfette liegen bei $-35\text{ °C}$ und $+130\text{ °C}$ .
<b>M</b>	
<b>Mineralöl</b>	Aus Erdöl gewonnenes Schmieröl, das durch Destillation und Raffination für Schmierzwecke aufbereitet wird. Besteht chemisch überwiegend aus Kohlenwasserstoffen.
<b>Mischbarkeit</b>	Aussage, ob verschiedene Fette miteinander mischbar sind. Dies ist bei verschiedenen Sorten und Herstellern nicht immer möglich, siehe Abschnitt Mischbarkeit von Fetten und Ölen, Seite 12.
<b>N</b>	
<b>Nachschmierfrist</b>	Zeitraum, in dem ein Lager nachgeschmiert wird. Die Nachschmierfrist sollte kürzer als die Fettgebrauchsdauer festgelegt werden.
<b>Nennviskosität</b>	Siehe Abschnitt Viskosität, Seite 79.
<b>NLGI</b>	Abkürzung für das National Lubricating Grease Institute in den USA. Schmierfette werden nach Klassen des NLGI eingeteilt, siehe Abschnitt Penetration, Seite 78.
<b>O</b>	
<b>Ölabscheidung</b>	Neigung eines Schmierfettes, bei längerer Lagerung oder erhöhter Temperatur Öl abzugeben. Eine Langzeitschmierung erfordert eine langfristige, geringe Ölabgabe, die jedoch so groß sein muss, dass die Versorgung der Kontaktflächen sichergestellt ist. Die Ölabscheidung wird nach DIN 51817 bestimmt.
<b>Oxidation</b>	Siehe Abschnitt Alterung, Seite 74.

# Schmierungslexikon

## P

### Penetration

Maß für die Verformbarkeit eines Schmierfettes.

Zur Bestimmung lässt man einen genormten Messingkegel aus definierter Höhe in ein mit Fett gestrichen gefülltes Gefäß fallen. Anschließend misst man die Eindringtiefe nach einer Einsinkdauer von 5 s. Der Messwert wird dabei in 0,1 mm angegeben.

Das National Lubricating Grease Institute hat die Messwerte in Penetrationsklassen (NLGI-Klassen) 000 bis 6 unterteilt. Schmierfette für Wälzlager finden sich üblicherweise in den Konsistenzklassen 1 bis 3. Diese Einteilung wird weltweit angewandt und ist genormt nach DIN 51818.

Die Konsistenz von Schmierfetten ändert sich durch mechanische Belastung. Man unterscheidet deswegen zwischen Ruhepenetration und Walkpenetration.

## Q

### Quellverhalten

Einfluss, zum Beispiel auf Form und Struktur von Kautschuk und Elastomeren, durch Einwirkung von Schmierstoffen (DIN 53521).

## R

### Ruhepenetration

Bei +25 °C gemessene Penetration einer Schmierfettprobe, die nicht im Fettkneter vorgeschert worden ist, siehe Abschnitt Penetration, Seite 78.

## S

### Schmierfett

Konsistentes Gemisch aus Verdicker und Grundöl. Man unterscheidet zwischen unterschiedlichen Schmierfettarten.

Metallseifenschmierfette setzen sich aus Metallseifen als Verdicker und Schmierölen zusammen. Seifenfreie Schmierfette binden das Schmieröl mit anorganischen Gelbildnern oder organischen Verdickern. Synthetische Schmierfette setzen sich aus organischen oder anorganischen Verdickern und Syntheseölen zusammen.

### Stick-Slip-Zusatz

Wirkstoff, der Schmierstoffen zugegeben wird, um das Ruckgleiten, zum Beispiel bei Führungsbahnen von Werkzeugmaschinen, zu verhindern.

### Synthetisches Schmieröl

Synthetische Öle werden durch chemische Synthese von Molekülen hergestellt. So entstehen durch Polymerisation Polyalphaolefine (PAO) oder Polyalkylenglykole (PAG) oder durch Kondensationsreaktionen Ester. Synthetische Schmieröle haben bei besonders tiefen beziehungsweise besonders hohen Einsatztemperaturen Vorteile gegenüber Mineralölen. Sie sind allerdings deutlich teurer als diese.

