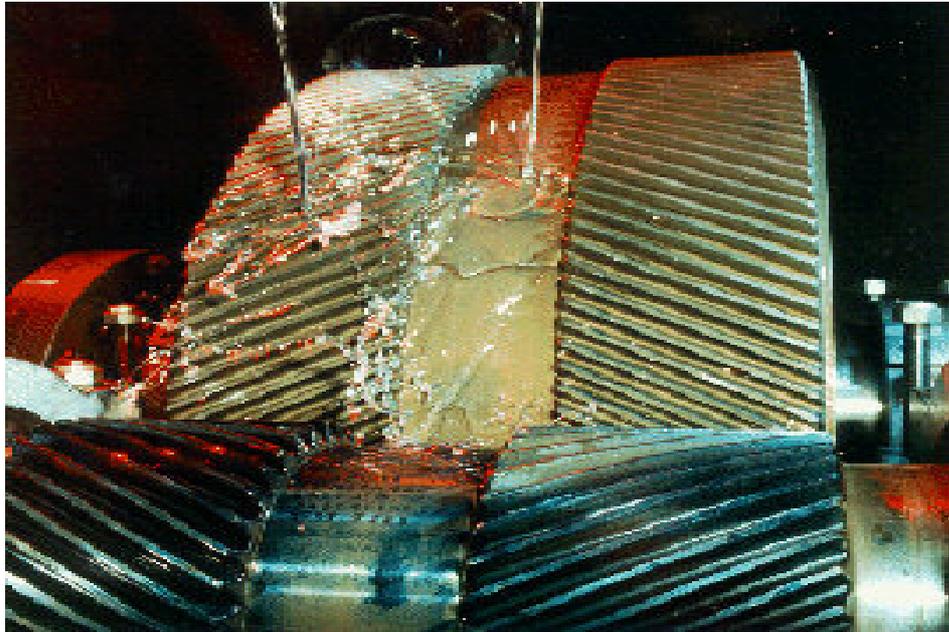


# MOLYDUVAL<sup>®</sup> Spezialschmierstoffe



## MOLYDUVAL Tantalus & Prometheus Getriebeschmierstoffe *und ihre Anwendung*

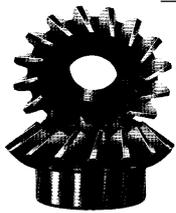
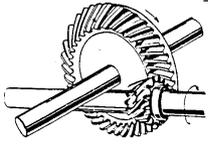
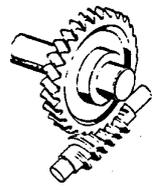
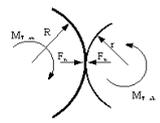
MOLYDUVAL - Hersteller von Spezialschmierstoffen seit über 50 Jahren, die Produkte sind weltweit bekannt, die Marke ist international registriert.

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 MoS<sub>2</sub> 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.

# 0. Tabelle

<b>1</b>	<b>Getriebearten</b>	<b>3</b>
1.1	Allgemeines	3
1.2	Bauformen	3
1.2.1	Stirnradgetriebe	3
		
1.2.2	Kegelradgetriebe	3
		
1.2.3	Hypoidgetriebe	3
		
1.2.4	Schneckengetriebe	3
1.2.5	Schraubenge triebe	3
		
1.2.6	Reibgetriebe	4
		

<b>2</b>	<b>Schmierstoffe für Getriebe</b>	<b>4</b>
2.1	Allgemeines	4
2.2	Schmierstoffarten	5
2.2.1	Schmieröle	5
2.2.2	Schmierfette	5
2.2.3	Zahnrad Hafts chmierstoffe	5
2.2.4	Festschmierstoffe	5
<b>3</b>	<b>Schmierstoffauswahl</b>	<b>5</b>
3.1	Allgemeines	5
3.2	Ölschmierung	5
3.2.1	Auswahl der Ölbasis / Additivierung	5
3.2.2	Auswahl der richtigen Ölviskosität	8
3.2.3	Auswahl der Aufbringungsart	9
3.2.4	Festlegung der Ölwechselintervalle	9
3.2.5	MOLYDUVAL Getriebeöle	10
3.3	Fettschmierung	11
3.3.1	Allgemeines	11
3.3.2	MOLYDUVAL Schmierfette	11
3.4	Schmierung mit Hafts chmierstoffen	13
3.4.1	Allgemeines	13
3.4.2	MOLYDUVAL Hafts chmierstoffe	13
3.5	Schmierung mit Festschmierstoffen	14
3.5.1	Allgemeines	14
<b>4</b>	<b>Dichtungsverträglichkeit</b>	<b>16</b>

## 1 Getriebearten

### 1.1 Allgemeines

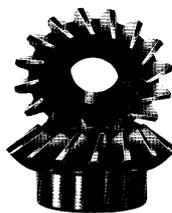
Zahnradgetriebe übertragen Drehbewegungen von einer Welle auf eine andere durch Formschluss und damit ohne Schlupf. Dabei werden meist auch die Drehzahl  $n$ , das Drehmoment  $M$  und die Drehrichtung geändert.

