

MOLYDUVAL® Spezialschmierstoffe



MOLYDUVAL Long-Life & Co Spezialfette für Wälzlager

MOLYDUVAL ist Hersteller von Spezialschmierstoffen seit über 50 Jahren. In der Entstehungsgeschichte von MOLYDUVAL lag der Schwerpunkt zunächst bei feststoffhaltigen Schmierpasten. Diese verfügen über bemerkenswerte Eigenschaften in bezug auf Druckaufnahmefähigkeit, Reibungskoeffizient, Verschleißverhalten, Metallaffinität und Alterungsbeständigkeit. Die außergewöhnlich Schmierwirkung beruht auf Bildung festhaftender, extrem druckbeständigen Zwischenfilme, die eine Berührung der gleitenden Flächen verhindern. Die Anwendung ist daher überall da von Vorteil, wo hohe Drücke und extreme Belastungen auftreten sowie Notlauf- oder Langzeitschmierung angestrebt wird.

In den 80er und 90er Jahren wurde die Produktion um synthetische Öle und Fette erweitert. Diese können gegenüber Mineralölprodukten einige Vorteile haben, wie bessere Hoch- oder Tieftemperaturbeständigkeit, bessere Dichtungsverträglichkeit, oder sie erfüllen Anforderungen wie Lebensmittelverträglichkeit und Chemikalienbeständigkeit. Auch in derartige Schmierstoffe werden häufig Festschmierstoffe wie PTFE oder MoS₂ eingearbeitet.

MOLYDUVAL ist heute ein stetig expandierendes, jung gebliebenes, aber unabhängiges Unternehmen. Wir sind ständig bemüht die Produktionskapazitäten zu erweitern, die Anlagen zu modernisieren und einen guten Service zu bieten. Ein junges Team freundlicher Mitarbeiter steht Ihnen zur Verfügung.

1	Allgemeines zu Schmierfetten	2
2	Arten von Wälzlagerfetten	2
2.1	MOLYDUVAL Langzeitfette	3
2.2	MOLYDUVAL Hochdruckfette	4
2.3	MOLYDUVAL Hochtemperaturfette	5
2.4	MOLYDUVAL Hochgeschwindigkeitsfette	7
2.5	MOLYDUVAL Tieftemperaturfette	8
2.6	MOLYDUVAL Instrumentenfette	9
3	Fettauswahl	9
4	Versorgung der Lager mit Fett	12
4.1	Lagerreinigung	12
4.2	Erstbefettung	12
4.3	Schmierfristen und Nachschmierung	12
5	Wälzlager -Schäden	14
5.1	Allgemeines	14
5.2	Schadensbilder	14
1.1.1	Verschleiß	14
1.1.1.1	Verschleiß durch Kontamination von Außen ...	14
1.1.1.2	Verschleiß durch Überlastung	14
1.1.2	Ermüdung	15
1.1.3	Korrosion	16
1.1.4	Heißlaufschäden	17

1 Allgemeines zu Schmierfetten

Schmierfette sind konsistente Schmierstoffe. Sie bestehen aus einem **Grundöl** (Mineralöl oder Syntheseöl), einem **Dickungsmittel** und **Wirkstoffen** (Additiven).



Die Hauptaufgabe eines Wälzlagerfettes ist es, einen temperatur- und druckbeständigen Schmierfilm zwischen Laufbahnen und Wälzkörpern zu bilden, der die unmittelbare Berührung der metallischen Flächen verhindert. Außerdem muß das Lager vor Korrosion und vor dem Eindringen von Schmutz geschützt werden. Wälzlagerfette haben gegenüber Wälzlager-Schmierölen folgende Vorteile:

- Sie fließen nicht aus dem Lager heraus
- Sie schützen das Lager gegen Eindringen von Schmutz, Feuchtigkeit und Wasser
- Sie besitzen bessere Schmierfähigkeit im Misch- und Grenzreibungsgebiet, d.h. wenn sich kein geschlossener, die Gleitflächen trennender Schmierfilm bilden kann
- Der konstruktive Aufwand zur Gewährleistung der Schmierung kann geringer sein

Nachteilig sind die fehlende Kühl- und Reinigungswirkung der Wälzlagerfette und, bei kontinuierlicher Nachschmierung, ein höherer Aufwand für die Förderung des Fettes zur Schmierstelle.

2 Arten von Wälzlagerfetten

Abhängig vom Einsatzgebiet und damit von den Betriebsbedingungen Temperatur, Drehzahl und Umgebungseinflüssen der zu schmierenden Wälzlager werden unterschiedliche Anforderungen an die Wälzlagerfette gestellt. Durch geeignete Wahl von Grundöl, Eindicker und Additiven können Wälzlagerfette hergestellt werden, die sich für bestimmte Einsatzgebiete besonders gut eignen, z.B.

Langzeitfette

Langzeitfette sind Wälzlagerfette für lange Schmierzeiten. Sie besitzen eine sehr gute Walkstabilität, d.h. auch nach langen Betriebszeiten werden die Fette nicht weicher. Außerdem sind Langzeitfette sehr oxidationsstabil, auch bei hohen Temperaturen "altert" das Grundöl infolge Oxidation nur wenig.

Hochdruckfette

Hochdruckfette sind bei hoher spezifischer Lagerbelastung zu wählen. EP-Zusätze wie Schwefel- oder Phosphorverbindungen und/oder Festschmierstoffe wie MoS₂ (Molybdändisulfid) oder Graphit sind besonders druckaufnahmefähig. Letztere gewährleisten sogar Notlaufschmierung, falls das Schmierfett versagen sollte. Die Zusätze reagieren unter Belastung an den Rauigkeitsspitzen mit den metallischen Oberflächen und verhindern dadurch Metall - Metall - Kontakt. Hochdruckfette werden nach DIN 51502 durch die Kennbuchstaben KP gekennzeichnet.

Hochtemperaturfette

Bei hohen Temperaturen werden manche Fette weich (Tropfpunkt) und es besteht die Gefahr, dass sie aus dem Lager laufen. Bei Betriebstemperaturen von über 140°C sollten Hochtemperaturfette eingesetzt werden. Wegen der relativ niedrigen Temperaturstabilität von Mineralölen werden in diesem Bereich fast ausschließlich synthetische Grundöle eingesetzt. Auch der Eindicker des Fettes ist speziell auszuwählen, da einige Eindicker bei hohen Temperaturen zerstört werden und das Fett aus dem Lager laufen könnte, andere hingegen bei hohen Temperaturen zu Rückstandsbildung neigen. Hochtemperaturfette werden nach DIN 51502 durch die Kennbuchstaben KH gekennzeichnet

Hochgeschwindigkeitsfette

Bei hohen Drehzahlen und den daraus folgenden hohen Relativgeschwindigkeiten zwischen den Reibpartnern ist die Bildung eines Schmierfilms nur mit sehr niedrigviskosen Grundölen möglich. Hochgeschwindigkeitslager werden daher häufig mit Öl geschmiert. Bei Fettschmierung sind bei Überschreiten der vom Lagerhersteller angegebenen Grenzdrehzahl Hochgeschwindigkeitsfette erforderlich.

Tiefemperaturfette

Bei sehr tiefen Temperaturen werden normale Schmierfette steif und verlieren ihre Schmierfähigkeit. Besonders bei tiefen Anlauftemperaturen und gleichzeitig niedrigen Lagerbelastungen sind Grundöle mit niedrigem

Stockpunkt erforderlich. Je tiefer die Temperatur umso eher ist ein Fett auf Basis eines Syntheseöles zu bevorzugen.

