


your global specialist

Wie Lager länger leben.

Gleitlagerschmierung: Produktauswahl und Tipps





Gleitlager und Schmierstoff: Unsere Lösungen für Ihre Anforderungen	3
Das tribologische System Gleitlager	4
Öle für hydrodynamische Gleitlager	6
Schmierfette für Gleitlager unter Mischreibungsbedingungen	16
Gleitlacke	20
KlüberEfficiencySupport	22

Gleitlager und Schmierstoff: Unsere Lösungen für Ihre Anforderungen

Atemberaubend hohe Drehzahlen, extreme Temperaturen von minus 180 bis plus 450 Grad Celsius, dazu die Einwirkung aggressiver Medien – das sind Belastungen, bei denen Gleitlager sicher funktionieren müssen. Die richtige Schmierung des Gleitlagers kann dazu beitragen, indem sie die Verschleißfestigkeit, den Korrosionsschutz, die Leistungsfähigkeit und damit die Lebensdauer erhöht.

Klüber Lubrication hat ein umfassendes Produktsortiment entwickelt, das mit hochwertigen Spezialschmierstoffen den Anforderungen moderner Gleitlagerschmierung gerecht wird: vom Hochleistungsfett für die extreme Beanspruchung über H1-Schmierstoffe für die Anwendung im Lebensmittel- und Pharmabereich bis hin zum biologisch schnell abbaubaren Schmierstoff für die Land-, Forst- und Wasserwirtschaft und zu den EAL*-Bioschmierstoffen in der Marineindustrie.

Der Lagerschmierstoff – ein gleichwertiges Konstruktionselement

Das spezifische Anforderungsprofil Ihres Gleitlagers zusammen mit den Umgebungseinflüssen und Betriebsbedingungen wie Geschwindigkeit, Last und Temperatur bestimmt die Auswahl des richtigen Schmierstoffes.

Die passgenaue Schmierstoffauswahl hilft Ihnen bereits in der Konstruktionsphase, die Lebensdauer des Gleitlagers positiv zu beeinflussen. Denn der richtige Schmierstoff kann unter anderem für verschleißarmen Betrieb bei Mischreibungsbedingungen, für niedrige Reibmomente bei hohen Geschwindigkeiten oder für gutes Anlaufverhalten bei häufigem Start-Stopp-Betrieb sorgen. Somit dient der Schmierstoff als Konstruktionselement und ist fester Bestandteil der Bauteilauslegung.

TIPP:

Je mehr uns über Ihre Anwendung bekannt ist, desto besser können wir den für Sie optimalen Schmierstoff aussuchen. Um alle relevanten Daten Ihrer Anwendung zu erfassen, stellen wir Ihnen unser Beratungsblatt „Gleitlager“ zur Verfügung. Sprechen Sie uns an.

Am Puls der Zeit

Bei der Optimierung unserer Gleitlagerschmierstoffe arbeiten wir eng mit Gleitlagerherstellern und wissenschaftlichen Instituten zusammen. Wir nutzen die Gleitlagerprüfstände zur Schmierstoffentwicklung und zur Einschätzung der Leistungsfähigkeit. Resultat ist eine Vielzahl von maßgeschneiderten Produktlösungen für spezielle Gleitlageranwendungen sowie Empfehlungen für die Industrie sowohl von Klüber Lubrication als auch von den Gleitlager-OEMs für ihre Kunden in den verschiedensten Industrien wie Zement, Marine, Energiegewinnung, Lebensmittelherstellung und Pharma.

Heute schon an morgen gedacht!

Hochleistungsschmierstoffe tragen durch niedrige Reibungszahlen und verschleißarmen Betrieb dazu bei, Energie einzusparen und CO₂-Emissionen zu reduzieren. Längere Nachschmierintervalle oder Lebensdauerschmierung von Gleitlagern sorgen für geringeren Schmierstoffverbrauch und weniger Altölabbfall. Sie können Ressourcen schonen und Instandhaltungs- und Entsorgungskosten senken. Ein Beispiel für Einsparungen finden Sie auch in dieser Broschüre auf Seite 10.

Klüber Lubrication – die richtige Wahl für Sie!

Mit dieser Broschüre möchten wir Ihnen wertvolle Hinweise zur Schmierung von Lagern geben. Sie haben spezielle konstruktive Anforderungen – wir bieten Ihnen je nach Anwendungsart die passende Schmierstofflösung. Entsprechend haben wir in dieser Gleitlager-Broschüre unser Produktsortiment in fünf Bereiche aufgeteilt:

- Schmieröle für hydrodynamische Gleitlager
- Schmieröle für Gleitlager in der Lebensmittelindustrie
- Umweltverträgliche Öle
- Schmierfette für Gleitlager im Mischreibungsgebiet
- Gleitlacke für die Einlaufoptimierung und für trockenlaufende Gleitlager

Das tribologische System Gleitlager

Die deutsche Gesellschaft für Tribologie gibt den volkswirtschaftlichen Schaden durch Reibung und Verschleiß mit rund 5% des jeweiligen Bruttoinlandsproduktes an. Hochgerechnet beliefen sich der entsprechende Schaden allein in den vier größten Wirtschaftsregionen der Welt auf rund zwei Billionen US-Dollar.

Durch eine verstärkte Berücksichtigung tribologischer Kenntnisse sind beträchtliche Einsparungen möglich, denn: Je niedriger die Reibung, desto niedriger der Verschleiß, desto länger die Bauteillebensdauer und desto höher die Energieeffizienz.

Die unterschiedlichen Reibungszustände von der Grenzreibung bis zur Flüssigkeitsreibung (Hydrodynamik) im Gleitlager sind in der Stribeck-Kurve gut sichtbar, Diagramm a).

Im Diagramm b) ist der Verlauf der Stribeck-Kurve für unterschiedliche Ölviskositäten dargestellt.

Aussage: Je höher die Viskosität, desto schneller wird der Ausklinkpunkt als Beginn der Flüssigkeitsreibung erreicht. Dort befinden Sie sich im sicheren Bereich der Vollschrimerung, da der tragende Schmierfilm das Gleitlager und auch Ihre Welle vor Verschleiß schützt.

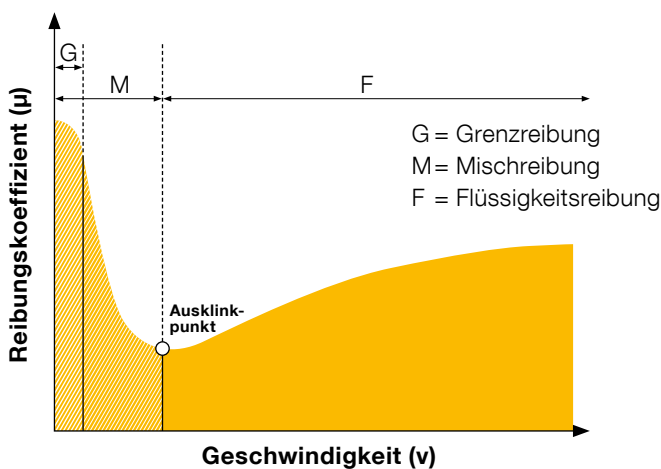
Wichtig: Innere Reibung steigt bei hohen Geschwindigkeiten stärker an, wenn Sie ein hoch viskoses Öl verwenden. Innere Reibung führt zu höherer Temperatur, was sich wiederum negativ auf die Alterung des Öls und damit die Betriebsdauer auswirken kann.

Fazit: Verwenden Sie eine niedrigere Ölviskosität, wenn Sie sich mit Ihrem Gleitlager im Bereich der Hydrodynamik befinden. Verwenden Sie einen Schmierstoff mit einer höheren Ölviskosität, wenn Ihr Gleitlager eher bei niedrigen Geschwindigkeiten betrieben wird.

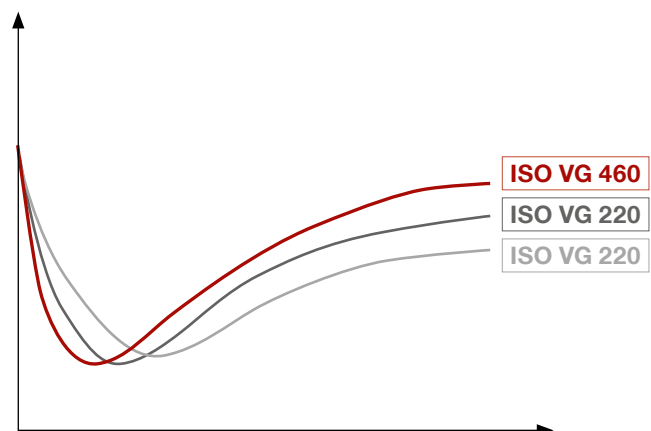
Frage: Was passiert, wenn Ihr Gleitlager immer wieder Start-Stopp-Zustände durchläuft?