### 1.2 Bauformen



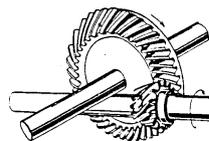
#### 1.2.1 Stirradgetriebe

Stirradgetriebe sind Getriebe mit parallellaufenden Wellen. Es werden geradverzahnte und schrägverzahnte Stirradgetriebe unterschieden. Bei geradverzahnten Stirradgetrieben sind nur 1-2 Zähne gleichzeitig im Eingriff, die die ganze Last übertragen. Bei schrägverzahnten Stirradgetrieben hingegen sind mehrere Zähne im Eingriff was zu einer höheren Belastbarkeit und ruhigerem Lauf führt, nachteilig sind die auftretenden Axialkräfte, die in den Lagerungen aufgefangen werden müssen.



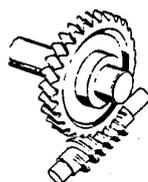
#### 1.2.2 Kegelradgetriebe

In Kegelradgetrieben schneiden sich die Wellenachsen. Die Zahnräder sind kegelförmig ausgebildet.



#### 1.2.3 Hypoidgetriebe

Ein Hypoidgetriebe ist eine Sonderbauform des Kegelradgetriebes. Die Achsen sind versetzt und schneiden sich nicht. Hypoidgetriebe finden sich wegen ihrer geringen Baugröße und der erreichbaren hohen Übersetzung fast ausschließlich in Kraftfahrzeugen.



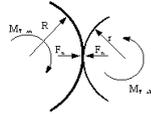
#### 1.2.4 Schneckengetriebe

Bei Schneckengetrieben kreuzen sich die Wellenachsen im Winkel von 90 Grad. Mit Schneckengetrieben können relativ große Übersetzungsverhältnisse auf kleinem Raum untergebracht werden. Konstruktionsbedingt weisen Schneckengetriebe einen Gleitreibungsanteil im Zahneingriff während der Bewegung auf. Die dadurch entstehende Reibungswärme erhöht die Verlustleistung und verringert den Gesamtwirkungsgrad.

#### 1.2.5 Schraubenge triebe

Bei Schraubenge triebe n können sich die Achsen in jedem beliebigen Winkel kreuzen. Da Schraubenge triebe nur für geringe Belastungen geeignet sind werden sie vorwiegend in Kleingetrieben eingesetzt.

# MOLYDUVAL Getriebeschmierstoffe



## 1.2.6 Reibgetriebe

In Reibgetrieben werden Drehzahlen über kraftschlüssige Reibverbindungen übertragen. Diese können z.B. aus zwei Reibrädern bestehen, die durch Federn aneinander gepresst werden. Die Ausgangsdrehzahl vieler Reibgetriebe ist stufenlos verstellbar. Schmierstoffe für Reibgetrieben dürfen die bei diesem Getriebetyp notwendigen Reibkräfte nicht zu stark verringern.

## 2 Schmierstoffe für Getriebe

### 2.1 Allgemeines

Ziel einer Getriebeschmierung ist die Reduzierung des Verschleißes an den Zahnflanken, die Erhöhung des Wirkungsgrades durch Reibungsverminderung sowie eine Abführung der durch Reibung erzeugten Wärme. Die Getriebeschmierung ist ein diskontinuierlicher Vorgang, d.h. bei jedem Zahneingriff muß sich zwischen den Zahnflanken ein neuer Schmierfilm aufbauen. Die geometrische Form der Zahnflanken bedingt eine Wälz- und eine Gleitbewegung, so dass Zahnradgetriebe häufig im Mischreibungsgebiet arbeiten. Dies wird durch die Art der möglichen Getriebeschäden und die messbaren Verlustleistungen bestätigt.

Getriebe werden meist mit Öl oder mit Fett geschmiert. Die Ölschmierung wird häufig wegen der besseren Wärmeabfuhr bevorzugt. Fettschmierung beschränkt sich meist auf Getriebegehäuse, die nicht oder nur mit hohem konstruktiven Aufwand abgedichtet werden können. Für offene, langsam laufende Zahnradgetriebe werden häufig gut haftende, mit Lösungsmitteln verdünnte Haftschrnierstoffe verwendet. In Spezialfällen werden auch festschmierstoffhaltige Gleitlacke oder reine Fettschmierstoffe zur Getriebeschmierung verwendet. Die Vor- und Nachteile einzelner Schmierstoffarten sind aus Tabelle 2.1 ersichtlich.

	Vorteile	Nachteile
Öl	gute Schmierwirkung	Gehäusedichtigkeit erforderlich
	gute Kühlwirkung	
	gute Filtrierbarkeit	
	leicht erneuerbar	
Fett	keine Dichtigkeit erforderlich	geringe Kühlwirkung
		nicht filtrierbar
		nur für relativ niedrige Drehzahlen nur für relativ geringe Lasten
Zahnrad-Compound	keine Dichtigkeit erforderlich	keine Kühlwirkung
		teuer in der Anwendung
		teilweise lösemittelhaltig
Festschmierstoffe	großer Temperaturbereich	keine Kühlwirkung
	keine Dichtigkeit erforderlich	teuer in der Anwendung
	Vakuumanwendung möglich	begrenzte Lebensdauer

Tab. 1: Vor- und Nachteile von Schmierstoffarten für Getriebe

# **MOLYDUVAL Getriebeschmierstoffe**

## **2.2 Schmierstoffarten**

### **2.2.1 Schmieröle**

Schmieröle sind für Getriebe geeignet, die durch Wellen- und Gehäusedichtungen weitgehend öldicht sind. Die geeignete Ölviskosität wird meistens vom Getriebehersteller vorgeschrieben. Zur Auswahl geeigneter Viskositäten wird auf Kap. 3.2.1 verwiesen. Zu niedrige Ölviskosität kann zum Durchbrechen des Schmierfilms und damit zu Verschleiß führen. Zu hohe Ölviskosität erhöht die Leistungsverluste und die Betriebstemperatur aufgrund von "Panschverlusten".