Instrumentenfette

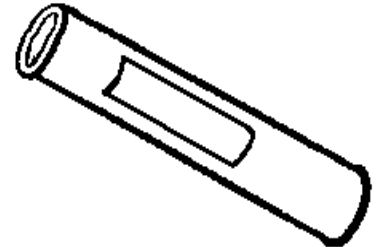
Instrumentenfette sind Wälzlagerfette für feinmechanische und Präzisionsgeräte. Die Lager sind sehr klein, die Kräfte meist niedrig. Instrumentenfette zeichnen sich durch niedrige Anlaufmomente, geräuscharmen Lauf und sehr hohe Langzeitstabilität (Lebensdauerschmierung) aus.

2.1 MOLYDUVAL Langzeitfette

Für die Langzeitschmierung von Wälzlagern haben sich Fette auf Mineralölbasis bewährt. Um die Langzeitschmierung zu gewährleisten muß das Schmierfett den folgenden Anforderungen genügen:

- Es muß walkstabil sein, d.h. es darf auch nach langer Zeit nicht zu weich werden.
- Es muß verträglich sein mit den verwendeten Dichtungsmaterialien
- Es muß wasserbeständig sein, hier eignen sich besonders Li- und Al-Komplexfette
- Die Lagertemperatur muß unter der max. Gebrauchstemperatur des Fettes liegen

MOLYDUVAL Long-Life erfüllt viele Voraussetzungen hinreichend. In seinen verschiedenen Ausführungen hat es sich für die Langzeitschmierung von Wälzlagern in den letzten Jahren bestens bewährt. Mit Long-Life T 2 und Long-Life Z 2 stehen weiße Typen mit Festschmierstoffen zur Verfügung, Long-Life L 2 und L 1000 eignen sich für höhere Drücke, aber langsamere Bewegungen.



MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendung
Long-Life	Hellfarbiges Hochdruckfett für die Langzeitschmierung bei extremen Belastungen. Außergewöhnlich haftfest, besser wasserbeständig als herkömmliche Lithiumfette, zuverlässiger Korrosionsschutz, verhütet Passungsrost. Gutes Abdichtvermögen, Dichtungs- und O-Ring – verträglich, sehr gut walkstabil, weich und geschmeidig	<ul style="list-style-type: none"> • für Abfüll- und Verpackungsmaschinen aller Art z.B. Flaschenwaschmaschinen • für langsam und mittelschnell laufende Lager als Langzeitschmierstoff • für Bau- und Landmaschinen in rauhem Betrieb • für Kraftfahrzeuge: Radnaben, Kugelgelenke, Wasserpumpe u.s.w. • Wie Long-Life • Insbesondere für Wälzlager bei stoßweiser Belastung, Schwingungen und/oder staubiger oder feuchter Umgebung.
Long-Life T 2	Weißes Hochdruck - Haftfett mit PTFE für die Langzeitschmierung bei extremen Belastungen, insbesondere Schwingungsbeanspruchungen. Wasserbeständig, bietet Korrosionsschutz + Notlaufeigenschaften und schützt besser gegen Passungsrost als Schmierfette ohne PTFE.	<ul style="list-style-type: none"> • Wie Long-Life • Insbesondere für Wälzlager bei stoßweiser Belastung, Schwingungen und/oder staubiger oder feuchter Umgebung.
Long-Life Z 2	Schneeweißes Hochdruck - Haftfett für die Langzeitschmierung bei extremen Belastungen, insbesondere Schwingungsbeanspruchungen. Enthält eine Kombination synergetisch wirkender weißer Festschmierstoffe. Gut Wasserbeständig, bietet Korrosionsschutz. Schützt sehr gut gegen Passungsrost.	<ul style="list-style-type: none"> • Wie Long-Life • Insbesondere für Wälzlager bei stoßweiser Belastung, Schwingungen und/oder staubiger oder feuchter Umgebung.
Long-Life L 1000	Langzeitfett für die Schmierung bei langsamen Bewegungen, bei Schwingungsbeanspruchungen. Enthält ein sehr hochviskoses Grundöl, bietet guten Korrosionsschutz.	<ul style="list-style-type: none"> • Wie Long-Life • Insbesondere zur Lebensdauerschmierung von langsamlaufenden Lagern

Die folgende Tabelle vergleicht verschiedene MOLYDUVAL Langzeitfette.

Bezeichnung	Anwendung	Grundöl	Eindicker	Farbe	Temperatur	NLGI
Long-Life	Allgemein	Mineralöl	Spezial	Gelblich	-30°C -> +120/130°C	2
Long-Life T 2	Allgemein	Mineralöl	Spezial	Weiß	-30°C -> +120/130°C	2
Long-Life Z 2	Allgemein	Mineralöl	Spezial	Weiß	-30°C -> +120/130°C	2
Long-Life L 2	Allgemein	Mineralöl	Lithium	Gelblich	-30°C -> +130/150°C	2
Long-Life L 1000	Langsame Drehzahl	Mineralöl	Lithium	Gelblich	-25°C -> +140/150°C	2
Soraja C 532	Lebensmittelindustrie	Syntheseöl	Al-Komplex	transp. klar	-20°C -> +150°C	2
Bariplex	Schifffahrt	Mineralöl	Komplex	braun	-20°C -> +150°C	2
Rabilub 2	Biologisch abbaubar	Rapsöl	Li	braun	-15°C -> +120°C	2
Rabilub EP2 Synth	Biologisch abbaubar	Ester	Li	braun	-30°C -> +120°C	2
Polypan PA 2	Kunststofflager	PAO	Al-Komplex	gelb	-40°C -> 200°C	2

2.2 MOLYDUVAL Hochdruckfette

Bei hoher Lagerbelastung ($P/C > 0.1$) und konstruktiv bedingten Gleitreibungsanteilen im Lager ist der Einsatz von Hochdruckfetten, ggf. auch synthetischen, zu empfehlen. Diese Fette enthalten EP-Additive oder Festschmierstoffe zur Verschleißminderung und werden nach DIN 51825 T3 mit Schmierfette KP bezeichnet.



MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendung
Mona-Lisa	Mehrzweck - Hochdruckfett mit MoS_2 und anderen EP Zusätzen für stark druckbeanspruchte Fettschmierstellen und zur Langzeitschmierung. Gut wasserabweisend. Die Ausbildung von Festschmierstoffschichten auf den Metalloberflächen reduziert die Reibung und gewährleistet Feststoffschmierung bei Versagen der Ölträgerschmierung.	<ul style="list-style-type: none"> • für Wälz- und Gleitlager bei hohen Belastungen • zur Schmierung von Führungen und Gewindespindeln • zur Fahrgestellschmierung bei Fahrzeugen aller Art
Mona-Lisa 1000	Extrem - Hochdruckfett mit MoS_2 für stark druckbeanspruchte, langsamlaufende Lager. Enthält hochviskoses Basisöl. Gut wasserabweisend. Die Ausbildung von Festschmierstoffschichten auf den Metalloberflächen reduziert die Reibung und gewährleistet Feststoffschmierung bei Versagen der Ölträgerschmierung.	<ul style="list-style-type: none"> • für Wälz- und Gleitlager bei sehr hohen Belastungen insbesondere bei hohen Drücken, oszillierender Bewegung, stoßweiser Belastung und vor allem dann, wenn die Lager selten nachgeschmiert werden können (z.B. weil sie schwer zugänglich sind) • für Zahnräder, Führungen und Gewindespindeln, homokinetische Gelenke, Gelenkkreuze, Gelenklagerungen, Schiebestücke, Kuppungsausrücklager, Radlager, Federschwing- und Achsschenkellager • für Industrie-, Kfz-, Bau- und Landmaschinen bei rauhem Betrieb und feuchter Umgebung. • für Abfüll- und Verpackungsmaschinen aller Art
Long-Life PIT 17	Hellbraunes Hochdruck - Haftfett für die Langzeitschmierung bei extremen Belastungen und Feuchtigkeit/Wasser. Außergewöhnlich haftfest und langziehend, dichtet offene Lager nach außen ab, vollkommen wasserbeständig, zuverlässiger Korrosionsschutz	<ul style="list-style-type: none"> • für hochbelastete Wälz- und Gleitlager, auch bei hoher Belastung und hohen Temperaturen sowie in staubiger/feuchter Umgebung
Pegasus C 46	Spezielles Hochtemperaturfett mit MoS_2 mit bester Wasserbeständigkeit. Hoher Tropfpunkt. Bildet auch bei Überschreiten der maximalen Temperaturen keine Rückstände. Sehr gute Walkbeständigkeit. Breiter Anwendungsbereich! Weich und geschmeidig.	