Lösung: Verwenden Sie einen Schmierstoff mit hinreichend wirksamen Verschleißschutzadditiven oder Festschmierstoffen unter Beachtung der Verträglichkeit mit den Gleitlagerwerkstoffen.

a) Unterschiedliche Reibungszustände von der Grenzreibung bis zur Flüssigkeitsreibung



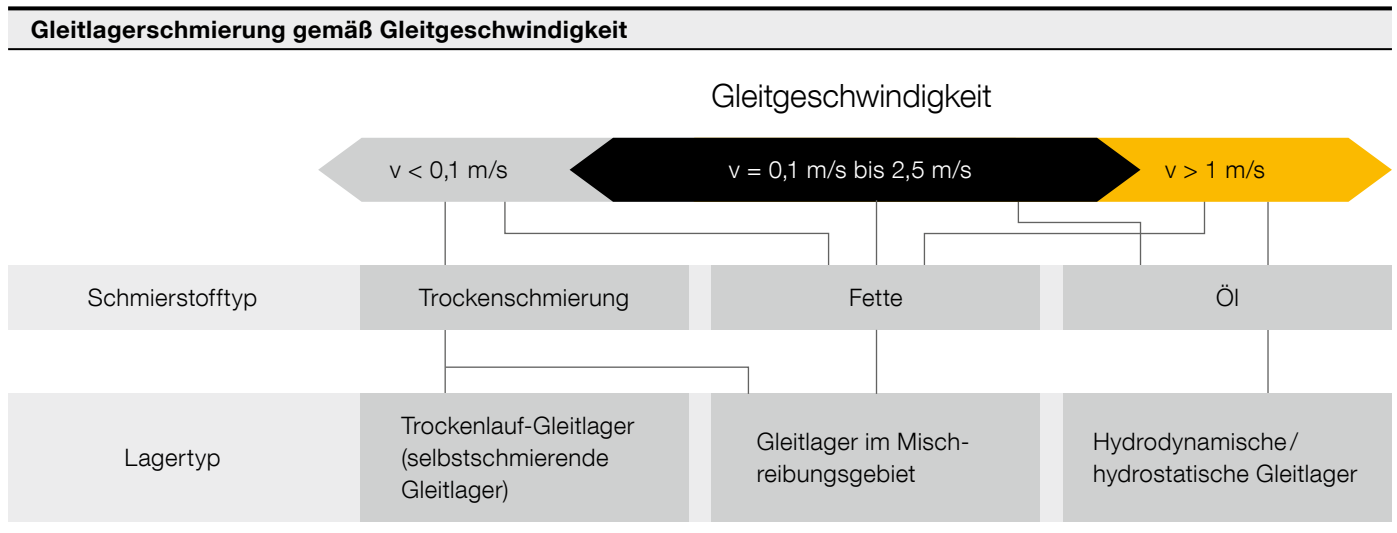
b) Verlauf der Stribeck-Kurve für unterschiedliche Ölviskositäten





Je nach Gleitlagertyp und vorherrschendem Reibungszustand können auch selbstschmierende Gleitlagerwerkstoffe oder Beschichtungen zum Einsatz kommen (siehe auch Gleitlacke ab Seite 20). Schmierpasten mit Festschmierstoffen oder Schmierfette (ab Seite 16) sind auch eine elegante Lösung, wenn Sie auf Zentralschmieranlagen und kontinuierliche Nachschmierung verzichten müssen.

Die folgende Übersicht gibt Ihnen einen Überblick, bei welcher Gleitgeschwindigkeit vorrangig Öle verwendet werden, da ab etwa 1 m/s Hydrodynamik vorherrscht. Bei Mischreibung geht der Trend eher zur Fettschmierung, weil damit auch eine gute Anbindung des Schmierstoffes an der Oberfläche gewährleistet ist. Reine Trockenschmierung mit Festschmierstoffen funktioniert häufig nur bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten, wo wenig Reibungswärme entsteht. Ansonsten stirbt Ihr Gleitlager den sogenannten Wärmetod.



Je nach Gleitgeschwindigkeit und Lagertyp verwendet man unterschiedliche Schmierstofftypen für Gleitlager.

Öle für hydrodynamische Gleitlager

Ein verschleißarmer Lauf im Dauerbetrieb und ein möglichst reibungsloser An- und Auslauf der Lager sind Voraussetzungen für die optimale Leistungsfähigkeit von hydrodynamischen Gleitlagern. Die geplante Lebensdauer ölgeschmierter Gleitlager ist nur mit der passgenauen Auswahl von Schmierstoff und Viskosität zu erreichen.

Hilfreich für die optimale Schmierstoffauswahl ist auch die möglichst vollständige Erfassung der technischen Anforderungen.

Je nach Gleitgeschwindigkeit, Last und Temperatur ist nicht ein einzelner Schmierstoff für alle Betriebsbedingungen die optimale Lösung. Verschiedene Viskositäten, aber auch unterschiedliche Öltypen, wie Mineral- oder synthetische Öle, sind hier gefordert, um bestmögliche Ergebnisse in Ihrer Anwendung zu erzielen.

Neben den ausgewählten Produkten in dieser Broschüre unterstützt Sie auch unser Beratungsblatt für Gleitlager bei der Erfassung der wichtigsten Parameter zur Auswahl des passenden Schmierstoffes. Sie erhalten es bei Ihrem Ansprechpartner von Klüber Lubrication.

Man unterscheidet zwischen der dynamischen und der kinematischen Viskosität. Die dynamische Viskosität η und die kinematische Viskosität ν stehen über die Dichte ρ in direktem Zusammenhang, wobei die Temperatur und der Druck zu beachten sind.

$$\eta = \nu \cdot \rho$$

Im SI-Einheitensystem gilt: Ein Stoff, der sich zwischen zwei Platten befindet, hat die Viskosität $1 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$, wenn bei einer Größe der Platten von 1 m^2 und einem Plattenabstand von 1 m eine Kraft von 1 N benötigt wird, um die Platten mit einer Geschwindigkeit von 1 m/s gegeneinander zu verschieben.

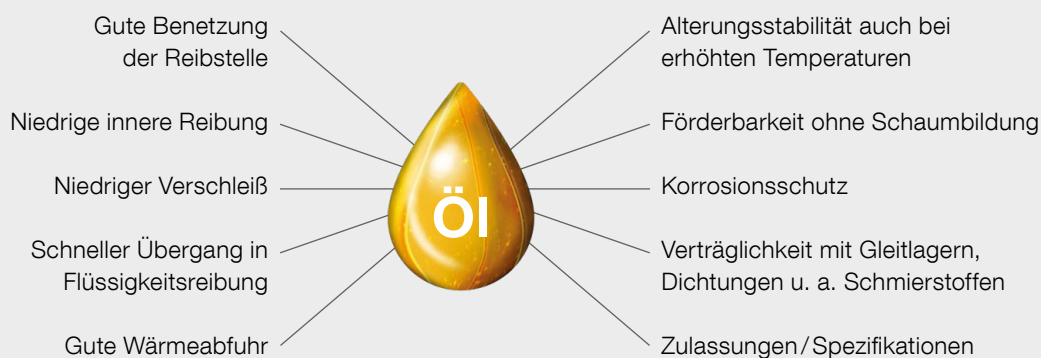
Für die SI-Einheit der kinematischen Viskosität gilt:

$$[\nu] = \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Für die physikalische Einheit der dynamischen Viskosität gilt also:

$$1 \text{ N} = [\eta] \cdot \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{m}}{\text{m}\cdot\text{s}}\right) \Rightarrow [\eta] = \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}} = 1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Anforderungen an ein leistungsfähiges Schmieröl für hydrodynamische Gleitlager