### **2.2.2 Schmierfette**

Schmierfette werden vorwiegend für nicht öldichte Getriebegehäuse verwendet. Die verwendeten Getriebefette sind von weicher, leicht fließender Konsistenz. Durch richtige Konsistenzauswahl wird ein "Freigraben" der Zahnräder vermieden. Je höher die Drehzahl der Zahnräder, umso fließfähiger muß das Getriebefließfett sein.

### **2.2.3 Zahnrad Haftschmierstoffe**

Zahnrad - Haftschmierstoffe werden vorwiegend für offene, langsam laufende Getriebe verwendet. Sie sind sehr adhäsiv, damit der Schmierstoff auch bei relativ hohen Fliehkräften nicht abgeschleudert wird.

### **2.2.4 Festschmierstoffe**

Festschmierstoffe wie Grafit und Molybdändisulfid (MoS<sub>2</sub>) werden ebenfalls zur Getriebeschmierung verwendet. Einerseits können sie Schmierölen und Schmierfetten zugegeben werden um Notlaufeigenschaften und zusätzlichen Verschleißschutz zu gewährleisten, andererseits können sie in Form von Gleitlacken Getriebe trocken schmieren.

## **3 Schmierstoffauswahl**

### **3.1 Allgemeines**

Bei der Auswahl eines geeigneten Schmierstoffs sind

- Getriebeart
- Gehäuseart
- Drehzahl
- Last
- Temperatur und
- Auftragsart des Schmierstoffs

zu beachten. Dabei stehen als Schmierstoffe die in Tabelle 2.1 genannten Schmierstoffarten zur Verfügung. Im folgenden soll auf bestimmte spezifizierte Produkttypen aus diesen Klassen näher eingegangen werden.

### **3.2 Ölschmierung**

#### **3.2.1 Auswahl der Ölbasis / Additivierung**

##### **3.2.1.1 Schmieröle CL nach DIN 51502**

Viele Industriegetriebe (Stirnradgetriebe, Schneckengetriebe) werden mit Schmierölen CL nach DIN 51502 geschmiert. In Hochgeschwindigkeitsgetrieben, in denen die auftretenden Zahnkräfte gering sind und die hohe Relativgeschwindigkeit der Zahnflanken einen dicken EHD-Film ausbildet, reichen Schmieröle CL aus. Es tritt kein Metall-Metall-Kontakt und damit kein Verschleiß auf. Die wichtigste Kenngröße des Öls ist hier die Viskosität.

##### **3.2.1.2 Schmieröle CLP nach DIN 51502**

# **MOLYDUVAL Getriebeschmierstoffe**

Langsam laufende Getriebe sind häufig höher belastet und können im Mischreibungsgebiet laufen. Daher benötigen sie höherviskose Getriebeöle mit EP- und verschleißmindernden Zusätzen. Schmieröle dieser Art sind durch die Kennbuchstaben CLP nach DIN 51502 gekennzeichnet.

## **3.2.1.2.1 (MOLYDUVAL Tantalus CLP Mineralölbasis ISO VG 5 bis ISO VG 1000)**

Schneckengetriebe weisen konstruktionsbedingt hohe Gleitgeschwindigkeits-Anteile auf, die die Verlustleistung erhöhen. Die Zahnkräfte sind sehr groß, so dass Öle mit einem hohen Anteil an EP- oder polaren Zusätzen geeignet sind. Auch für hochbelastete Stinradgetriebe, die im Mischreibungsgebiet arbeiten, und pittinggefährdete Getriebe sind hochadditivierte Öle empfehlenswert.

## **3.2.1.2.2 (MOLYDUVAL Tantalus HD Mineralölbasis ISO VG 100 bis ISO VG 1000)**

Der Zusatz von Molybdändisulfid (MoS<sub>2</sub>) kann Reibung und Verschleiß aufgrund einer Einglättung der Oberflächenrauigkeiten vermindern, Notlaufeigenschaften werden gewährleistet. Molybdändisulfidhaltige Getriebeschmierstoffe werden vor allem bei sehr hoch belasteten Getrieben empfohlen.

## **3.2.1.2.3 (MOLYDUVAL Tantalus MO Mineralölbasis ISO VG 5 bis ISO VG 1000)**

### **3.2.1.3 Synthetische Schmieröle**

Synthetische Getriebeöle werden für spezielle Anwendungsgebiete entwickelt und meistens dann eingesetzt, wenn Mineralöle den auftretenden Beanspruchungen nicht mehr genügen. Z.B. kann sich ein wirtschaftlicher Einsatz bei sehr hohen oder sehr tiefen Betriebstemperaturen oder stark schwankenden Temperaturen ergeben. Hier sind synthetische Flüssigkeiten aufgrund wesentlich besserer Oxidations- und thermische Stabilität und tieferer Stockpunkte den Mineralölen überlegen.