MOLYDUVAL	Anwendung	Grundöl	Eindicker	Farbe	Temperatur	NLGI
Mona-Lisa	Hochdruck	Mineralöl	Lithium	Schwarz	-25°C -> +130/150°C	2
Mona-Lisa 1000	Hochdruck	Mineralöl	Lithium	Schwarz	-30°C -> +140/160°C	2
Pegasus C 46	Hochdruck + Hohe Temperaturen	Mineralöl	Al-Komplex	Schwarz	-30°C -> +180/200°C	2
Long-Life L 2	Hochdruck	Mineralöl	Lithium	Hellbraun	-30°C -> +130/150°C	2
Long-Life HD 2	Hochdruck	Mineralöl	Lithium	Braun	-30°C -> +130/150°C	2
Long-Life PIT 17	Hochdruck + Haftung	Mineralöl	Lithium	Braun	-30°C -> +120/130°C	2
Promicron LD 350	Feinmechanik	Syntheseöl	Lithium	Braun	-40°C -> +120°C	2

2.3 MOLYDUVAL Hochtemperaturfette

Mit zunehmender Temperatur werden die Schmierfette weicher. Bei Erreichen des Tropfpunktes werden sie fließfähig. Die höchste Lagertemperatur muß daher unterhalb des Tropfpunktes liegen. Mineralöl-Fette mit Seifeneindickern können bis +150°C, maximal bis +200°C eingesetzt werden.

Schmierfette mit anorganischen Eindickern (**Bentone- und Gelfette**) haben in der Regel keinen Tropfpunkt. Die höchste Lagertemperatur ist dann von der Beständigkeit der einzelnen Komponenten des Fettes abhängig. So kann sich z.B. bei hohen Lagertemperaturen das Grundöl zersetzen und polymere Rückstände bilden, die das Fett unbrauchbar machen. Durch Verwendung verschiedener synthetischer Grundöle können die Zersetzungstemperaturen und die Art der Rückstände entscheidend beeinflusst werden. Doch **Vorsicht : Bentone und Gelfette neigen zur Verhärtung**, wenn die obere Temperaturgrenze überschritten wird.

Eine Alternative zu diesen Bentonefetten bieten moderneren **Aluminium- und Lithium-Komplexfette**, die zwar einen Tropfpunkt haben, jedoch wesentlich weniger zu Verhärtung neigen. Auch **Polyurethanfette** zeigen bessere Stabilität und geringer Rückstandsbildung. Sie sind jedoch auf dem europäischen Markt (im Gegensatz zu den USA) recht selten, vermutlich weil sie wesentlich schwieriger herzustellen und dadurch teurer sind.

Hochtemperatur-**Silikonfette** sind auf der Basis von Silikonöl aufgebaut und bieten zwar gute Hochtemperatur-Stabilität, aber gegenüber den o.g. Fetten schlechtere Schmiereigenschaften. Sind im Vergleich zu Mineralöl-Fetten sehr teuer:

Schmierfette auf Basis von fluorierten **Polyalkylethern** zeigen hervorragende Hochtemperaturbeständigkeit, zudem auch Stabilität beim Einwirken von aggressiven Umgebungsmedien, wie Lösungsmitteln, Säuren und Laugen. Ihr Nachteil ist der hohe Preis, so dass ein wirtschaftlicher Einsatz i.V. zu oben genannten Fetten geprüft werden sollte:



MOLYDUVAL	Anwendung	Grundöl	Eindicker	Farbe	Temperatur	NLGI
Valenzia	Hohe Temperaturen	Mineralöl	Li-Komplex	hellbraun	-35°C -> +170°C	2
Pegasus C 6	Hohe Temperaturen	Mineralöl	Al-Komplex	braun	-30°C -> +180/200°C	2
Pegasus C 46	Hohe Drücke	Mineralöl	Al-Komplex	schwarz	-30°C -> +180/200°C	2
Bentogen 2	Hohe Temperaturen	Mineralöl	Bentone	hellbraun	-15°C -> +200°C	2
Duventon	Hohe Drücke	Mineralöl	Bentone	schwarz	-30°C -> +200°C	2
Alcudia M 2	Hohe Temperaturen	Mineralöl	Polyurethan	beige	-10°C -> +200°C	2
Alcudia MM 2	Hohe Drücke	Mineralöl	Polyurethan	schwarz	-10°C -> +200°C	2
Alcudia S 2	Hohe Temperaturen	Syntheseöl	Polyurethan	beige	-30°C -> +230°C	2
Pegasus KLE 2	Hohe Temperaturen	Syntheseöl	Li-Komplex	braun	-40°C -> +220°C	2
Pegasus KPA 2	Hohe Temperaturen	Syntheseöl	Al-Komplex	gelb	-40°C -> +200°C	2
Pegasus GBE 54	Hohe Temperaturen	Syntheseöl	Bentone	braun	-40°C -> +230°C	2
Pegasus GBM 54	Hohe Drücke	Syntheseöl	Bentone	schwarz	-40°C -> +230°C	2
Siligra HT 2	Geringe Drücke	Silikonöl	Bentone	Hell	-30°C -> +250°C	2
Siligra HTF 2	Geringe Drücke	Silikonöl	Bentone	Schwarz	-30°C -> +250°C	2
Pegasus KD 460	Höchste Temperaturen	Polyalkylether	PTFE	Weiß	-30°C -> + 300°C	2

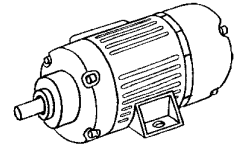
MOLYDUVAL Spezialfette für Wälzlager

Produktbeschreibung und die verschiedenen Anwendungen werden anhand der folgenden Tabelle deutlich:

MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendung
Valenzia	Hochwertiges Allround - Hochtemperaturfett mit breitem Anwendungsbereich. Ausgezeichneter Verschleißschutz, gut haftend, wasserbeständig	<ul style="list-style-type: none"> • für hochtemperaturbelastete, schnelldrehende Lager • insbesondere für Langzeit- und Lebensdauerschmierung
Pegasus C 6	Hochtemperaturfett mit bester Wasserbeständigkeit. Hoher Tropfpunkt. Bildet auch bei Überschreiten der maximalen Temperaturen keine harten Rückstände.	<ul style="list-style-type: none"> • für Wälz- und Gleitlager, auch bei hoher Belastung und hohen Temperaturen sowie in staubiger/feuchter Umgebung
Pegasus C 46	wie Pegasus C 6, jedoch mit MoS ₂ , daher druckbeständiger und mit Notlaufeigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> • wie Pegasus C 6, jedoch besser für hochdruckbelastete Lager
Bentogen 2	Nicht tropfendes Hochtemperaturfett mit sehr guter Beständigkeit gegenüber aggressiver Umgebung (Säuren, Laugen, Dämpfe). Wird nicht weicher. Nicht verflüssigend. Kann allerdings wie alle Bentonefette bei zu hohen Temperaturen verhärten.	<ul style="list-style-type: none"> • zur Schmierung von stark beanspruchten, heißen Fettschmierstellen, z.B. im Heißluftstrom oder bei starker Strahlungshitze. • für Wälz- und Gleitlager, auch in staubiger/feuchter Umgebung
Duventon	wie Bentogen 2, jedoch mit MoS ₂ , daher druckbeständiger und mit Notlaufeigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> • wie Bentogen 2, jedoch besser für hochdruckbelastete Lager
Alcudia M 2	Modernes, temperaturstabiles Spezialfett auf Polyurethanbasis, bildet keine Rückstände auch bei Überschreiten der Maximaltemperaturen, wird nicht weich, verknüpft die positiven Eigenschaften von Bentonefetten und Lithiumkomplexfetten	<ul style="list-style-type: none"> • für Wälz- und Gleitlager im Hochtemperaturbereich, bewährt bei Elektromotoren
Alcudia MM 2	Wie vor, jedoch mit MoS ₂ zur Verbesserung der Druckbeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • für hochbelastete Wälz- und Gleitlager im Hochtemperaturbereich
Alcudia S 2	Modernes, temperaturstabiles Spezialfett auf Polyurethanbasis, bildet keine Rückstände auch bei Überschreiten der Maximaltemperaturen, wird nicht weich, verknüpft die positiven Eigenschaften von Bentonefetten und Lithiumkomplexfetten	<ul style="list-style-type: none"> • für die Schmierung von Wälz- und Gleitlagern im Hochtemperaturbereich
Pegasus KLE 2	Synthetisches Hochtemperaturfett mit äußerst niedriger Verdampfung. Für die Langzeitschmierung bei hohen Belastungen. Hinterlässt keine Verkokungsrückstände, ausgezeichneter Korrosionsschutz. Aufgrund der sehr guten Alterungsbeständigkeit für Lebensdauerschmierung über Jahrzehnte geeignet	<ul style="list-style-type: none"> • für die Schmierung von Wälz- und Gleitlagern im Hochtemperaturbereich, aber auch für Kleingetriebe, Gleitflächen und Nocken
Pegasus KPA 2	Synthetisches Hochtemperaturfett für die Langzeitschmierung bei hohen Belastungen. Ausgezeichneter Korrosionsschutz, Extrem wasserbeständig, sehr alterungsbeständig, sehr gute Dichtungsverträglichkeit	<ul style="list-style-type: none"> • für die Schmierung von Wälz- und Gleitlagern • für Getriebe, Gleitflächen und Nocken
Pegasus GBE 54	Synthetisches Hochtemperaturfett mit niedriger Verdampfungsrate. Für die Langzeitschmierung bei hohen Belastungen. Beständig gegen aggressive Umgebung und sehr alterungsbeständig	<ul style="list-style-type: none"> • für die Wälzlager und Gleitlager • für Ketten
Pegasus GBM 54	Wie vor, jedoch mit MoS ₂ zur Verbesserung der Druckbeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • für Wälzlager und Gleitlager
Siligra HT 2	Hochtemperatur - Silikonfett mit im Vergleich zu anderen Silikonfetten relativ hoher Druckbelastbarkeit und niedrigem Reibungskoeffizienten	<ul style="list-style-type: none"> • für Hochtemperaturlager, z.B. für Wälzlager an Ketten, die durch Öfen laufen, für Wälzlager an Warentransportketten • für Verstellspindeln in der Textilindustrie • für Elektromotorenlager • für Kunststoffextruder
Pegasus KD 460	Höchsttemperaturfett auf Basis Polyalkylether mit PTFE	<ul style="list-style-type: none"> • für Hochtemperatur - Wälzlager bei Temperaturen bis +300°C • für Wälzlager an Ketten, die durch Öfen laufen

2.4 MOLYDUVAL Hochgeschwindigkeitsfette

Bei hoher Lagerdrehzahl ist der Einsatz von Hochgeschwindigkeitsfetten sinnvoll. Zur Herstellung von Hochgeschwindigkeitsfetten werden sehr niedrigviskose Grundöle verwendet, da die Ausbildung des hydrodynamischen Schmierfilms bei hohen Drehzahlen nur mit dünnen Ölen erfolgt. Der Nd - Wert für Hochgeschwindigkeitsfette liegt über 500.000.



MOLYDUVAL	Anwendung	Grundöl	Eindicker	Farbe	Temperatur	NLGI
Supravit 55 LM	Hohe Drehzahlen	Mineralöl	Lithium	hellbraun	-55°C -> +110°C	2
Supravit 75 LS	Sehr Hohe Drehzahlen	Ester	Lithium	weiß	-54°C -> +150°C	2
Supravit 75 LSF	Hohe Drücke	Ester	Lithium	schwarz	-54°C -> +150°C	2
Supravit 75 LST	Hohe Drücke	Ester	Lithium	Weiß	-54°C -> +150°C	2
Supravit 92 LP	Sehr Hohe Drehzahlen	Ester + PAO	Lithium	Beige		2

MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendung
Supravit 55 LM	Hellfarbiges, mineralisches Hochgeschwindigkeitsfett für die Schmierung von schnelldrehenden Wälz- und Gleitlagern. Bietet Langzeitschmierung und sehr guten Korrosionsschutz	<ul style="list-style-type: none"> • für Wälz- und Gleitlager bei hohen Drehzahlen und schwankenden Temperaturen • für schnellaufende Spindeln an Werkzeugmaschinen
Supravit 75 LS	Synthetisches Hochgeschwindigkeitsfett für hochbelastete und schnellaufende Schmierstellen, an denen sehr hohe Anforderungen an den Schmierstoff gestellt werden. Langlebig und extrem druckaufnahmefähig, ausgezeichneter Korrosionsschutz, keine Verklumpungen, Verharzungen oder sonstige Ablagerungen, sehr gutes Haftvermögen	<ul style="list-style-type: none"> • für Wälz- und Gleitlager bei hohen Geschwindigkeiten, hohen Drücken und sehr tiefen oder schwankenden Temperaturen (z.B. auch für Präzisionslager) • für alle Arten von hochtourigen, hochbelasteten Spindeln • zur Schmierung von Instrumenten und Geräten der Informationstechnik (z.B. Zähler, optische Instrumente, Tachometer, Potentiometer, Uhren, u.s.w.) • zur Schmierung von Kleinmotoren • für Lagerungen in Flugsicherungsanlagen, Kälte- und Klimaanlage • wie vor
Supravit 75 LSF	wie Supravit 75 LS, jedoch mit MoS ₂ , daher druckbeständiger und mit Notlaufeigenschaften	• wie vor
Supravit 75 LST	wie Supravit 75 LS, jedoch mit PTFE, daher druckbeständiger und mit Notlaufeigenschaften	• wie vor
Supravit 92 LP	Modernes Hochgeschwindigkeitsfett für hochbelastete und schnellaufende Schmierstellen, an denen sehr hohe Anforderungen an den Schmierstoff gestellt werden. Langlebig und extrem druckaufnahmefähig	<ul style="list-style-type: none"> • für Wälz- und Gleitlager bei hohen Drehzahlen und hohen Drücken, auch bei stark schwankenden Temperaturen • zur Schmierung von Führungen, Getrieben und sogar Kleinmotoren geeignet

2.5 MOLYDUVAL Tieftemperaturfette

Die tiefste Einsatztemperatur eines Wälzlagerfettes ist in erster Linie von der Viskosität des verwendeten Grundöls und dem Seifengehalt abhängig. Sie liegt etwas unterhalb vom Stockpunkt des Grundöls, da dieser durch das Seifengerüst herabgesetzt wird. Für den Tieftemperatureinsatz haben sich Ca- und Li- Seifen bestens bewährt.