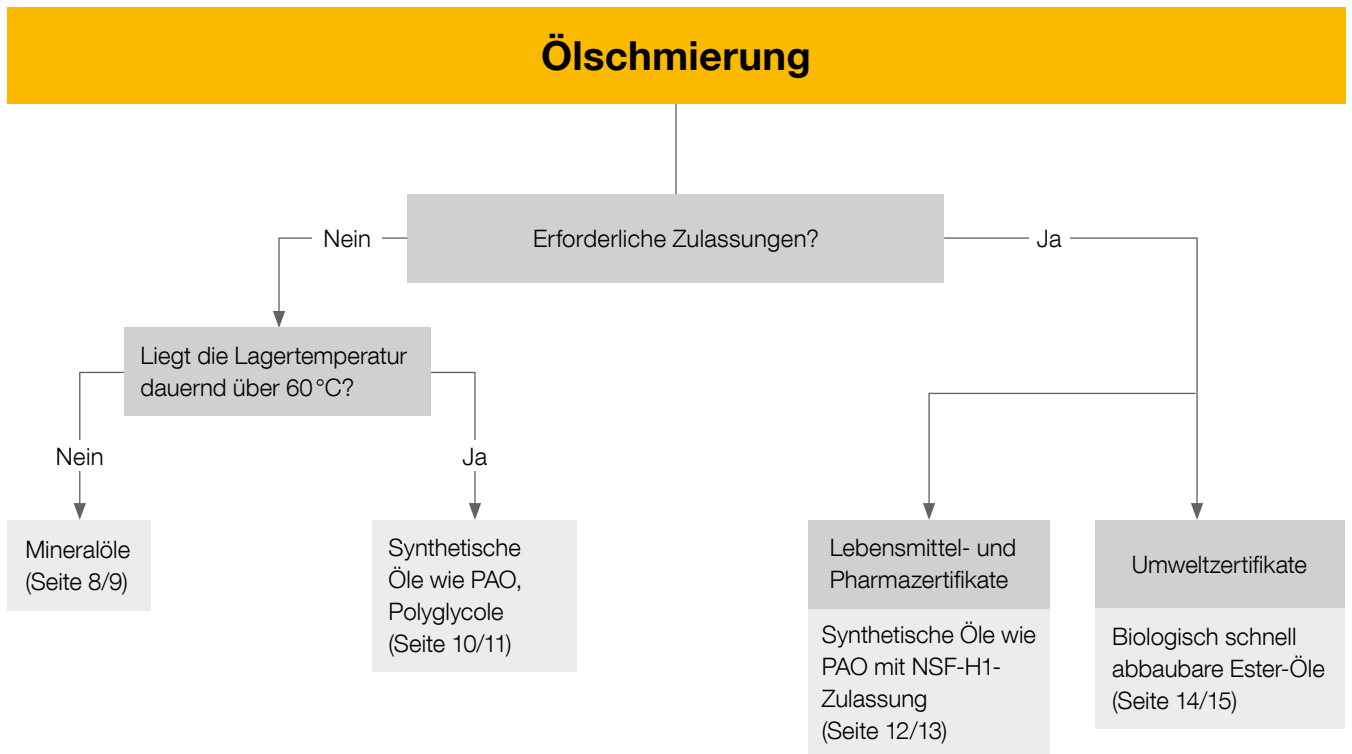




Die Wahl der richtigen Betriebsviskosität des Schmieröls

Damit der Schmierfilm tragfähig und trennend wirkt, kommt der Betriebsviskosität des Schmieröls eine große Bedeutung zu. Die Lagerdimensionierung und genaue Nachrechnung der Schmierfilmdicke ist daher insbesondere vor einem geplanten

Serieneinsatz erforderlich und wird in der Regel vom Gleitlagerhersteller mit computergestützten Berechnungsprogrammen durchgeführt oder vom Anlagenhersteller vorgegeben.



Öle für hydrodynamische Gleitlager

Schmieröle in moderaten Umgebungsbedingungen

Wenn weder leichtes Anlaufen bei niedrigen Temperaturen noch lange Nachschmierintervalle bei höheren Temperaturen gefordert sind, bewähren sich bei der Schmierung von hydrodynamischen Gleitlagern auch Hydrauliköle oder Getriebeöle.

Der Vorteil: Es kann ein Öl für mehrere Komponenten verwendet werden. So werden Gleitlager in der Antriebstechnik mit den hoch belasteten, verschleißfesten CLP-Getriebeölen gleich mitversorgt.

Hydrauliköle tragen zum Beispiel in Turbinen, Generatoren oder Pumpen zur Effizienzsteigerung bei. In Zentralschmiersystemen bei Ölumlaufschmierung oder Ölsumpfschmierung kommt es vor allem auf eine gute Benetzung der Lageroberfläche an. Förderbarkeit ohne Schaumbildung und Verträglichkeit mit den Lagermetallen sind wichtige Voraussetzungen für eine sichere Funktion sowie lange Lebensdauer des Gleitlagers und der Welle als Gegenlaufpartner.

Produktvorschläge in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen

Gleitgeschwindigkeit [m/s]	Mittlere Lagerbelastung	Lager-Betriebstemperatur [°C]	Produktvorschlag
v = 2 bis 4	P < 3 N/mm ²	bis 50	LAMORA HLP 32
		bis 70	LAMORA HLP 68
		bis 90	Klüberoil GEM 1-150 N
v = 2 bis 4	P = 3 bis 7 N/mm ²	bis 50	LAMORA HLP 68
		bis 70	Klüberoil GEM 1-220 N
		bis 90	Klüberoil GEM 1-460 N
v > 4		bis 50	LAMORA HLP 32
		bis 70	LAMORA HLP 46
		bis 90	Klüberoil GEM 1-100 N
v > 4		bis 50	LAMORA HLP 68
		bis 70	Klüberoil GEM 1-150 N
		bis 90	Klüberoil GEM 1-320 N

Schmieröle für hydrodynamische Gleitlager in moderaten Umgebungsbedingungen

Produkt von Klüber Lubrication	Produktmerkmale	Anwendungshinweise und Vorteile
Klüberoil GEM 1 N Reihe, ISO VG 46 bis 1000*	Bewährte Getriebeölreihe, die verträglich ist mit den gängigen Gleitlagermetallen	Für Umgebungstemperaturen bis 60 °C bei Ölumlaufschmierung, z. B. in Energiewandlungsmaschinen
LAMORA HLP 32, 46, 68	Mineralölbasische Hydrauliköle nach DIN 51524 Teil 2	Für reibungs- und verschleißarmen Betrieb von Turbinenlagern

* Die Produkte sind in verschiedenen Viskositäten erhältlich. Die Auswahl der passenden Viskosität richtet sich nach den Anwendungsparametern wie Gleitgeschwindigkeit und Temperatur und OEM-Freigaben.



Der Wind weht von der anderen Seite

Hydrodynamische Gleitlager vs. Wälzlager in Windkraftgetrieben

Hydrodynamische, ölgeschmierte Gleitlager bewähren sich seit Jahrzehnten in typischen Anwendungsfeldern wie Turbomaschinen und Schiffsantrieben. Ein weitgehend neueres Anwendungsfeld ist die Verwendung von Gleitlagern in Windkraftgetrieben. Hydrodynamische Gleitlager bieten vor allem Vorteile gegenüber wälzgelagerten Windkraftgetrieben bei hoher Beanspruchung. Sie sind unempfindlich gegen Stoßbelastung, Schmutzpartikel oder Vibration.

Aus schmierstofftechnischer Sicht soll das im Getriebe verbaute Gleitlager genauso betriebssicher und möglichst verschleißfrei laufen wie das Getriebe. Dabei spielt die Verträglichkeit des ausgewählten Getriebeöls mit den Gleitlagerwerkstoffen/Weißmetalllegierungen eine entscheidende Rolle. Das bedeutet ein Schmieröl für alles ohne Beeinträchtigung der Funktionalität und Gebrauchsdauer. Die Getriebeöle für die Windkraftanlagen sind spezifiziert und müssen auch die Anforderungen an leistungsfähige Schmieröle erfüllen, die auf S. 6 und in der Produktübersicht (unten) von Klübersynth GEM 4-320 N dargestellt sind.

Anforderungen	Klübersynth GEM 4-320 N
Getriebeöl nach DIN 51517-3	CLP HG
Elastomerverträglichkeit 72 NBR 902	bestanden
Elastomerverträglichkeit 75 FKM 585	bestanden
Schaumverhalten ASTM D 892	bestanden
Flender-Schaumtest (Gesamtvolumenzunahme)	< 15 %
Feinfiltration	möglich
FVA 54 IV Graufleckentragfähigkeit, 60 °C	hoch
FVA 54 IV Graufleckentragfähigkeit, 90 °C	hoch
FZG-Fresstest, DIN ISO 14635-1, A/8,3/90, Schadenskraftstufe	> 14
FZG-Fresstest, DIN ISO 14635-1 in Anlehnung, A/16,6/90, Schadenskraftstufe	> 14
FZG-Verschleißtest (Verschleißkategorie)	niedrig
FAG FE8 Verschleiß- und Lebensdauertest	0 mg Wälzkörper-Verschleiß
FAG 4-Stufen-Windkrafttest	≤ 1,0

Klübersynth GEM 4-320 N hat in zahlreichen Tests bewiesen, dass es die Anforderungen der Getriebehersteller erfüllt.

Um die Schwachpunkte bestehender Produktkonzepte zu überwinden, hat Klüber Lubrication ein hoch belastbares Getriebeöl für Anwendungen in Windenergieanlagen entwickelt. Im Vergleich zu Standardölen zeichnet sich Klübersynth GEM 4-320 N durch eine hohe Alterungsbeständigkeit, eine hohe Belastbarkeit und ein niedriges Reibungsverhalten aus. Es ermöglicht lange

Ölwechselintervalle, verringert die Verlustleistung und steigert den Ertrag der Anlagen spürbar – um bis zu mehrere tausend Euro über die Dauer der Betriebszeit der Anlagen hinweg. Es weist ausgezeichnete Anti-Schaum-Merkmale auf und bietet einen hervorragenden Schutz vor Grauflecken.