Synthetische Getriebeöle sind **teurer** als Mineralöle. Dadurch sind sie nur für Anwendungen wirtschaftlich sinnvoll einzusetzen, bei denen Maschinenausfälle und -störungen durch ihren Einsatz verhindert oder Ölverweilzeiten erheblich verlängert werden können. Trotzdem sollte ein wirtschaftlicher Langzeiteinsatz genauestens überprüft werden, da ein Getriebeöl häufig auch von Schmutz und Abrieb gereinigt werden muß. **Verschiedene synthetische Grundflüssigkeiten** werden zur Herstellung von Getriebeölen verwendet.

Einige wichtige Eigenschaften dieser Flüssigkeiten sind in Tabelle 3.1 zusammengestellt.

# MOLYDUVAL Getriebeschmierstoffe

	<b>Chemische Formel</b>	<b>Temperaturbereich</b>		<b>Schmierfähigkeit, Reibverhalten</b>	<b>Korrosionsschutz</b>	<b>Dichtungsverträglichkeit</b>	<b>Preisrelation geg. Mineralöl</b>	<b>Anwendungen Vorteile Nachteile</b>
<b>Mineralöl</b>	Kohlenwasserstoffgemisch (C,H)	+120°C 30°C	-	gut	sehr gut	sehr gut	1	normale Getriebeöle
<b>PAO Polyalfaolefine</b>	synthetisches Kohlenwasserstoffgemisch (C,H)	+180°C 60°C	-	gut	Sehr gut	sehr gut	ca. 2-4	Tieftemperaturöle Hochtemperaturöle Hochgeschwindigkeitsöle Kunststofföle, Sinterlageröle
<b>PG Polyglykole</b>	Copolymere aus Ethylen- oder Propylenoxid (C,H,O)	+160°C		sehr gut	gut	schlecht	ca. 2-4	Hochtemperaturöle
<b>Ester natürliche Ester (Rapsöl)</b>	(C,H,O)	+90°C 15°C	-	sehr gut	gut	schlecht	ca. 2	Biologisch abbaubare Schmieröle
<b>Ester Synthetische Ester</b>	(C,H,O)	+240°C 60°C	-	sehr gut	gut	schlecht	ca. 2-4	Tieftemperaturöle Biologisch abbaubare Öle Instrumentenöle
<b>Silikonöle Polyphenyl-Art</b>	(C,H,O,Si)	+250°C 70°C	-	mäßig	mäßig	sehr gut	ca. 40	Hochtemperaturöle Tieftemperaturöle, geringe Belastungen Feinmechanik Instrumentenöle
<b>Polyphenylether</b>	(C,H,O)	+300°C 10°C	-	gut	gut	sehr gut	ca. 200	Hochtemperaturöle, säure- und lösemittelbeständige Öle
<b>Polyfluoralkylether</b>	(C,F,O)	+300°C 10°C	-	gut	gut	sehr gut	ca. 200	Hochtemperaturöle, säure- und lösemittelbeständige Öle

Tabelle 3.1: Eigenschaften von für Getriebeöle verwendeten Grundölen

MOLYDUVAL bietet synthetische Getriebeöle auf Basis folgender synthetischer Basisöle an:

- 3.2.1.3.1 **Polyalfaolefine** z.B. **MOLYDUVAL Syntholube A** (ISO VG 5 bis ISO VG 1500)
- 3.2.1.3.2 **Polyglykole** z.B. **MOLYDUVAL Syntholube G** (ISO VG 5 bis ISO VG 1500)
- 3.2.1.3.3 **Natürliche Ester** z.B. **MOLYDUVAL Rabilub** (ISO VG 5 bis ISO VG 680)
- 3.2.1.3.4 **Synthetische Ester** z.B. **MOLYDUVAL Syntholube E** (ISO VG 5 bis ISO VG 1500)
- 3.2.1.3.5 **Silikonöl** z.B. **MOLYDUVAL Silikonöle D** (ISO VG 5 bis ISO VG 150.000)

So haben sich besonders bei Schneckengetrieben mit der Materialpaarung Bronzerad/Stahlschnecke haben sich synthetische Öle auf Basis Polyglykole (MOLYDUVAL Syntholube G) sehr gut bewährt. Dies ist auf äußerst

# MOLYDUVAL Getriebeschmierstoffe

günstige Reibwerte dieser Flüssigkeiten bei der Paarung Stahl/Bronze zurückzuführen. Polare Zusätze verbessern den Verschleißschutz und vermeiden Flankenschäden.

Zu beachten ist, dass synthetische Getriebeöle auf Basis Polyglykole mit anderen synthetischen und mit mineralölbasischen Getriebeölen häufig nicht vermischbar sind, so dass die Getriebe beim Schmierölwechsel gründlich gespült werden müssen um die Vorteile der synthetischen Öle nicht zu verlieren. Eine Übersicht über die Verträglichkeit der verschiedenen synthetischen Grundöle zeigt die nachfolgende Tabelle. Für Anstriche werden ölbeständige Lacke auf Basis Epoxydharze empfohlen. Bei anderen Anstrichen sowie Dichtungen sollte die Verträglichkeit zuvor überprüft werden.