MOLYDUVAL	Anwendung	Grundöl	Eindicker	Farbe	Temperatur	NLGI
Aero 55	Tiefe Temperaturen	Mineralöl	Lithium	hellbraun	-55°C -> +100°C	2
Aero 50	Tiefe Temperaturen + Hohe Drücke	Mineralöl	Lithium	schwarz	-55°C -> +100°C	2
Aero 75	Sehr tiefe Temperaturen	Ester	Lithium	Weiß	-60°C -> +150°C	2
Aero 79	Sehr tiefe Temperaturen aber auch hohe Temperaturen	Ester	Bentone	Hellbraun	-70°C -> +120/150°C	2
Aero 92	Sehr tiefe Temperaturen	PAO	Lithium	Beige	-60°C -> +130°C	2
Aero 91	Sehr tiefe Temperaturen	PAO + Ester	Lithium	Beige	-50°C -> +100°C	1
Siligra LT 2	Sehr tiefe Temperaturen, geringe Belastungen	Silikonöl	Lithium	Weiß	-70°C -> +200°C	2

MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendung
Aero 55	Tieftemperaturfett für die Langzeit- und Lebensdauer-schmierung von Wälz- und Gleitlagern. Gute Druckaufnahmefähigkeit in Verbindung mit extremer Kältebeständigkeit zeichnen dieses Fett aus	<ul style="list-style-type: none"> für Wälz- und Gleitlager bei tiefen Temperaturen z.B. für Instrumente der Informationstechnik, Zähler, Kleinmotoren, Kälte- und Klimaanlage, Flugsicherungsanlagen u.s.w.
Aero 50	wie Aero 55, jedoch mit MoS ₂ , daher druckbeständiger und mit Notlaufeigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> wie vor
Aero 75	Synthetisches Tieftemperaturfett für sehr niedrige Temperaturen (bis -70°C). Auch für sehr hochbelastete Lager. Hervorragende Druckaufnahmefähigkeit in Verbindung mit extremer Kältebeständigkeit zeichnen dieses Fett aus	<ul style="list-style-type: none"> für Wälz- und Gleitlager bei sehr tiefen Temperaturen z.B. für Instrumente der Informationstechnik, Zähler, Kleinmotoren, Kälte- und Klimaanlage, Flugsicherungsanlagen u.s.w.
Aero 79	Synthetisches Fett für sehr tiefe Temperaturen (bis -70°C). Zur Langzeitschmierung auch bei hohen Umdrehungszahlen. Hat auch sehr gute Hochtemperatureigenschaften. Enthält synthetisches Grundöl auf Esterbasis, anorganisches Dickungsmittel und Zusätze, die dem Schmierfett neben Oxidations- und Feuchtigkeitsstabilität auch Belastbarkeit bei extremen Drücken ermöglichen. Von besonderem Vorteil bei anzeigenden Instrumenten ist die extrem niedrige Verdampfung, die das Auftreten von Ölnebel verhindert.	<ul style="list-style-type: none"> zur Schmierung von Kleinmotoren und Kleingetrieben in medizinischen und zahnärztlichen Geräten zur Lebensdauerschmierung von Kugel-, Nadel- und Rollenlagern, z.B. in Instrumenten, Kameras, elektronischen Getrieben, Kontrollsystemen, Zündern eignet sich besonders für Geräte, die unter tiefen und hohen Temperaturen arbeiten
Aero 92	Modernes, synthetisches Tieftemperaturfett für Tiefstemperaturen bis unter -60 °C. Zur Langzeitschmierung von Lagern auch bei sehr hohen Umdrehungszahlen eingesetzt werden. Lack- und Kunststoffverträglichkeit	<ul style="list-style-type: none"> zur Lebensdauerschmierung von Lagern in Instrumenten, für Zähler, optische Instrumente, Tachometer, Potentiometer, Uhren, Gaszähler u.s.w. für Lager in Flugsicherungsanlagen für Türschößer an Kraftfahrzeugen für Kühl- und Klimaanlage auch bei arktischen Betriebsverhältnissen für Lager in der Medizin
Siligra LT 2	Tieftemperatur Silikonfett mit weitem Temperaturbereich. Ändert seine Konsistenz nur sehr gering innerhalb des angegebenen Bereiches. Sehr guter Korrosionsschutz auch bei Kondenswasserbildung	<ul style="list-style-type: none"> für leicht belastete Lager in Tieftemperaturanlagen z.B. Signalanlagen, Flugzeuginstrumente, Anlasser in Kraftfahrzeugen.

2.6 MOLYDUVAL Instrumentenfette

Instrumentenfette sind für die Langzeitschmierung von feinmechanischen Geräten und Instrumenten geeignet. Die Schmierstellen sind sehr klein und das Fett darf auch im Laufe der Zeit nicht von der Schmierstelle wegfließen. Instrumentenfette müssen eine sehr hohe Alterungsbeständigkeit aufweisen, dürfen keine Rückstände wie Harze oder Verkohlungen bilden und sollten geringe Verdampfungsraten aufweisen. Für diesen Anwendungsfall haben sich Esterfette seit langem bewährt.

<i>MOLYDUVAL</i>	<i>Anwendung</i>	<i>Grundöl</i>	<i>Eindicker</i>	<i>Farbe</i>	<i>Temperatur</i>	<i>NLGI</i>
<i>Promicron YE 320</i>	Tiefe Temperaturen + Hohe Drücke	Ester	Bentone	hellbraun	-70°C -> +150°C	2
<i>Promicron LD 350</i>	Sehr tiefe Temperaturen	Ester	Lithium	hellbraun	-40°C -> +120°C	1
<i>Promicron LD 350 M</i>	Sehr tiefe Temperaturen aber auch hohe Temperaturen	Ester	Lithium	schwarz	-40°C -> +120°C	1
<i>Promicron LD 350 T</i>	Sehr tiefe Temperaturen	Ester	Lithium	weiß	-40°C -> +120°C	1
<i>Siligra LT 2</i>	Sehr tiefe Temperaturen, geringe Belastungen	Silikonöl	Lithium	weiß	-70°C -> +160°C	1 / 2
<i>Siligra HT 2</i>		Silikonöl	Bentone	weiß	-30°C -> +250°C	1 / 2
<i>Siligra L 2</i>		Silikonöl	Lithium	hellgelb	-30°C -> +180°C	1 / 2 / 3

3 Fettauswahl

Für eine geeignete Fettauswahl sind die Betriebsbedingungen **Belastung**, **Drehzahl** und **Umgebungseinflüsse** des Lagers zu beachten. Mit Hilfe der tribotechnischen Kenndaten der Wälzlagerfette, die aus der Art der verwendeten Grundöle, dem verwendeten Dichtungsmittel und der Art und Menge der hinzugefügten Wirkstoffe resultieren, können für den speziellen Anwendungsfall geeignete Schmierfette ausgewählt werden. Wälzlagerfette auf Mineralölbasis werden überwiegend verwendet. Spezialfette auf Syntheseölbasis werden in problematischen Schmierfällen sinnvoll eingesetzt. Sie sind meist teurer als ein Fett auf Mineralölbasis, aber temperaturstabiler und oxidationsbeständiger.

Tabelle 2.1 enthält eine Übersicht der für Wälzlagerfette verwendeten Grundöle sowie deren Hauptvorteile/-nachteile gegenüber Mineralölen.