Öle für hydrodynamische Gleitlager

Schmieröle mit besonderer Langzeitbeständigkeit bei erhöhten Temperaturen

Im Gegensatz zur Verwendung bei moderaten Bedingungen altern Mineralöle bei höheren Temperaturen wesentlich schneller. Das führt nicht nur zu einem Anstieg der Viskosität. Die aggressiven Rückstände können auch Lagermetalle und Dichtungswerkstoffe angreifen. Solche Bedingungen treten zum Beispiel in Elektromotoren und Generatoren auf, wo auch ein gutes Anlaufverhalten bei niedrigen Temperaturen Voraussetzung ist für den Betrieb.

Durch die Verwendung von synthetischen Schmierölen kann die Öllebensdauer erheblich gesteigert werden. Die verlängerten

Ölwechselintervalle tragen zu Einsparungen an Ölmenge und Ölentorgungsmenge bei, vermeiden Kosten für Instandhaltung und Produktionsausfall und leisten somit einen wesentlichen Beitrag zur Ressourcenschonung.

Drehrohröfen in der Zementindustrie werden häufig bei höheren Umgebungstemperaturen betrieben. Damit steigt auch die Lager-temperatur an. Im Folgenden sehen Sie ein typisches Beispiel, das deutlich macht, dass synthetische Öle gegenüber Mineralölen einen Kosten-Nutzen-Vorteil aufweisen.

Ökologischer und ökonomischer Vorteil bei der Verwendung von Hochleistungsschmierstoffen

Gleitlagerschmierung an Drehrohröfen bei der Zementherstellung

	Mineralöl	Synthetisches Kohlenwasserstofföl wie Klübersynth GH 6-320
Lageranzahl pro Drehrohröfen	12	12
Füllmenge (l Ø)	360 l	360 l
Betriebsstunden bis Ölwechsel (h)	3.500	25.000
Lagerlebensdauer (10 bis 15 Jahre × 7.000 Bh)	≈ 100.000	100.000
Anzahl Ölfüllungen pro Lagerlebensdauer	29	4
Schmierölbedarf (l)	10.440	1.440
Schmierölpreis (€/l)	1,50	7,00
Kosten für Schmieröl (€*)	15.660	10.080
Kosten für Entsorgung (€*)	1.566	216
Anzahl Wartungen	28	3
Gesamtzeitaufwand für Wartung (h)	168	18
Kosten für Wartung bei 40,00 €/h (€*)	6.720	720
Gesamtkosten für Lagerschmierung (€*)	23.946	11.016

* Beispiel. Reale Beträge können je nach Betriebsbedingungen hiervon abweichen.



Hier finden Sie eine Auswahl von Ölen, die sich bei der Schmierung von Gleitlagern bewährt haben. Dabei haben wir beachtet, dass auch andere Komponenten wie Getriebe oder Kompressoren mit dem gleichen Öl geschmiert werden können.

Produktvorschläge in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen

Schritt 1: Gleitgeschwindigkeit [m/s]	$v = 2$ bis 4		$v > 4$	
	$p < 3$ N	$p > 3$ N	$p < 3$ N	$p > 3$ N
Schritt 2: Mittlere Lagerbelastung [N/mm ²]				
Schritt 3: Lagerbetriebs- temperatur [°C]	Spezialschmierstoff	Spezialschmierstoff	Spezialschmierstoff	Spezialschmierstoff
bis 50	Klüber Summit SH 32	Klüber Summit SH 68	Klüber Summit SH 32	Klüber Summit SH 68
bis 70	Klüber Summit SH 68	Klübersynth GH 6-100	Klüber Summit SH 46	Klübersynth GH 6-100
bis 90	Klübersynth GH 680	Klübersynth GH 6-150	Klüber Summit SH 100	Klübersynth GH 6-150
bis 120	Klübersynth GH 6150	Klübersynth GH 6-320	Klübersynth GH 6-100	Klübersynth GH 6-220
20 bis 60	Klüber Summit SH 46	Klübersynth GH 6-80	ISOFLEX PDP 48	Klüber Summit SH 100
20 bis 90	Klüber Summit SH 100	Klübersynth GH 6-150	Klüber Summit SH 100	Klübersynth GH 6-100

Schmieröle mit besonderer Langzeitbeständigkeit bei erhöhten Temperaturen

Produkt von Klüber Lubrication	Anwendungshinweise und Vorteile
Klüber Summit SH 32, 46, 68, 100*	Für Umgebungstemperaturen bis 60°C bei Ölumlaufschmierung, z. B. in Energiewandlungsmaschinen
Klübersynth GEM 4 N Reihe, ISO VG 32 bis 1000*	Alternativ, wenn die benötigte Viskosität in der Klüber Summit SH-Reihe nicht vorhanden ist, z. B. für hochbelastete Gleitlager mit Ölsumpfschmierung in Zementmühlen und Windkraftgetrieben
Klübersynth GH 6 Reihe, ISO VG 32 bis 1500*	Mit optimiertem Reibungsverhalten zur Energieeinsparung, z. B. für hochbelastete Gleitlager in Kohlemühlen

* Die Produkte sind in verschiedenen Viskositäten erhältlich. Die Auswahl der passenden Viskosität richtet sich nach den Anwendungsparametern wie Gleitgeschwindigkeit und Temperatur und wird häufig vom Gleitlagerhersteller berechnet für die jeweilige Anwendung.

Öle für hydrodynamische Gleitlager

Schmieröle für die Lebensmittel- und Pharmaindustrie

Schmieröle für hydrodynamische Gleitlager mit Registrierung für die Lebensmittel- und Pharmaindustrie

Produkt von Klüber Lubrication	Produktmerkmale	Anwendungshinweise und Vorteile
Klüber Summit HySyn FG 32, 46, 68, 100*	Synthetische Kompressorenölreihe, die verträglich ist mit den gängigen Gleitlagermetallen	Langzeitbeständige Lösung für hohe und niedrige Gebrauchstemperaturen mit NSF-H1-Registrierung
Klüberoil 4 UH1 N Reihe, ISO VG 32 bis 1500*	Synthetische Getriebeöle und Mehrzwecköle, in einer umfangreichen Viskositätspalette verfügbar	Alternativ, wenn die benötigte Viskosität in der Klüber Summit HySyn FG-Reihe nicht vorhanden ist

* Die Produkte sind in verschiedenen Viskositäten erhältlich. Die Auswahl der passenden Viskosität richtet sich nach den Anwendungsparametern wie Gleitgeschwindigkeit und Temperatur.

Produktvorschläge in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen

Schritt 1: Gleitgeschwindigkeit [m/s]	$v = 2 \text{ bis } 4$		$v > 4$	
	$p < 3 \text{ N}$	$p = 3 \text{ bis } 7 \text{ N}$	$p < 3 \text{ N}$	$p = 3 \text{ bis } 7 \text{ N}$
Schritt 2: Mittlere Lagerbelastung [N/mm ²]	Spezierschmierstoff	Spezierschmierstoff	Spezierschmierstoff	Spezierschmierstoff
Schritt 3: Lagerbetriebs- temperatur [°C]				
bis 50	Klüber Summit HySyn FG 32	Klüber Summit HySyn FG 68	Klüber Summit HySyn FG 32	Klüber Summit HySyn FG 68
bis 70	Klüber Summit HySyn FG 68	Klüberoil 4 UH1-150 N	Klüber Summit HySyn FG 46	Klüber Summit HySyn FG 100
bis 90	Klüber Summit HySyn FG 100	Klüberoil 4 UH1-220 N	Klüber Summit HySyn FG 100	Klüberoil 4 UH1-220 N
-45 bis 50	Klüber Summit Hysyn FG 32	-	Klüber Summit HySyn FG 32	-
-40 bis 40	-	Klüber Summit HySyn FG 46	-	-
-40 bis 45	-	-	-	Klüber Summit HySyn FG 46



Auswahlbeispiel Schmieröle

In einer Tabliermaschine zur Herstellung von Fondant (weiche Zuckerbonbonart) ist die extruderartige Schnecke, die zum Transport der angewärmten Zuckermasse dient, in zwei ölgeschmierten Gleitlagern gelagert.

Da technisch nicht auszuschließen ist, dass gelegentlich durch Dichtungsleckage kleine Schmierölmengen in die Zuckermasse gelangen können, ist zur Schmierung der Lager unbedingt ein H1-Schmierstoff erforderlich.