	Mineralöl	Polyalfa-olefine	Poly-glykole	Natürliche Ester	Synthese Ester
Mineralöl	•	verträglich	nicht verträglich	verträglich	verträglich
Polyalfaolefine	verträglich	•	nicht verträglich	verträglich	verträglich
Polyglykole	nicht verträglich	nicht verträglich	•	verträglich	verträglich
Natürliche Ester	verträglich	verträglich	verträglich	•	verträglich
Synthetische Ester	verträglich	verträglich	verträglich	verträglich	•

Tab. 3.2: Verträglichkeit von für Getriebeöle verwendeten Grundölen

## 3.2.2 Auswahl der richtigen Ölviskosität

Für eine mit Öl geschmierte Zahnradpaarung gilt: je höher die Viskosität des Öls, umso besser ist der Schutz gegen Verschleiß je geringer die Viskosität des Öls, umso geringer ist die zur Bewegung des Öles erforderliche Energie und damit die Verlustleistung und die hieraus resultierende Wärmeentwicklung im Getriebe. Aus diesen beiden Forderungen wird klar, dass es für jede Zahnradpaarung eine geeignete Ölviskosität gibt, die nach verschiedenen, auf Erfahrungswerten beruhenden Verfahren ermittelt werden kann. Eine relativ aufwendige Berechnung der Ölviskosität ist die Schmierstoffauswahl nach DIN 51509 (GfT-Arbeitsblatt 2.4.2). Die Ermittlung der kinematischen Nennviskosität bei 40°C erfolgt über den so genannten Kraft - Geschwindigkeits- - Faktor  $k_s/v$ , dem Verhältnis der Stribeckschen Wälzpressung  $k_s$  und der Umfangsgeschwindigkeit  $v$  am Teilkreis.  $k_s/v$  ergibt sich für ein Stirnradgetriebe nach der Formel

$$\frac{k_s}{v} = \frac{F_t \cdot (u+1) \cdot 3}{b \cdot d_1 \cdot u \cdot v}$$

mit:

b	Zahnbreite in mm
d1	Teilkreisdurchmesser in mm
Ft	Umfangskraft in N
u	Zähneverhältnis
v	Umfangsgeschwindigkeit am Teilkreis in m/s

und für ein Schneckengetriebe gilt entsprechend

$$\frac{k_s}{v} = \frac{M_2}{a^3 + n_s}$$

mit:

M2	Ausgangsdrehmoment in Nm
a	Achsabstand in m
nS	Schneckendrehzahl in U/min

Mit den so ermittelten Kraft - Geschwindigkeits- - Faktoren kann die empfohlene Ölviskosität aus den in der DIN Norm enthaltenen Diagrammen abgelesen werden. Tabelle 3.2 verdeutlicht einige Richtwerte.

# MOLYDUVAL Getriebeschmierstoffe

Stirnradgetriebe $k_{\text{SV}}$ in MPas/m	Schneckengetriebe $k_{\text{S/V}}$ in Nmin/m <sup>2</sup>	Schmieröl ISO VG Klasse
0,01		46
0,07		68
0,22		100
0,8		150
1,3	10	220
6,5	1000	460
15	4000	680

Tabelle 3.3 Richtwerte für die Viskositätsauswahl in Abhängigkeit von  $k_{\text{S/V}}$

Ein weiteres, wesentlich einfacheres Berechnungsverfahren für geschlossene Getriebegehäuse ist die Schmierstoffauswahl nach Erichello (1). Hier ergibt sich die empfohlene Nennviskosität  $v_{40}$  bei 40°C zu:

$$v_{40} = \frac{1000}{n \cdot d} \quad \text{Fehler!}$$

mit:

- $v_{40}$  Viskosität des Öls in mm<sup>2</sup>/s (früher cSt) bei 40°C
- $n$  Drehzahl des schnellsten Rades in Umdrehungen pro Minute
- $d$  Durchmesser des schnellsten Rades in mm

## 3.2.3 Auswahl der Aufbringungsart

Die Art, wie der Schmierstoff am besten auf die Zahnflanken aufgebracht wird, hängt in erster Linie von der Umfangsgeschwindigkeit der Zahnräder ab.

### 3.2.3.1 Tauchbadschmierung

Die einfachste Anwendung ist die Tauchschmierung, bei der mindestens ein Zahnrad in ein Ölbad eintaucht. Das Rad nimmt dabei Öl mit und fördert es in den Eingriff der Zahnräder. Einsetzbar ist eine Tauchbadschmierung für Umfangsgeschwindigkeiten bis 15 m/s. Schneckengetriebe sollten, wenn die Schnecke eintaucht, nur bis Umfangsgeschwindigkeiten von 12 m/s mit Tauchbadschmierung versehen werden, wenn das Rad eintaucht bis etwa 8 m/s. Die Räder sollten etwa die zweifache Zahnhöhe eintauchen. Bei höheren Umfangsgeschwindigkeiten sollte die Druckumlaufschmierung vorgesehen werden.

### 3.2.3.2 Druckumlaufschmierung

Bei größeren Getrieben mit vielen Zahnrädern und bei sehr schnelllaufenden Getrieben wird Druckumlaufschmierung angewandt. Das Öl wird mit einer Pumpe direkt den Schmierstellen zugeführt. Das abtropfende Öl fließt in den Ölsumpf zurück. Bei dieser Art der Schmierung kann das Öl gefiltert und gekühlt werden, um Schmutzteilchen und Abrieb zu trennen und Wärme abzuführen.

### 3.2.3.3 Ölnebelschmierung

Bei sehr hohen Drehzahlen ist Ölnebelschmierung empfehlenswert. Das Öl wird unter Zugabe von Druckluft fein vernebelt und das entstehende Öl - Luft - Gemisch in den Zahneingriff gesprüht.