MOLYDUVAL Spezialfette für Wälzlager

	Chemische Formel	Temperaturbereich	Schmierfähigkeit, Verschleißschutz, Reibverhalten	Korrosionsschutz (additiviert)	Lack- und Dichtungsverträglichkeit	Preisrelation gegenüber Mineralöl	Anwendung Vorteile Nachteile
Mineralöl	Kohlenwasserstoffe	-30°C bis +120°C	gut	sehr gut	sehr gut	entfällt	Mehrzweckfette
Alkylbenzol	Synthetische Kohlenwasserstoffe	-40°C bis +100°C	gut	sehr gut	sehr gut	günstig, früher sehr günstig	Mehrzweckfette Tieftemperaturfette Schmierung von Aluminium
PAO Polyalphaolefine	Synthetische Kohlenwasserstoffe	-60°C bis +180°C	gut	sehr gut	sehr gut	ca. 2-4	Tieftemperaturfette Hochtemperaturfette Hochgeschwindigkeitsfette Kunststoffefette
PG Polyglykole		-10°C bis +160°C	Sehr gut	gut	schlecht	ca. 2-4	Hochtemperaturfette
Ester natürliche Ester	Rapsöl	-15°C bis +90°C	sehr gut	gut	schlecht	ca. 2	Biologisch abbaubare Schmierfette
Ester Synthetische Ester		-60°C bis +240°C	sehr gut	gut	schlecht	ca. 2-4	Tieftemperaturfette Biologisch abbaubare Hochleistungsfette Instrumentenfette
Silikonöle Polyphenyl-Art		-70°C bis +250°C	mäßig	mäßig	sehr gut	ca. 40	Hochtemperaturfette Tieftemperaturfette geringe Belastungen Feinmechanik Instrumentenfette
Polyether		-10°C bis +300°C	gut	gut	sehr gut	ca. 200	Hochtemperaturfette Säure- und Lösemittelbeständige Fette

Tabelle 2.1: Eigenschaften und Anwendungen von Schmierfetten in Abhängigkeit vom Grundöl

Auch die verwendeten Dichtungsmittel kennzeichnen die Eigenschaften von Schmierfetten. Überwiegend werden Metallseifenfette auf Basis von Calcium (Ca), Lithium (Li), Natrium (Na), Barium (Ba) und Aluminium (Al) verwendet. Der Einsatz von Bariumfetten wird trotz guter Schmiereigenschaften wegen ihrer Giftigkeit nicht empfohlen. Metall-Komplexfette sind im allgemeinen besser alterungsbeständig und hochtemperaturstabiler. Wälzlagerfette mit Gelen als Eindicker haben keinen Tropfpunkt, d.h. sie fließen auch bei hohen Temperaturen nicht aus dem Lager heraus, können aber feste Rückstände hinterlassen.

Tabelle 2.2 enthält die vorwiegend für Wälzlagerfette verwendeten Eindicker sowie die Eigenschaften der mit ihnen hergestellten Schmierfette.

MOLYDUVAL Spezialfette für Wälzlager

	<i>Tropf- punkt</i>	<i>Tempera- turbereich</i>	<i>Wasser- bestän- digkeit</i>	<i>Korrosi- onsschutz</i>	<i>Walkbes- tän- dig- keit</i>	<i>Druckbel- ast- bar- keit</i>	<i>Vorteile Nachteile</i>	<i>Anwendung bei Wälzlagern</i>
Ca Calcium	ca. 90°C	-25°C +60°C	sehr gut	gut	Gut	mittel	Erhärten ab ca. 150oC, nicht für Wälzlager geeignet	Keine, nur für wassergefährdete Schmierstellen Chassisfette Wasserpumpen- fette
CaK Calcium- Komplex	ca. 240°C	-30°C +130°C	sehr gut	gut	gut	gut	Erhärten ab ca. 150oC	Wassergefährde- te Schmierstellen Langzeitfette
Li Lithium	ca.170- 220°C	-35°C +140°C	gut	gut	sehr gut	mittel	Sehr gut haftfähig	Wälzlager Mehr- zweckfette
LiK Lithium Komplex	> 220°C	-30°C +170°C	gut	gut	sehr gut	gut	Sehr gut oxidations- und temperatur- beständig	Langzeitfette Hoch- temperaturfette
Na Natrium	ca.130- 200°C	-30°C +100°C	schlecht	gut	schlecht	schlecht	Gut haftfähig, Sehr gute Abdichtung, Wasser wird einemulgiert	Getriebefette
NaK Natrium Komplex	über220oC	-30°C bis +130°C	schlecht	gut	mäßig	gut	Sehr gut haftfähig	Mehrzweckfett
BaK Barium Komplex	> 220°C	-30°C +150°C	sehr gut	gut	gut	sehr gut	Sind nach Gefahrstoffverord- nung als "mindergiftig" ein- gestuft	Wälzlager Gleit- lager Dampfbe- ständigkeit
AlK Alumi- nium Komp- lex	> 230°C	-30°C +180°C	sehr gut	gut	gut	sehr gut	Keine Rückstände bei Über- hitzung	Hochtemperatur- fette Hochge- schwindigkeitsfet- te Hochdruck- fette
Gele	ohne	-35°C +250°C	gut	schlecht	gut	gut	Verhärten bei hohen Tempe- raturen	Langsame Hoch- temperaturfette
PH Polyharn- stoffe	ohne	-35°C +250°C	gut	schlecht	gut	gut		Motorenlager Geräuscharme Lager, Hochtem- peraturlager

Tabelle 2.2: Eigenschaften und Anwendungen von Schmierfetten in Abhängigkeit vom Eindicker

Genauere Schmierfetteempfehlungen können durch Berechnung unter Zuhilfenahme von Erfahrungswerten durchgeführt werden. Hier wird auf die Berechnungsverfahren der Lagerhersteller oder auf EDV-Programme verwiesen. Zur Auswahl eines geeigneten Schmierfettes für ein bestimmtes Wälzlager steht uns das EDV-Programm "Attilube" zur Verfügung..

4 Versorgung der Lager mit Fett

4.1 Lagerreinigung

Lager mit Dicht- oder Deckscheiben werden vom Lagerhersteller erstbefettet. Andere Lager werden bei der Montage gereinigt und gefettet. Meist sind die Lager vom Hersteller mit einem Korrosionsschutzmittel versehen. Nur in bestimmten Fällen, z.B. bei Anwendung von synthetischen Spezialfetten sollten diese Korrosionsschutzfilme mit Reinigungsmitteln entfernt werden, weil sich sonst infolge mangelnder Bindung zur metallischen Oberfläche kein Schmierfilm ausbilden kann. Bei der Reinigung ist darauf zu achten, dass die Lager nicht beschädigt werden. In der Großserienfertigung erfolgt die Reinigung mit Spritz- oder Dampf-Entfettungsanlagen. Durch das Verbot von CKW-Reinigern wird die Reinigung von einzelnen Wälzlagern problematisch. Falls Mittel wie Trichlorethylen und 1.1.1-Trichlorethan nicht zur Verfügung stehen, muß auf brennbare Entfetter z.B. Benzine ausgewichen werden. Hier sind die entsprechenden Sicherheitsvorschriften zu beachten. Wir empfehlen MOLYDUVAL Cleaner A 3, ein nicht rückfettendes Reinigungsmittel der Gefährklasse A III. Dem Vorteil eines gegenüber Spezialbenzinen relativ hohen Flammpunktes steht der Nachteil einer hohen Verdunstungszahl und damit relativ langen Trockenzeiten gegenüber. Die Reinigung erfolgt kalt in einem sauberen Behälter (evtl. Waschtisch). Die Lager werden eingetaucht und ggf. mit einem Pinsel bearbeitet. Bei starken Verschmutzungen müssen Ultraschall-Reinigungsanlagen eingesetzt werden. Nach der Reinigung und Trocknung sollten die Lager sofort befettet werden, damit sie an der Atmosphäre nicht oxydieren.

4.2 Erstbefettung

Normalerweise sollten Wälzlager erst in eingebautem Zustand befettet werden. Lager können ganz oder nur teilweise mit Fett befüllt werden. Häufig wird empfohlen die Lager nur bis zu einem Drittel des Lagerfreiraums mit Fett zu füllen. Günstiges Reibverhalten wird im Lager nämlich durch relativ geringe Fettmengen erzeugt. Die hierdurch verminderte Fettgebrauchsdauer sollte durch die Wahl eines für den Einsatzfall gut geeigneten Fettes ausgeglichen werden. Die erforderliche Fettmenge in cm^3 kann bei Kugellagern wie folgt berechnet werden:

$$\text{Fettmenge [cm}^3\text{]} = 0.01 \cdot \text{Lagerbohrung d [mm]} \cdot \text{Lagerbreite b [mm]}$$

Sehr langsam laufende Lager ($N_d < 50.000$) sollen ganz mit Fett befüllt werden. Lager mit mittleren Drehzahlen können dann ganz befüllt werden, wenn das Fett vom Lager in Lagernebenräume weggedrückt werden kann.