Lagerdaten/ Betriebsverhältnisse

Lagerschalen-Innen-Ø:	D = 40 mm
Lagerschalenbreite:	B ₁ = 38 mm
Lagerschalenmaterial:	Rotguss (CuSnZn)
Drehzahl der Schnecke:	n = 4.000 min ⁻¹ = 66,6 s ⁻¹
Belastungskraft:	F = 500 N
Lager-Betriebstemperatur, gemessen:	ϑ = ca. 70 °C, konstant

Auswahl des erforderlichen Schmieröls

1a. Berechnung der mittleren Lagerbelastung p_m

$$p_m = \frac{F}{D \cdot B} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$p_m = \frac{500}{40 \cdot 38} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

1b. Berechnung der Gleitgeschwindigkeit v

$$v = d \cdot \pi \cdot n \text{ (m/s)}$$

$$v = 0,04 \cdot 3,14 \cdot 66,6$$

$$v = 8,4 \text{ m/s}$$

2. Ermitteln der Zusatzanforderungen

(Übersicht Seite 7)

Im hier vorliegenden Fall wird ein lebensmittelrechtlich unbedenkliches Schmieröl (Food Grade Lubricant) benötigt.

3. Auswahl aufgrund der Zusatzanforderungen

Zutreffende Auswahltable: Seite 12

4. Auswahl des erforderlichen Schmieröls

Die Tabelle auf Seite 12 ist in vier Auswahlbereiche eingeteilt. Der zutreffende Bereich ergibt sich aus den errechneten Werten für die Gleitgeschwindigkeit v und der mittleren Lagerbelastung p_m.

Gleitgeschwindigkeit v:	8,4 m/s: Wert fällt in Bereich v > 4 m/s
Lagerbelastung p:	p _m = 0,33 N/mm ² ; Wert fällt in Bereich p < 3 N/mm ²

Ergebnis: Bei einer konstanten Betriebstemperatur der Lager von ca. 70 °C ist das zutreffende Schmieröl Klüber Summit HySyn FG 46. Das empfohlene Schmieröl hat eine kinematische Viskosität von ca. 50 mm²/s bei 40 °C. Eine genaue Berechnung des Lagerfalles ergibt, dass die 32er-Viskosität von Klüber Summit HySyn FG 32 ebenfalls ausreichend ist. Dies liegt insbesondere an der Gleitgeschwindigkeit von mehr als 8 m/s. Für die Berechnung wurden die Viskositätsangaben aus der Produktinformation zugrundegelegt.

Kontrollieren Sie bitte die getroffene Schmierstoffauswahl anhand der Produktkenndaten in der Produktinformation, die Sie auf Anfrage bei Klüber Lubrication erhalten.

Öle für hydrodynamische Gleitlager

Umweltverträgliche Schmierstoffe für die Marineindustrie

Umweltverträgliche Schmierstoffe sind zum Beispiel in Wasserkraftwerken und im Marinebereich immer häufiger gefragt. Dabei profitiert nicht nur Ihr Unternehmensimage.

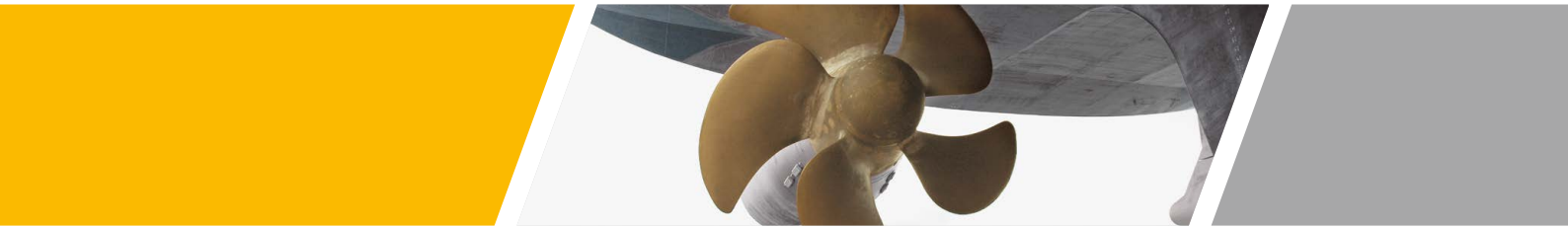
Vielmehr fordern gesetzliche Bestimmungen die Verwendung von solchen Schmierstoffen. Auch hierfür bietet Ihnen Klüber Lubrication die passenden Produktfamilien mit den geforderten Zulassungen und Registrierungen.

Biologisch vollständig abbaubare Schmieröle für hydrodynamische Gleitlager

Produkt von Klüber Lubrication	Produktmerkmale	Anwendungshinweise und Vorteile
Klüberbio RM 2-100, 150	Nicht toxische synthetische Esteröle mit guter Oxidationsstabilität und Dichtungsverträglichkeit, mit EU Ecolabel*	Entwickelt für Stevenrohrbuchsen von Propellerlagern in der Marineindustrie
Klüberbio EG 2-68, 100, 150	Nicht toxische synthetische Esteröle mit gutem Verschleißschutz, Oxidationsstabilität und Dichtungsverträglichkeit, mit EU Ecolabel*	Getriebeölsreihe, die verträglich ist mit den gängigen Gleitlagermetallen, z. B. für Wasserkraftwerke
Klübersynth GEM 2- 220, 320	Höher viskose synthetische Esteröle mit biologischer Abbaubarkeit im CEC-L-33-A-93-Test nach 21 Tagen > 70%	Getriebeölsreihe, die verträglich ist mit den gängigen Gleitlagermetallen mit hohem Verschleißschutz
Klüberbio C 2-46	Biologisch abbaubares Esteröl mit gutem Tieftemperaturverhalten aufgrund der niedrigen Viskosität	Entwickelt für Fahrtreppenketten, aber auch verwendbar in der Land- und Forstwirtschaft, z. B. für Kettensägen

Die Produkte sind in verschiedenen Viskositäten erhältlich. Die Auswahl der passenden Viskosität richtet sich nach den Anwendungsparametern wie Gleitgeschwindigkeit und Temperatur.

* Die biologische Abbaubarkeit beträgt gemäß OECD 301 F $\geq 60\%$ nach 28 Tagen. Zusätzlich stammen sie zu $> 90\%$ aus nachwachsenden Rohstoffen und tragen das EU Ecolabel.



Klüüberbio RM 2-100 und Klüüberbio RM 2-150 sind Stevenrohröle auf synthetischer Esterölbasis mit guter Alterungsstabilität. Sie wurden entwickelt für Propellerlaufbuchsen aus Weißmetall und von führenden Propellerwellendichtungsherstellern auf ihre Verträglichkeit geprüft und freigegeben.

Klüüberbio RM Öle stammen zu über 90 % aus nachwachsenden Rohstoffen und tragen das EU Ecolabel.

Die einfache Art der Ölzustandsüberprüfung für niedrig legierte Polyalphaolefine-Öltypen

Das Klüüber Summit T.A.N.-Kit wurde zur einfachen und schnellen Bestimmung der Neutralisationszahl und der Ölalterung von niedrig legierten Ölen auf Basis von Mineralöl oder Polyalphaolefin direkt vor Ort entwickelt. Durch Farbveränderung zeigt das T.A.N.-Kit schon bei einer Probengröße von 1 ml sofort den Zustand des Öls an. Die Säurezahl (Total Acid Number, TAN) gibt die Menge der Base in mg KOH (Kaliumhydroxid) pro g Öl an, die benötigt wird, um die im Öl enthaltenen Säuren zu neutralisieren.

Es misst die Neutralisationszahl im Bereich von 0 bis 2 mg KOH/g. Es sollte nicht für Öle mit einer Neutralisationszahl über 2,0 mg KOH/g (im Frischöl) verwendet werden, weil dort andere Einflüsse das Ergebnis verfälschen können.



EU Ecolabel



Das EU Ecolabel ist ein Zeichen für die besondere Umweltfreundlichkeit von Produkten und Dienstleistungen, die hohe Umweltstandards über ihren gesamten Lebenszyklus von der Rohstoffgewinnung über die Produktion und Verbreitung bis hin zur Entsorgung erfüllen.

Ölanalyseprogramm

Klüüber Lubrication möchte Ihnen mit dem Ölanalyseprogramm auch nach dem Kauf Service bieten. Sie können das Ölanalyseprogramm nutzen, um einen Gesamtüberblick über die physikalischen und chemischen Merkmale des Schmierstoffs im Gebrauch zu erhalten.

Durch die Analyse können Schmierstoffalterung zuverlässig festgestellt und Maschinenstörungen entdeckt werden, bevor sie ernsthafte Probleme und teure Reparaturen verursachen.

Schmierfette für Gleitlager unter Mischreibungsbedingungen

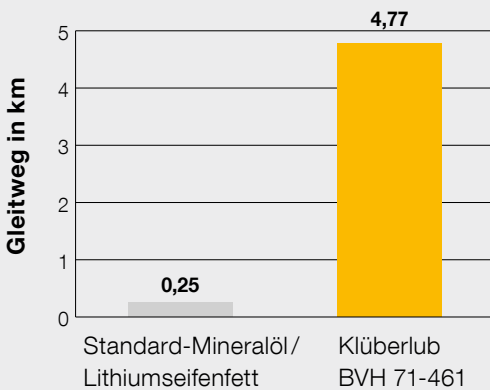
Für fettgeschmierte Metall- und Kunststoffgleitlager stellt Klüber Lubrication Ihnen ein umfassendes Produktsortiment bereit, dessen Vorzüge zur Gleitlagerschmierung wir durch praxisnahe Versuche ermittelt haben. Im Vordergrund steht hier der verschleißarme Betrieb über lange Laufzeiten.