## 3.2.4 Festlegung der Ölwechselintervalle

# MOLYDUVAL Getriebschmierstoffe

Die Festlegung der Ölwechselintervalle hängt sehr stark von den Betriebsbedingungen, insbesondere von der Ölsumpftemperatur und von der Art des verwendeten Schmieröls ab. Z.B. ergibt sich bei Verwendung eines sehr niedrig additiviertes Getriebeöls für die Lebensmittelindustrie ein wesentlich niedrigeres Ölwechselintervall als bei Verwendung eines synthetischen Hochtemperaturgetriebeöls. Mögliche Intervalle könnten z.B. sein:

	Einsatz	Temperatur 80°C	Temperatur 90°C	Temperatur 100°C	Temperatur 120°C
<b>Biolube A 100 LM</b>	Getriebeöl Lebensmittelind.	3000 Bh	1500 Bh	1200 Bh	----
<b>Tantalus CLP</b>	Industriegetriebeöl Mineralölbasis	5000 Bh	3000 Bh	2000 Bh	500 Bh
<b>Syntholube A</b>	Industriegetriebeöl Syntheseölbasis	10000 Bh	6000 Bh	3000 Bh	1000 Bh

Tab. 3.4: Ölwechselintervalle von Getriebeölen

## 3.2.5 MOLYDUVAL Getriebeöle

### 3.2.5.1 Auf Mineralölbasis

MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendung	Eigenschaften
<b>Tantalus CLP</b>	Industriegetriebeöle für normalbelastete Getriebe aller Art	<ul style="list-style-type: none"> <li>als Universal Getriebeöl, auch bei hohen Belastungen, da ausreichende EP-Additivierung</li> </ul>	-30°C → +120°C CLP DIN 51502 CLP DIN 51517 T3
<b>Tantalus MO</b>	Hochadditivierte Industriegetriebeöle mit feinstverteiltem, hochdruckaufnahmefähigem MoS <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>für sehr hochbelastete Industriegetriebe</li> <li>für Systeme unter extrem schweren Belastungen oder ungünstigsten Betriebsbedingungen</li> </ul>	-30°C → +120°C CLPF DIN 51502 CLP DIN 51517 T3
<b>Tantalus HD</b>	Hochadditivierte Industriegetriebeöle mit spezieller Wirkstoffkombination, die eine Oberflächeneinglättung bewirkt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>für hochbelastete Getriebe, kann Pitting z.B. an Druckmaschinen, Papiermaschinen, Schmiedepressen verhindern</li> <li>für stark stoßbelastete oder vibrationsbelastete Getriebe</li> </ul>	-30°C → +120°C CLP DIN 51502 CLP DIN 51517 T3
<b>Additiv DU 5</b>	Flüssiges, vollstabilisiertes Festschmierstoff Konzentrat. Unter Grenzreibungsbedingungen bildet sich eine Schicht MoS <sub>2</sub> auf der Oberfläche, die einen direkten metallischen Kontakt der Reibpartner verhindert. Wirkt verschleiß- und reibungsmindernd.	<ul style="list-style-type: none"> <li>als Zusatz zu Getriebeölen und Lagerschmierölen bei hohen Beanspruchungen.</li> </ul>	Feinheit ca. 0,3 µm Grundöl Mineralöl Farbe dunkelgrau

Tab. 3.5: MOLYDUVAL Getriebeöle auf Mineralölbasis

### 3.2.5.2 Auf Syntheseölbasis

MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendung	Eigenschaften
<b>Syntholube G ... EP</b>	Synthetische Getriebeöle auf Polyglykolbasis mit EP. Für hochbelastete Getriebe. Bewährt für Schneckengetriebe, weil es gegenüber konventionellen Ölen einen geringeren Reibungskoeffizienten aufweist und damit eine Verringerung der Öltemperatur und eine Erhöhung des Wirkungsgrades bewirkt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>für Getriebe unter sehr hohen Temperaturbelastungen und ungünstigsten Betriebsbedingungen, z.B. in Walzwerken, Papiermaschinen, Betonmischern, Mühlen, Knetern und Förderanlagen, Motorreduziergetriebe in Straßenbahnen.</li> <li>für Umlaufsysteme und Kalandere in der Kunststoffindustrie, in Walzwerken und in der Papierindustrie.</li> </ul>	-35°C → 170°C Polyglykol Basis klar, leicht bräunlich ISO 5 bis ISO 1500
<b>Syntholube A ...</b>	Synthetische TOP - Getriebeöle für höchste Belastungen. (PAO-Basis), dichtungsverträglich, hoher VI, für tiefe Temperaturen geeignet, sehr guter Korrosionsschutz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>für Getriebe, Lager und Umlaufsysteme als Langzeitschmierung, auch unter sehr ungünstigsten Betriebsbedingungen z.B. bei Ölsumpftemperaturen bis +180°C oder runter bis unter -50°C</li> </ul>	-50°C → 150°C klar CLP DIN 51502 CLP DIN 51517 T3
<b>Syntholube E</b>	Synthetische Industriegetriebeöle auf Esterbasis. Bietet neben ausgezeichnete Hochtemperatur-	<ul style="list-style-type: none"> <li>für Getriebe und Umlaufsysteme, auch unter sehr hohen Belastungen und ungünstigen Betriebsbedingungen bei Ölsumpftemperaturen</li> </ul>	ISO 5 bis ISO 1500 CLP DIN 51502 CLP DIN 51517 T3