4.3 Schmierfristen und Nachschmierung

Empfohlene Schmierfristen basieren auf Erfahrungswerten. Sie können für Wälzlager unter Berücksichtigung von Bauform und Betriebsbedingungen berechnet werden. Auch hier verweisen wir auf unser EDV- Programm "Attila".

Bei einer Nachschmierung wird das im Lager enthaltene Altfett nur teilweise gegen Neufett ausgetauscht. Die Schmierintervalle sollten in diesen Fällen entsprechend verkürzt werden. Empfohlen wird das 0.5 bis 0.7-fache der berechneten Schmierfrist.

Ein kompletter Fettaustausch ist bei längeren Schmierfristen zu empfehlen. Auch wenn aufgrund hoher Temperaturen das im Lager enthaltene Fett Rückstände gebildet hat, ist ein kompletter Fettaustausch anzustreben. In diesen Fällen muß mit großen Mengen Neufett nachgeschmiert werden (ca. das 3-fache der normalen Nachschmiermenge). Es ist darauf zu achten, dass ein ausreichend großer Raum für das austretende Altfett vorgesehen ist.

Bei der Nachschmierung kann häufig nicht auf die Fette zurückgegriffen werden mit denen das Lager erstbefettet ist. Hierbei ist die Verträglichkeit mit dem Altfett zu prüfen. Fette, die sich nicht miteinander vertragen, können sich gegenseitig die Fettstruktur zerstören, wodurch sie flüssig werden. Wird auf eine andere Fettsorte umgestellt, sollten die Nachschmiermengen entsprechend groß gewählt werden. Unbedenklich sind Mischungen aus Fetten gleicher Grundöl- und Eindickerbasis.

Tabelle 3.1 enthält grundsätzliche Mischbarkeiten zwischen Grundölen. Auch bei als "Verträglich" gekennzeichneten Grundölen sollten die Lager während der Vermischungszeit mit erhöhter Aufmerksamkeit beobachtet werden

MOLYDUVAL Spezialfette für Wälzlager

Mischbarkeit	Mineralöl	Alkylbenzole	Polyalphaolefine	Polyglykole	Natürl. Ester	Synthet. Ester	Silikonöle Methylart	Silikonöle Phenylart	Polyether
Mineralöl	•	ja	ja	nein	ja	ja	nein	ja	nein
Alkylbenzol	ja	•	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein
Polyalphaolefine	ja	ja	•	nein	ja	ja	nein	ja	nein
Polyglykole	nein	nein	nein	•	ja	ja	nein	nein	nein
Natürliche Ester	ja	ja	ja	nein	•	ja	nein	ja	nein
Synthet. Ester	ja	ja	ja	nein	ja	•	nein	ja	nein
Silikonöle Methylart	nein	nein	nein	nein	nein	nein	•	ja	nein
Silikonöle Phenylart	ja	Ja	ja	nein	ja	ja	ja	•	nein
Polyether	nein	Nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	•

Tabelle 3.1: Verträglichkeit/Mischbarkeit von Grundölen

Mischbarkeit	Ca	Ca Komplex	Li	Li Komplex	Na	Na Komplex	Ba Komplex	Al Komplex	Gele Bentone	Polyharnstoff
Ca	ja	ja	ja	ja	nein	unklar	unklar	nein	nein	ja
Ca Komplex	ja	ja	unklar	unklar	nein	unklar	unklar	nein	nein	ja
Li	ja	unklar	ja	ja	nein	unklar	unklar	unklar	nein	ja
Li Komplex	ja	unklar	ja	ja	nein	unklar	ja	ja	unklar	ja
Na	nein	nein	nein	nein	ja	unklar	unklar	nein	nein	ja
Na Komplex	unklar	unklar	unklar	unklar	unklar	ja	unklar	unklar	unklar	ja
Ba Komplex	unklar	unklar	unklar	ja	unklar	unklar	ja	unklar	unklar	ja
Al Komplex	nein	nein	unklar	ja	nein	unklar	unklar	ja	nein	ja
Gel Bentone	nein	nein	nein	Unklar	nein	unklar	unklar	nein	ja	nein
Polyharn	ja	ja	ja	Ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja

Tabelle 3.2: Verträglichkeit / Mischbarkeit der Eindicker von Schmierfetten

5 Wälzlager -Schäden

5.1 Allgemeines

Wälzlagerschäden treten häufig infolge Materialermüdung auf. Hierbei entstehen auf den Laufflächen kleine Ermüdungsrisse, die ein rasch voranschreitendes Ausbröckeln an der Oberfläche verursachen.

Mangelnde Abdichtung und dadurch möglicher Zutritt von Wasser sowie das Eindringen von Staub, Schmutz oder Spänen führen ebenso zu Lagerschäden wie ein falscher Einbau (z.B. Beschädigung des Innenringes) oder die falsche Wahl der nötigen Passungen.

Etwa 40% der Wälzlagerschäden ist auf fehlerhafte oder mangelhafte Schmierung zurückzuführen. Verschleiß, Ermüdung, Korrosion oder Heißlaufschäden können die Folge sein.

5.2 Schadensbilder

Hier sollen nur solche Lagerschäden betrachtet werden, deren Ursache auf mangelhafte Schmierung zurückzuführen sein könnten.

1.1.1 Verschleiß

Unter Verschleiß kann der Eisenabrieb an Rollkörpern, Laufbahnen, Bordflächen oder am Käfig infolge eines Durchbrechen des Schmierfilms angesehen werden. Verschleiß kann durch Kontamination mit Fremdpartikeln von außen oder durch Überlastung auftreten.

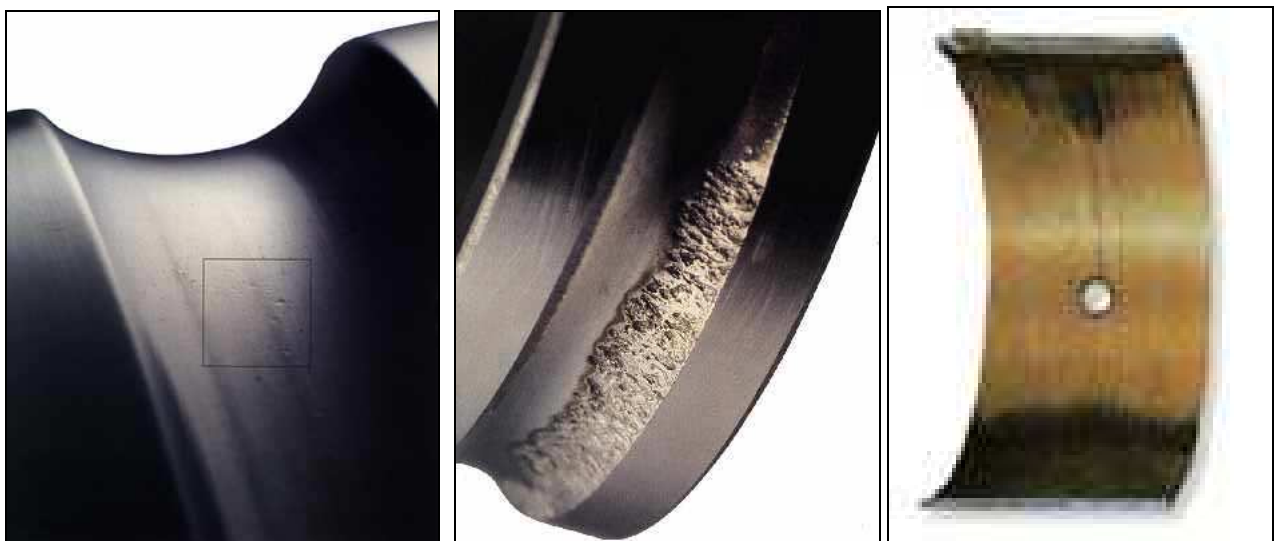
1.1.1.1 Verschleiß durch Kontamination von Außen

Fremdkörperverunreinigungen im Lager oder im Schmierstoff ist einer der häufigsten Gründe für den Lagerausfall. Ursachen sind z.B. Staub in der Luft, der ins Lager gelangt, verschmutzte Einbauwerkzeuge, auch schmutzige Hände beim Einbau oder ungeeignete Reiniger können Ursachen sein.