Am Gleitlagerprüfstand der Fachhochschule Zwickau wurden fettgeschmierte Bronzegleitlager getestet.

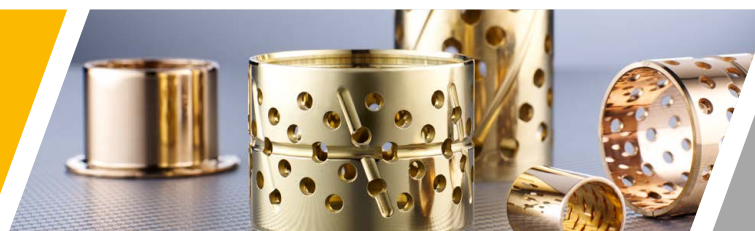
Unter typischen Mischreibungsbedingungen zeigte sich hierbei eine 10fach höhere Laufzeit mit dem Speziialschmierfett **Klüberlub BVH 71-461** im Vergleich zu einem herkömmlichen Gleitlagerfett auf Basis Mineralöl/Lithiumseife. Gründe hierfür sind ein guter Verschleißschutz, optimaler Schmierfilmaufbau und hervorragende Verträglichkeit zwischen dem Lagermetall und dem Schmierfett, die aus dem speziell additvierten Fettkonzept resultieren.



Testergebnis Gleitlagerprüfstand, Klüber Lubrication in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Zwickau



Raumtemperatur als Umgebungstemperatur
Lagertemperatur: 40 bis 60 °C
 $p = 50 \text{ N/mm}^2$
 $v = 0,01 \text{ m/s}$
Gleitlager: CARO Bronze
Welle: rotierend, Stahl 1.3349, Härte 46HRC,
Rauheit Rz 2,5
Versuch wird abgebrochen, wenn Reibwert $\mu > 0,2$



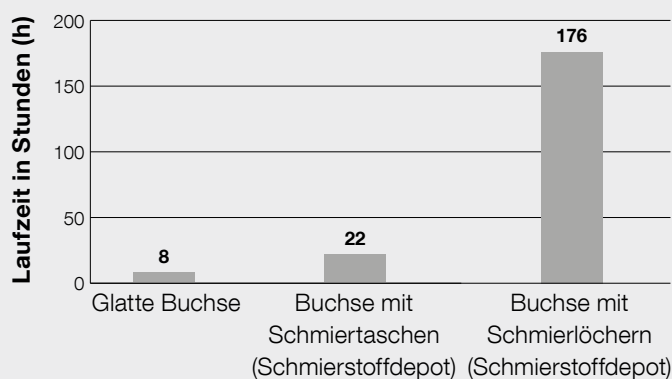
Symbiose von Gleitlager und Schmierstoff

Für Wieland-Bronze-Gleitlager hat Klüber Lubrication das Spezial-schmierfett **Klüberplex SK 12** entwickelt. Langjährige Erfahrung zeigt: Vor allem bei gelochten Wieland-Buchsen mit erhöhtem Schmierstoffdepot kann Klüberplex SK 12 seine Leistungsfähigkeit voll ausspielen und sorgt für lange Laufzeiten, zum Teil sogar ohne Nachschmierung, was den Wartungsaufwand erheblich senkt.

Fazit:

Ein passendes Schmierfett in Kombination mit einem angemessenen Fettdepot und einer Lagerabdichtung ist die beste Lösung für eine Langzeitschmierung oder lange Nachschmierintervalle.

Testergebnis Gleitlagerprüfstand



$p = 23 \text{ N/mm}^2$
 Schwenkwinkel = 60°C
 $v_m = 0,05 \text{ m/s}$
 Raumtemperatur
 Stahlwelle
 Bronzeleitlager von Wieland Werke Ulm,
 bevorzugt geschmiert mit Klüberplex SK 12

Auswahlbeispiel

Gesucht wird ein Schmierfett zur Schmierung der Gleitlagerungen von Kalender-Walzen, die in einer Produktionsanlage zur Gummierstellung eingesetzt werden. Bedingungen: sehr niedrige Walzendrehzahl in Verbindung mit hoher Lagerbelastung und hoher Lagertemperatur.

Auswahl des Schmierfettes:

Einsatz der Kalender im allgemeinen Maschinen-/Anlagenbau.

Siehe zugehörige Tabelle Schmierfette, Seite 18/19, Spalte Anwendungsgebiete, Auswahlbereich: Gleitgeschwindigkeit $< 1 \text{ m/s}$, maximale Flächenpressung ca. 100 N/mm^2 , Gebrauchstemperaturbereich -20 bis 160°C

Lagerdaten/ Betriebsverhältnisse:

Lagerbohrung:	D = 295 mm
Lagerbreite:	B = 320 mm
Lagerauflfläche:	glatt
Lagermaterial:	Bronze
Betriebsdrehzahl:	$n = 4 \text{ min}^{-1}$
Lagerbelastung, radial:	F = 685,7 kN
Lagertemperatur:	T = 145°C
Medienbeständigkeit des Schmierstoffes:	gegen Natronlauge
Schmierungsverfahren:	kontinuierlich über automatischen Schmierstoffgeber

Ergebnis:

Für dieses Beispiel passendes Schmierfett: Klüberlub BVH 71-461

Übrigens: Alle in der Tabelle auf Seite 18/19 zur Auswahl stehenden Gleitlagerschmierfette sind Hochleistungsschmierstoffe. Reibwertmessungen an Prüflagern bei Raumtemperatur (25°C) haben ergeben, dass auch bei ungünstigsten Betriebsparametern, z. B. $v = 0,01 \text{ m/s}$, $p = 50 \text{ N/mm}^2$, niedrige Reibwerte und Temperaturen erreicht werden. Somit trägt das passende Schmierfett zur langen Bauteillebensdauer bei.

Schmierfette für Gleitlager unter Mischreibungsbedingungen

Die richtige Entscheidung für ein Gleitlagerschmierfett fällt Ihnen mit der Auswahltabelle nicht schwer. Beachten Sie dazu bitte folgende Auswahlkriterien, um die größtmögliche Leistungsfähigkeit der Lager für die geplante Lebensdauer sicherzustellen:

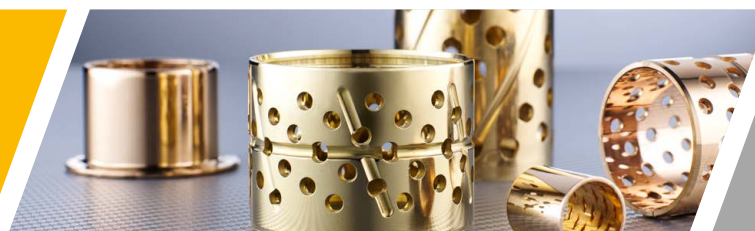
Zulässige Lagerbelastung: abhängig von Lagerwerkstoff und Lagergeometrie

Hinweis: Hohe Flächenpressungen in Verbindung mit niedriger Geschwindigkeit – z. B. beim Anfahren und Abstoppen – ergeben Mischreibung, also partiellen Kontakt der Reibkörper. Unter diesen Bedingungen zeigen die Spezialschmierstoffe niedrigen Verschleiß und lange Schmierstoffgebrauchsdauer bzw. Lagerlebensdauer.

Anwendungsgebiete	Gleitgeschwindigkeit [m/s]	Max. Flächen- pressung [N/mm ²]	Gebrauchs- temperatur) [°C] ⁵	Produkt
Allgemeiner Maschinen-, Anlagen-, Geräte- und Fahrzeugbau	< 1	ca. 100	-20 bis 160	Klüberlub BVH 71-461
			-40 bis 140	Klüberplex SK 12
			-20 bis 160	Klüberlub BE 71-501
			-30 bis 140	Klüberlub BEM 41-122
			-20 bis 140	Klüberlub BE 41-542
			-30 bis 180	PETAMO GHY 441
			-40 bis 150	POLYLUB GLY 501
			-40 bis 260	Klüberalfa BHR 53-402
Maschinen und Anlagen in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie	< 1	ca. 100	-50 bis 150	POLYLUB GLY 151
			-50 bis 130	Klübersynth LR 44-21
			-35 bis 120	Klüberfood NH 94-301
Maschinen-, Anlagen-, Geräte- und Fahrzeugbau, wo Schmierstoffkontakt mit der Umwelt erfolgen kann (zum Beispiel Wasserkraftwerke, Landwirtschaft, Bergbau, Schiffslager)	< 1	ca. 100	-5 bis 140	Klübersynth UH1 64-1302
			-40 bis 120	Klübersynth UH1 14-151
			-30 bis 100	Klüberbio LG 39-701N
Maschinen-, Anlagen-, Geräte- und Fahrzeugbau, wo Schmierstoffkontakt mit der Umwelt erfolgen kann (zum Beispiel Wasserkraftwerke, Landwirtschaft, Bergbau, Schiffslager)	>= 1	ca. 10	-40 bis 120	Klüberbio BM 32-142
			-40 bis 120	Klüberbio BM 32-142

¹ Dieser Schmierstoff ist NSF-H1-registriert und damit konform mit FDA 21 CFR § 178.3570. Der Schmierstoff wurde für den unvorhersehbaren Kontakt mit Produkten und Verpackungen in der Lebensmittel-, Kosmetik-, Arzneimittel- oder Tierfutterindustrie entwickelt. Die Verwendung dieses Schmierstoffs leistet dabei einen Beitrag zur Erhöhung der Zuverlässigkeit Ihrer Produktionsprozesse. Wir empfehlen jedoch, zusätzlich eine Risikoanalyse, z. B. HACCP, durchzuführen.

² Aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzungen innerhalb der Elastomer- und Kunststofffamilien ist es notwendig, vor Serienanwendung die Elastomer- und Kunststoffverträglichkeit zu prüfen.



Tipp:

Beständigkeit/ Abdichtung gegenüber Medien: Zum Vergleich der verschiedenen Schmierfette dient die Prüfung der Wasserbeständigkeit nach DIN 51807 T1, 3 h/90 °C. Je niedriger der Wert der Bewertungsstufe, desto besser ist die Wasserbeständigkeit (d. h.: 0 = der beste Wert)

Produktmerkmale (Aufbau oder wofür entwickelt)	Anwendungshinweise und Vorteile
Der favorisierte Gleitlagerschmierstoff für hohe Gebrauchsdauer und lange Nachschmierintervalle	Universell verwendbar für Gleitlager unter Mischreibungsbedingungen
Spezierschmierstoff für mittlere Gebrauchsdauer und lange Nachschmierintervalle mit hervorragender Medienbeständigkeit	Speziell entwickelt für langsam laufende und oszillierende Bronzegleitlager (CuSn8) mit Schmierdepot für Baumaschinen und Landwirtschaft
Reibungsoptimiertes Spezierschmierfett mit hervorragendem Verschleißschutz, vor allem bei Stoßbelastung	Speziell entwickelt für hoch belastete Bronzegleitlager in Schmiedepressen, gut förderbar in Zentralschmieranlagen ⁴
Bevorzugt für Gelenklager Stahl/Stahl	Verbesserte Funktionalität und Langzeitschmierung durch Ausbildung einer verschleißfesten Triboschutzschicht
Alternative zu Klüberlub BVH 71-461 mit festerer Einstellung (NLGI 2)	Entspricht der häufig geforderten Norm für Lagerschmierstoffe DIN 51825 als KP2N-20 Fett
Alternative zu Klüberlub BVH 71-461 für höhere Umgebungstemperaturen	Langzeitbeständigkeit und somit verlängerte Nachschmierintervalle auch bei höheren Temperaturen
Speziell für Kunststoffgleitlager ² , auch in anderen Grundölviskositäten verfügbar	Erleichtert Produktauswahl durch gute Verträglichkeit mit vielen Kunststoffen
Hochtemperatur-Langzeitschmierfett mit weitgehend neutralem Verhalten gegenüber vielen Werkstoffen (Metalle, Kunststoffe) ²	Erhebliche Schmiermengenreduzierung dank „For-Life-Schmierung“
Bevorzugt für Kunststoffgleitlager ² wegen der guten Verträglichkeit	Universell verwendbar für Standardanwendungen und Automotive
Bevorzugt für Kunststoffgleitlager ² wegen der guten Verträglichkeit	Universell verwendbar für Standardanwendungen und Automotive
Zulassung nach NSF H1 für Lebensmittel- und Pharmaindustrie ¹	Guter Korrosionsschutz und Verschleißschutz auch bei Mikrobewegungen, förderbar in Zentralschmieranlagen ⁴
Zulassung nach NSF H1 für Lebensmittel- und Pharmaindustrie ¹	Gute Wasserbeständigkeit und ausgeprägter Verschleißschutz sorgen für lange Lebensdauer
Zulassung nach NSF H1 für Lebensmittel- und Pharmaindustrie ¹	Gute Wasserbeständigkeit reduziert das Risiko von Lagerausfällen
Biologisch leicht abbaubares ³ Hochleistungsschmierfett, geringere Umweltbelastung bei Leckagen, mit Grundöl aus erneuerbaren Rohstoffen	Verlängerte Bauteillebensdauer und reduzierter Verschleiß aufgrund ausgewählter Additive und eines guten Haftvermögens
Biologisch leicht abbaubares ³ Hochleistungsschmierfett (EAL), besonders umweltfreundlich mit EU Ecolabel	Vielseitig verwendbar durch guten Verschleißschutz und Wasserbeständigkeit

³ Biologische Abbaubarkeit gemäß CEC-L-33-A-93. Der Umgang mit biologisch abbaubaren Produkten erfordert die gleiche Sorgfalt, wie sie bei herkömmlichen Schmierfetten angebracht ist. Jede vermeidbare Kontaminierung trägt zur Entlastung der Umwelt bei.

⁴ Die Förderbarkeit in Zentralschmieranlagen ist grundsätzlich gegeben. Bitte beachten Sie jedoch, dass aufgrund unterschiedlicher Anlagenkonfigurationen und Anwendungsbedingungen eine Klärung der Förderbarkeit im konkreten Fall notwendig ist. Gerne sind wir bereit, Sie hierbei zu unterstützen.

⁵ Gebrauchstemperaturbereich: Die Gebrauchstemperaturangaben sind Anhaltswerte, die die Anwendung des Schmierstoffes für Gleitlager berücksichtigen und von den jeweiligen Betriebsbedingungen abhängen.

Gleitlacke

Die trockene Schmierung ist überall dort von Vorteil, wo sich aufgrund geringer Gleitgeschwindigkeit kein hydrodynamisch tragender Schmierstofffilm aufbauen kann und somit keine vollständige Trennung der Reibpartner stattfindet. Erst nach der Applikation eines Gleitlackes oder einer selbstschmierenden Gleitschicht befindet sich ein funktionsfähiger Trennfilm zwischen den Gleitflächen – und zwar von Beginn an.

Auch bei extremen Betriebsbedingungen wie sehr hohen Temperaturen, Vakuum oder Chemikalieneinfluss helfen sie Ihnen wirkungsvoll, drohenden Verschleiß zu reduzieren und die Reibpartner zu schützen.

Gleitlacke werden – nach vorherigem Test – zur Lebensdauer-schmierung angewendet, dienen aber auch häufig als sogenannte Sandwichschmierung (= Gleitlack in Kombination mit einem flüssigen Schmierstoff wie Öl oder Fett) als Einlaufhilfe oder zur Schadensbehebung. Zusätzliches Plus: Die zur

Schadensbehebung verwendeten Trockenschmierstoffe bieten im weiteren Betrieb durch ihr Verhalten im Notlauf Schutz bei Mangelschmierung – so vermindern sie die Gefahr neuer Gleitflächenbeschädigungen.

Tipp:

Die Haftung und Gebrauchsdauer von Gleitlackfilmen hängt in erster Linie von der Vorbehandlung der zu beschichtenden Teile, der Applikation der Gleitlacke, der sorgfältigen Aushärtung der Lackschichten und der Handhabung der Teile ab. Bitte beachten Sie deshalb vor der Anwendung eines Gleitlackes die jeweilige Produktinformation, die wir Ihnen auf Anfrage zusenden. Selbstverständlich können Sie auch die Erfahrung unserer Gleitlackentwickler und Anwendungstechniker nutzen. Oder kontaktieren Sie unsere kompetenten Beschichtungspartner vor Ort.

Tribologisch optimierte Gleitlager durch Gleitlackbeschichtungen

Die Auswahl des passenden Gleitlackes für Ihr Gleitlager erfolgt unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen:

- Temperatur, Gleitgeschwindigkeit, Belastung
- Vakuum, sehr niedrige Reibungszahl. Für Kunststoffgleitlager werden die Bindemittel des Gleitlackes im Hinblick auf die Verträglichkeit, Elastizität und Haftfestigkeit an das Gleitlagermaterial angepasst.

Wir empfehlen, insbesondere vor Serienanwendung die Beständigkeit der mit dem Gleitlack zu beschichtenden Werkstoffe zu prüfen (unsere Prüfergebnisse basieren auf Messungen an Stichproben und entbinden nicht von der Prüfung für eigene Anwendungen).

Somit bieten wir Ihnen optimale Lösungen für Kunststoffgleitlager oder metallische Gleitlager. Lesen Sie dazu bitte auch die Produkt-Kurzbeschreibungen in der Tabelle „Gleitlacke“.