# MOLYDUVAL Getriebeschmierstoffe

...	Stabilität hervorragendem Verschleißschutz, der durch spezielle oberflächenaktive Zusätze gewährleistet wird.	bis + 180°C.	
<b>Syntholube A .... LM</b>	Lebensmittelverträgliche Hochleistungsöle für Getriebe bei sehr hohen und sehr tiefen Betriebstemperaturen, langlebig, wartungsarm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• z.B. für Industriegetriebe, Umlauf- und Hydrauliksysteme, die nahezu alle Schmierungsanforderungen in einem lebensmittelverarbeitendem Betrieb bewältigen können</li> </ul>	ISO 5 bis ISO 1500 PAO Basis CLP DIN 51502 CLP DIN 51517 T3

Tab. 3.6: MOLYDUVAL Getriebeöle auf Syntheseölbasis

## 3.3 Fettschmierung

### 3.3.1 Allgemeines

Analog zum Schmieröl hat auch das Schmierfett die Aufgabe, Reibung und Verschleiß niedrig zu halten, indem metallische Berührung der Zahnflanken verhindert wird. Da Getriebefließfette nicht so gut fließen wie Getriebeöle und hierdurch ein "Freigraben" der Zahnräder vor allem bei höheren Drehzahlen möglich wird, sind sie sinnvoll nur bei Umfangsgeschwindigkeiten von bis zu 4 m/s einsetzbar. Dabei gilt je höher die Umfangsgeschwindigkeit bzw. die Drehzahl umso weicher sollte das Schmierfett sein.

### 3.3.2 MOLYDUVAL – Standard-Getriebefette

Fließfette auf Mineralölbasis sind universell einsetzbar und reichen in vielen Anwendungen aus.

MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendung	Eigenschaften
<b>Prometheus L</b>	Hochdruckbeständige, verschleißfeste Getriebefette ohne Feststoffe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für Getriebe bei normalen bis mittleren Belastungen</li> </ul>	-20°C bis +120°C NLGI 0, 00, 000, 0000 Braun Mineralöl

### 3.3.3 MOLYDUVAL – Hochdruck-Getriebefette

MOLYDUVAL bietet Getriebefette für hohe Druckbelastungen einmal mit und einmal ohne MoS<sub>2</sub> an. MOLYDUVAL Tantalus HD enthält einen hohen Prozentsatz gut wirkender EP Additive und Friction Modifier, die die Reibung herabsetzen. Es ist allerdings feststoff-frei. Fließfette mit MoS<sub>2</sub> wie MOLYDUVAL Prometheus MA sind ebenfalls sehr gut für hochdruckbelastete Getriebe geeignet und bieten Notlaufeigenschaften. MoS<sub>2</sub> bildet feststoffhaltige Oberflächenschichten, die im Mischreibungsgebiet den metallischen Kontakt zwischen den Zahnflanken verhindern und die Gleiteigenschaften verbessern. MOLYDUVAL Fließfette mit MoS<sub>2</sub> sind ein geeignetes Getriebeschmiermittel bei hohen Drücken, extremen Temperaturen und in Bereichen wo ein hydrodynamischer geschlossener Schmierfilm nicht aufgebaut werden kann.

MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendung	Eigenschaften
<b>Prometheus HD</b>	Sehr hochdruckbeständige, verschleißfeste Getriebefette ohne Feststoffe. Besonders geeignet für Pittinggefährdete Getriebe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für Getriebe bei höchsten Belastungen</li> </ul>	-20°C bis +120°C NLGI 00 / 1 / 2 Braun Mineralöl
<b>Prometheus MA</b>	Sehr hochdruckbeständige, verschleißfeste Getriebefette mit MoS <sub>2</sub> . Besonders geeignet für stark belastet und/oder Pitting-gefährdete Getriebe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für Getriebe bei höchsten Belastungen</li> <li>• für größere Antriebs- und Warentransportketten</li> </ul>	-20°C bis +120°C NLGI 0, 00, 000, 1 Schwarz Mineralöl