<b>T</b>	
<b>Tropfpunkt</b>	Richtwert für die obere Gebrauchstemperatur eines Schmierfettes. Das Fett wird unter genormten Prüfbedingungen nach DIN ISO 2176 erwärmt. Dabei wird die Temperatur bestimmt, bei der die Probe durch die Öffnung eines Nippels fließt und auf den Boden des Prüfrohres fällt.
<b>V</b>	
<b>Verdicker</b>	Bestandteil von Schmierfetten, der das Grundöl im Schmierfett hält. Die häufigsten Verdicker sind Metallseifen (zum Beispiel Li-, Ca-, Na-, 12-Hydroxystearate) sowie Verbindungen vom Typ Polyharnstoff, PTFE und Mg-Al-Schichtsilikate (Bentonit).
<b>Verschleißschutzadditiv</b>	Zusatz, der im Mischreibungsgebiet den Verschleiß herabsetzen soll. Man unterscheidet zwischen mild wirkenden Zusätzen (zum Beispiel Fettsäuren, Fettöle), Hochdruckwirkstoffen (zum Beispiel Schwefel-, Phosphor-, Zinkverbindungen) und Festschmierstoffen (zum Beispiel Graphit, PTFE, Molybdänsulfid).
<b>Vier-Kugel-Apparat (VKA)</b>	Gerät zur Prüfung von Schmierstoffen mit Hochdruck- und Verschleißschutzwirkstoffen, genormt nach DIN 51350. Zur Bewertung der Hochdruckzusätze werden vier Kugeln pyramidenförmig angebracht. Die obere Kugel dreht sich und wird so lange mit einer Kraft belastet, bis die Kugeln verschweißen. Die dabei gemessene Verschweißkraft ist der sogenannte VKA-Wert. Zur Bewertung der Verschleißschutzzusätze wird der gleiche Versuch bei einer festgelegten Prüfkraft für eine Stunde durchlaufen. Anschließend werden die Kalottendurchmesser der drei ruhenden Kugeln gemessen und als Verschleißkennwert verwendet.
<b>Viskosität</b>	Grundlegende physikalische Eigenschaft von Schmierölen. Sie ist ein Maß für die innere Reibung einer Flüssigkeit. Im physikalischen Sinne ist sie der Widerstand, den benachbarte Schichten einer Flüssigkeit ihrer gegenseitigen Verschiebung entgegensetzen. Man unterscheidet zwischen der dynamischen Viskosität $\eta$ und der kinematischen Viskosität $\nu$ . Die kinematische Viskosität ist hierbei die auf die Dichte $\rho$ bezogene dynamische Viskosität. Es besteht der Zusammenhang $\eta = \rho \cdot \nu$ . Für die dynamische Viskosität werden die SI-Einheiten Pa · s und mPa · s verwendet. Sie ersetzen die früher gebräuchlichen Einheiten Poise P und Centipoise cP. Umrechnung: $1 \text{ cP} = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ . Für die kinematische Viskosität werden die SI-Einheiten $\text{m}^2/\text{s}$ und $\text{mm}^2/\text{s}$ verwendet. Sie ersetzen die früher gebräuchliche Einheit Centistoke cSt. Die Viskosität nimmt mit steigender Temperatur ab und mit fallender zu, siehe Abschnitt Viskositäts-Temperatur-Verhalten (V-T-Verhalten), Seite 80. Es muss deshalb bei jedem Viskositätswert die Bezugstemperatur mit angegeben werden. Die Nennviskosität ist die kinematische Viskosität bei +40 °C.

# Schmierungslexikon

**Viskositätsindex-Verbesserer** Additive, die im Schmieröl gelöst sind und das Viskositäts-Temperatur-Verhalten verbessern. Bei hohen Temperaturen bewirken sie eine höhere Viskosität, bei tiefen Temperaturen verbessern sie das Fließverhalten.

**Viskositäts-Temperatur-Verhalten (V-T-Verhalten)** Änderung der Viskosität mit der Temperatur. Man spricht von günstigem V-T-Verhalten, wenn sich die Viskosität eines Öles mit der Temperatur nicht stark ändert.

## W

**Walkpenetration** Bei +25 °C gemessene Penetration einer Schmierfettprobe, die im Fettkneter vorgeschert worden ist (DIN 51804-2 und DIN ISO 2137), siehe Abschnitt Penetration, Seite 78.

**Wasserabscheidevermögen** Fähigkeit eines Öles, sich vom Wasser zu trennen. Die Prüfung erfolgt nach DIN 51589.

**Wasserbeständigkeit** Fähigkeit eines Fettes, seine Eigenschaften bei Wassereinwirkung nicht zu verändern. Sie wird durch eine statische Prüfung nach DIN 51807 bestimmt. Dabei wird geprüft, ob und in welcher Art ruhendes, destilliertes Wasser bei verschiedenen Temperaturen auf ein nicht beanspruchtes Fett einwirkt. Das Ergebnis stellt nur eine Eigenschaftskennzeichnung dar und lässt keine Rückschlüsse auf die Wasserbeständigkeit des Fettes in der Praxis zu.



## Weiterführende Informationen



### **Schmierung allgemein**

<https://www.schaeffler.de/content.schaeffler.de/de/produkte-und-loesungen/industrie/produktportfolio/index.jsp?app=portfolio&filtertype=categories&categories=Instandhaltungsprodukte%2CSchmierung>



### **Technische Datenblätter SCHAEFFLER ARCANOL**

<https://www.schaeffler.de/content.schaeffler.de/de/produkte-und-loesungen/industrie/produktportfolio/instandhaltungsprodukte/schmierstoffe/index.jsp>



### **Sicherheitsdatenblätter (MSDS) SCHAEFFLER ARCANOL**

<https://www.schaeffler.de/SDS>



### **FAQ Schmiergeräte**

<https://www.schaeffler.de/content.schaeffler.de/de/produkte-und-loesungen/industrie/produktportfolio/instandhaltungsprodukte/schmiergeraete/index.jsp>

## **Schaeffler Technologies AG & Co. KG**

Georg-Schäfer-Straße 30  
97421 Schweinfurt  
Deutschland  
[www.schaeffler.de/services](http://www.schaeffler.de/services)

Vertrieb:  
Telefon +49 180 5003872  
Technischer Support:  
[www.schaeffler.de/technischer-support](http://www.schaeffler.de/technischer-support)

Alle Angaben wurden von uns sorgfältig erstellt und geprüft, jedoch können wir keine vollständige Fehlerfreiheit garantieren. Korrekturen bleiben vorbehalten. Bitte prüfen Sie daher stets, ob aktuellere Informationen oder Änderungshinweise verfügbar sind. Diese Publikation ersetzt alle abweichenden Angaben aus älteren Publikationen. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

© Schaeffler Technologies AG & Co. KG  
TPI 168 / 03 / de-DE / DE / 2022-12