Zu erkennen ist dieser Verschleiß an Riefenbildung auf den Wälzkörpern und an den Laufbahnen des Lagers

1.1.1.2 Verschleiß durch Überlastung

Jedes Lager weist einen natürlichen Verschleiß auf, der durch die Glättung der Rauheitsspitzen vor allem in der Einlaufphase auftritt. Steigt der im Fett enthaltene Abrieb über 0.1 % an so wird der Verschleißvorgang überproportional ansteigen.



Verschleiß

Ursachen	Abhilfe
Fremdkörper im Lager oder im Fett	<ul style="list-style-type: none"> • Feste, harte Teilchen oder korrosiv wirkende Medien im Lager vermeiden durch höhere Sauberkeit, z.B.: • Sauberkeit bei der Montage • bei Fettschmierung kürzere Fettwechsel bzw. Nachschmierfristen • bei Ölschmierung Filterung des Öls
Ungeeignetes Schmierfett	<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl eines Schmierfettes mit höherer Grundölviskosität • Bei hoher Belastung Schmierfette mit großem Anteil EP- Zusätze und/oder Festschmierstoffe wählen • Nutzen Sie zur Fettauswahl EDV-Programm "ATTILA" (siehe Beiblatt)
Schmierstoffmangel	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktiv und verfahrenstechnisch auf den Anwendungsfall abgestimmte Schmierfettversorgung, • Schmieranlage • Nachschmierfristen verringern ggf. neu berechnen
Belastung zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktive Änderung

1.1.2 Ermüdung

Ermüdungsschäden zeigen sich durch Ausbrüche (Pittings) oder Grübchen in der Laufbahn, hervorgerufen durch Mikrorisse infolge zu großer Schubbeanspruchungen. Die ausgebrochenen Teilchen werden von den Wälzkörpern überrollt und sind Ausgangspunkt weiterer Pittings.

Ermüdungsschäden können am Innenring, am Außenring und an den Rollkörpern auftreten. Der Verschleiß ist progressiv. Deutlich wird er meist durch Vibrationen.



Ursachen	Abhilfe
Montagefehler (z.B. Verkanten zerlegbarer Rollenlager, Schrägverspannungen)	<ul style="list-style-type: none"> • Montagehilfen bzw. -werkzeuge verwenden
Erschütterungen	<ul style="list-style-type: none"> • größere Lagerluft
Überlastung / zu häufiger Lastwechsel	<ul style="list-style-type: none"> • konstruktive Änderung
Schmierstoffmangel	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktiv und verfahrenstechnisch auf den Anwendungsfall abgestimmte Schmierfettversorgung, z.B. Schmieranlage
Ungeeignetes Schmierfett	<ul style="list-style-type: none"> • Hochleistungsfett, Fett mit höherer Grundölviskosität oder Fett mit höherem Anteil an EP-Zusätzen und/oder Festschmierstoffen wählen

1.1.3 Korrosion

1.1.3.1 Elektrochemische Korrosion

Rotbraune Gebiete auf der Lauffläche, den Rollen oder dem Käfig deuten auf Rost hin, der auf den äußeren Einfluss von korrosiven Flüssigkeiten oder Dämpfen zurückzuführen ist.. Übliche Folgen sind steigende Vibrationen, Verschleiß, Erhöhung des Lagerspiels und der Verlust der Tragfähigkeit.



Elektrochemische Korrosion ist eine Oberflächenkorrosion, die sich im Endstadium als Rost darstellt.

Ursachen	Abhilfe
Feuchtigkeit im Lager	<ul style="list-style-type: none"> bessere Abdichtung und/oder wasserabweisende, evtl. wasseremulgierende Schmierfette einsetzen.
Langer Stillstand bei hoher Flächenpressung	<ul style="list-style-type: none"> Lager im Stillstand entlasten
Falsche Fettauswahl (z.B. zu geringer Korrosionsschutz)	<ul style="list-style-type: none"> Schmierfett/Hochleistungsfett mit verbessertem Korrosionsschutz einsetzen, evtl. besonders wasserabweisende oder wassereinemulgierende Schmierfette einsetzen
Gealtertes Schmierfett (z.B. Korrosionsschutz des Fettes abgebaut)	<ul style="list-style-type: none"> neues Schmierfett einsetzen
Ungeeignetes Schmierfett	<ul style="list-style-type: none"> Hochleistungsfett, Fett mit höherer Grundölviskosität oder Fett mit höherem Anteil an EP-Zusätzen und/oder Festschmierstoffen wählen

1.1.3.2 Reibkorrosion + Passungsrost + Tribokorrosion

Tribokorrosion entsteht bei kleinen Relativbewegungen und relativ niedrigen Belastungen. Es bildet sich optisch auffälliger "Passungsrost", der abrasiv auf die Laufflächen wirkt und zu Rostnarben führen kann. Ein besonderes Schadensbild im fortgeschrittenen Stadium der Tribokorrosion sind die sog. Rattermarken, gekennzeichnet durch Materialabtragungen und Mulden im Wälzkörperabstand. Hervorgerufen werden sie durch Stillstandserschütterungen begünstigt durch zu große Lagerspiele. Die Abstände der Rattermarken verändern sich, weil die Wälzkörper bei jedem Stillstand eine neue Position einnehmen. Durch Schmierfette kann Tribokorrosion in der Regel nicht nachhaltig beeinflusst werden. Es können jedoch passungsrosthemmende Montagepasten beim Einbau verwendet werden.

Ursachen	Abhilfe
Zu lockerer Lagersitz	<ul style="list-style-type: none"> Engere, strammere Passung auswählen
Hohe Schwingungsbeanspruchung	<ul style="list-style-type: none"> Konstruktiv dämpfen

1.1.4 Heißlaufschäden



Blaue oder braune Verfärbungen der Lagerteile oder Rollkörper, Ausglühungen, Verschweißungen (Fressstellen) bis hin zur Deformation der Wälzkörper oder des Lagerkäfigs, sind Zeichen für **Heißlaufschäden**. Übermäßiger Verschleiß von Ringen, Rollen, Käfigen sind die Folge und führen zum Lagerausfall.



Der überwiegende Teil der Heißlaufschäden ist auf ungünstige Betriebsbedingungen oder Schmierungsfehler zurückzuführen. Wälzlager benötigen einen tragfähigen, sehr dünnen aber geschlossenen Schmierstofffilm zwischen Rollkörpern und Lauffläche. Typische Schadensbilder resultieren aus „abgerissenen“ Film, weil der Schmierstoff die hohen Temperaturen nicht bewältigen kann.

Ursachen	Abhilfe
Verspannungen	<ul style="list-style-type: none"> Montagehilfen oder -werkzeuge verwenden
Falsche Passungsauswahl	<ul style="list-style-type: none"> Konstruktive Änderung
Ungeeignetes Schmierfett (z.B. Rückstandsbildung im Fett)	<ul style="list-style-type: none"> Hochtemperaturfett wählen
Schmierstoffmangel	<ul style="list-style-type: none"> Festkörperreibung verhindern durch kürzere Nachschmierfristen, evtl. Sicherheitsschmierfett einsetzen
Schmierstoffüberschuss	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Schmierstoffreibung vermeiden durch geringere Nachschmiermengen, evtl. konstruktiv für Schmierfettnebenräume sorgen.