Anwendungsgebiete	Produkt	Produktmerkmale	Anwendungshinweise und Vorteile
Buchsen und Gleitlagerschalen für Verbrennungsmotoren sowie andere Kolbenmaschinen, z. B. als Hauptlager, Pleuellager und Kreuzkopflager sowie für die Lagerung von Nocken- und Steuerwellen	Klübertop TG 05 N	Gute Haftung und Verschleißschutz auf metallischen Gleitoberflächen durch hitzehärtendes Bindersystem	Ermöglicht sichere Bauteilfunktion, besonders für Notlauf- und Einlaufschmierung in Kombination mit Ölschmierung
Gleitpaarungen aus Metall/Metall und Metall/Kunststoff z. B. in der Automobil- und Antriebstechnik	Gleitpan HN	Gute Haftung und Verschleißschutz auf metallischen Gleitoberflächen durch PTFE-Partikel und hitzehärtendes Bindersystem	Ermöglicht Lebensdauerschmierung bei niedrigen Lasten und Geschwindigkeiten, auch ohne zusätzliche Schmierung. Wird für die Beschichtung von Magnetankern und Klimakompressor Kolben verwendet
Gleitpaarungen aus Metall/Metall z. B. in der Automobil- und Antriebstechnik	Klübertop TM 06-111	Ruckfreies Gleiten und sehr guter Verschleißschutz, vor allem auf zinkphosphatierten Oberflächen	Ermöglicht Langzeitschutz bei hohen Lasten
Metallische Gleitlager und Führungen für die Luft- und Raumfahrtindustrie	UNIMOLY C 220	Luftfeuchtigkeitshärtender Gleitlack, auch als Spray verfügbar für einfache Applizierbarkeit	Leistungsfähige Trockenschmierung bei Hochvakuum und extrem weitem Gebrauchstemperaturbereich

Die Gleitlackauswahl ist abhängig von der Bauteilgeometrie, dem Material sowie der Anwendung, den Betriebsbedingungen und erforderlichen Auftragsverfahren. Weitere Produkte auf Anfrage und in unserer Gleitlackbroschüre auf unserer Website klueber.com erhältlich.



Anwendungsbeispiel: Lagereinlauf beim LKW-Motor mit Gleitlack und Betriebsschmierstoff

Für die Gleitlagerung der Nockenwelle in einem LKW-Dieselmotor wird ein Gleitlack gesucht, der

1. in Verbindung mit dem Betriebsschmierstoff (Motorenöl) den Lagereinlauf verbessert und Initialschäden an den Gleitflächen während der Einlaufphase verhindert,
2. die Schmierung während des Startvorgangs unterstützt, bis Motorenöl an die Reibstellen gelangt ist und sich ein hydrodynamischer Schmierfilm aufgebaut hat.

Lagerdaten / Betriebsverhältnisse:

Lagerschale, Innen-Ø	50 mm
Breite:	32 mm
Werkstoffpaarung:	Stahl/Stahl
Betriebstemperatur:	-40 bis 120 °C
Belastung p:	schwingend bis stoßartig, 6...8 N/mm ²

Ergebnis:

Ein sehr leistungsfähiger Gleitlack für Lagerschalen aus Stahl ist Klübertop TG 05 N. Es ist ein Gleitlack mit hoher Gebrauchsdauer, Verschleißfestigkeit bei Notlauf, Beständigkeit gegen Schmieröl und mit Grafit als Festschmierstoffbasis.

Kosten-Nutzen-Berechnung

Anwendungsgebiet: Nockenwellen-Gleitlager in Dieselmotoren, 4 Zylinder, 3.000 cm³ Hubraum
Anforderung: Einlauf ohne Verschleiß der Gleitlager

	Gleitlager ohne Beschichtung	Gleitlager beschichtet mit Klübertop TG 05 N
Anzahl NW-Lager pro Dieselmotor	5	5
Anzahl Dieselmotore p. a.	60.000	60.000
Beschichtungskosten pro Lager (€)	-	0,80
Beschichtungskosten für Gesamtmenge (€)	-	240.000,-
Einlaufzeit pro Motor (min.)	60	10
Einlaufzeit für Jahreslos (h)	60.000	10.000
Kosten für Einlauf bei ca. 100,- p. h. (€)	6.000.000,-	1.000.000,-
Kosten für Einlauf (€)	6.000.000,-	1.240.000,-
Einsparung (€)		4.760.000,-

Tipp:

Um eine möglichst optimale Oberflächenqualität zu erzielen, empfehlen wir Ihnen, den Lagereinlauf nur bei reduzierter Belastung durchzuführen (ca. 1/3 Nennlast und 1/3 Nenn-drehzahl).

Realisieren Sie Ihre Potentiale zur Effizienzsteigerung

KlüberEfficiencySupport

EfficiencyManager

KlüberEnergy Energieeffizienz



Services zur Optimierung der Energieeffizienz Ihrer Schmierstoff-Applikation. Nachweis der konkreten Einsparungen.

KlüberMaintain Instandhaltungsoptimierung



Unterstützung für Ihr Schmierstoff-Management und Ihre Instandhaltungs-Programme / TPM¹⁾ in Bezug auf Schmierstoffe und die dafür notwendigen Wartungstätigkeiten.

Service-Online-Portal

KlüberMonitor Produktivitätssteigerung



Gesteigerte Produktivität durch Optimierungsempfehlungen. Basis hierfür sind tribologische Analysen Ihrer Applikationen sowie Prüfstandsuntersuchungen.

KlüberRenew Bauteileffizienz



Services zur Verlängerung der Lebensdauer Ihrer kostenintensiven Verschleißteile im Großantriebs- und Kettenbereich sowie zugehöriges Training.

KlüberCollege – Personalqualifizierung

Diese von Klüber Lubrication entwickelte, vielfach bewährte Methodik stellt einen mehrstufigen, systematischen Analyseansatz dar. Gemeinsam mit Ihnen identifizieren wir damit bereits frühzeitig Ihre Anforderungen, um darauf aufbauend Optimierungspotenziale gemeinsam mit Ihnen umzusetzen. Zum Darstellen dieser Resultate bieten wir Ihnen unsere Instandhaltungssoftware, den EfficiencyManager, mit dem Ihre Mitarbeiter in der Lage sind, alle produktionsrelevanten Prozesse effizient zu verwalten. Dieses Online-Portal verbindet alle Services von Klüber Lubrication unter einem Dach und sorgt für Transparenz bei den immer komplexer werdenden Anforderungen in einer Smart Factory.



¹ TPM: Total Productive Maintenance

Herausgeber und Copyright:
Klüber Lubrication München SE & Co. KG

Nachdruck, auch auszugsweise, nur bei Quellenangabe und Zusendung eines Belegexemplars und nur nach Absprache mit Klüber Lubrication München SE & Co. KG gestattet.

Die Angaben in diesem Dokument basieren auf unseren allgemeinen Erfahrungen und Kenntnissen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Sie sollen dem technisch erfahrenen Leser Hinweise für mögliche Anwendungen geben. Die Angaben beinhalten jedoch keine Zusicherung von Eigenschaften und keine Garantie der Eignung des Produkts für den Einzelfall. Sie entbinden den Anwender nicht davon, das ausgewählte Produkt vorher in der Anwendung zu testen. Alle Angaben sind Richtwerte, die sich am Schmierstoffaufbau, am vorgegebenen Einsatzzweck und an der Anwendungstechnik orientieren. Schmierstoffe ändern je nach Art der mechanischen, dynamischen, chemischen und thermischen Beanspruchung druck- und zeitabhängig ihre technischen Werte. Diese Veränderungen können Einfluss auf die Funktion von Bauteilen nehmen. Wir empfehlen grundsätzlich ein individuelles Beratungsgespräch und stellen auf Wunsch und nach Möglichkeit gerne Proben für Tests zur Verfügung.

Produkte von Klüber Lubrication werden kontinuierlich weiterentwickelt. Deshalb behält sich Klüber Lubrication das Recht vor, alle technischen Daten in diesem Dokument jederzeit und ohne Vorankündigung zu ändern.

Klüber Lubrication München SE & Co. KG
Geisenhausenerstraße 7
81379 München
Deutschland

Amtsgericht München
HRA 46624

Bildquellen:

Seite 11: © Sylvain COLLET, www.fotolia.com;

Seite 13: © Erwin Wodicka, www.BilderBox.com, www.fotolia.com;

Seite 15: © Ivelin Ivanov, www.fotolia.com;

Seite 15: © UTOUP

www.klueber.com

Klüber Lubrication – your global specialist

Unsere Leidenschaft sind innovative tribologische Lösungen. Durch persönliche Betreuung und Beratung helfen wir unseren Kunden, erfolgreich zu sein – weltweit, in allen Industrien, in allen Märkten. Mit anspruchsvollen ingenieurtechnischen Konzepten und erfahrenen, kompetenten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern meistern wir seit über 85 Jahren die wachsenden Anforderungen an leistungsfähige und wirtschaftliche Spezialschmierstoffe.