# MOLYDUVAL Getriebeschmierstoffe

## 3.3.4 MOLYDUVAL – Hochtemperatur-Getriebefette

<b>MOLYDUVAL</b>	<b>Produktbeschreibung</b>	<b>Anwendung</b>	<b>Eigenschaften</b>
<b>Prometheus A 00</b>	Synthetisches Getriebefließfett auf Basis PAO in Verbindung mit einer speziellen Komplekseife. Sehr adhäsiv, reibungsarm, korrosionsschützend und verschleißmindernd.	<ul style="list-style-type: none"> <li>für wartungsfreien Zahnradgetriebe, z.B. Stirnradgetriebe, Kegelgetriebe, Hypoidgetriebe, Schneckengetriebe, Schraubenge triebe, Reibgetriebe.</li> <li>für Kleinstgetriebe und Regeleinrichtungen</li> </ul>	PAO Komplexverdicker Hellfarbig, weißlich -30°C → +150°C NLGI 0, 00, 000
<b>Prometheus KLE 00</b>	Synthetisches Getriebefließfett auf Basis PAO in Verbindung mit einer hochtemperaturbeständigen Komplekseife. Sehr adhäsiv, reibungsarm, korrosionsschützend und verschleißmindernd.	<ul style="list-style-type: none"> <li>für wartungsfreien Zahnradgetriebe, z.B. Stirnradgetriebe, Kegelgetriebe, Hypoidgetriebe, Schneckengetriebe, Schraubenge triebe, Reibgetriebe.</li> <li>für Kleinstgetriebe und Regeleinrichtungen</li> </ul>	PAO Li-Komplex hellbraun -50°C → +200°C NLGI 0, 00, 000
<b>Prometheus AHT 00</b>	Synthetisches Getriebefließfett auf Basis PAO in Verbindung mit einer hochtemperaturbeständigen Komplekseife. Sehr adhäsiv, reibungsarm, korrosionsschützend und verschleißmindernd.	<ul style="list-style-type: none"> <li>für wartungsfreien Zahnradgetriebe, z.B. Stirnradgetriebe, Kegelgetriebe, Hypoidgetriebe, Schneckengetriebe, Schraubenge triebe, Reibgetriebe.</li> <li>für Kleinstgetriebe und Regeleinrichtungen</li> </ul>	PAO Al-Komplex weiß -45°C → +200°C NLGI 0, 00, 000
<b>Prometheus AHTB 00</b>	Weiches, halbflüssiges Fließfett auf Basis PAO mit Gelverdicker. Gute thermische Stabilität.	<ul style="list-style-type: none"> <li>zur Schmierung von hochtemperaturbelasteten Getrieben</li> </ul>	PAO, Bentone Hellbeige -20°C → +160°C
<b>Prometheus EB 00</b>	Weiches, halbflüssiges Fließfett auf Basis synthetischer Ester. Hervorzuheben ist die gute thermische Stabilität.	<ul style="list-style-type: none"> <li>zur Schmierung von hochtemperaturbelasteten Getrieben</li> </ul>	Ester, Bentone Braun -40°C → +230°C

## 3.3.5 MOLYDUVAL – Tieftemperatur-Getriebefette

<b>MOLYDUVAL</b>	<b>Produktbeschreibung</b>	<b>Anwendung</b>	<b>Eigenschaften</b>
<b>Prometheus ALT 00</b>	Synthetisches Getriebefließfett auf Basis PAO in Verbindung mit einer Lithiumseife, Das dünne Grundöl ISO 32 gewährleistet den tiefen Temperaturbereich.	<ul style="list-style-type: none"> <li>für Stirnradgetriebe, Kegelgetriebe, Hypoidgetriebe, Schneckengetriebe, Schraubenge triebe</li> <li>für Kleinstgetriebe und Regeleinrichtungen</li> </ul>	PAO Lithium Hellfarbig -50°C → +150°C
<b>Prometheus ALTB 00</b>	Synthetisches Getriebefließfett auf Basis PAO in Verbindung mit einem Bentoneverdicker. Das dünne Grundöl ISO 32 gewährleistet den tiefen Temperaturbereich. Hervorragende Wasserbeständigkeit.	<ul style="list-style-type: none"> <li>für wartungsfreien Zahnradgetriebe, z.B. Stirnradgetriebe, Kegelgetriebe, Hypoidgetriebe, Schneckengetriebe, Schraubenge triebe, Reibgetriebe.</li> <li>für Kleinstgetriebe und Regeleinrichtungen</li> </ul>	PAO Li-Komplex hellbraun -60°C → +150°C

## 3.3.6 MOLYDUVAL –Glykol-Getriebefett

<b>MOLYDUVAL</b>	<b>Produktbeschreibung</b>	<b>Anwendung</b>	<b>Eigenschaften</b>
<b>Prometheus G 00</b>	Synthetisches, halbflüssiges Hochleistungs Getriebefließfett auf Basis Polyglykol. Sehr reibungsarm und verschleißmindernd. Bei vielen Getrieben ist eine Lebensdauerschmierung möglich. Aufgrund seines sehr günstigen Reibungsverhaltens hat es sich besonders für Stahl/Bronze Paarungen in Schneckengetrieben bewährt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>für Schneckengetriebe</li> <li>zur Schmierung von Zahnkupplungen</li> </ul>	Polyglykol Lithiumbasis Gelblich -35°C → +130°C

# MOLYDUVAL Getriebeschmierstoffe

## 3.3.7 MOLYDUVAL – Food-Grade-Getriebefette

MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendung	Eigenschaften
<b>Prometheus A 00 LM</b>	Synthetisches Fließfett zur Schmierung in der Lebensmittelindustrie auf der Basis sehr oxidations- und langzeitstabiler PAO's mit USDA/H1 Freigabe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>zur Schmierung von Getrieben in der Lebensmittelindustrie</li> </ul>	-30°C bis +150°C NLGI 00 Syntheseöl
<b>Prometheus A 00 LMG</b>	Synthetisches Gelfett zur Schmierung in der Lebensmittelindustrie auf der Basis sehr oxidations- und langzeitstabiler PAO's mit USDA/H1 Freigabe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>zur Schmierung von Getrieben in der Lebensmittelindustrie</li> </ul>	-30°C bis +150°C NLGI 00 Syntheseöl

## 3.4 Schmierung mit Haftschrnierstoffen

### 3.4.1 Allgemeines

Mit Haftschrnierstoffen (auch Zahnrad – Compounds) können offene, langsam laufende Zahnpaarungen sinnvoll geschmiert werden. Da diese Zahnradantriebe häufig hoch belastet sind, laufen sie fast immer im Mischreibungsbereich. Zahnrad - Haftschrnierstoffe enthalten hohe Anteile Festschmierstoffe und oberflächenaktive Wirkstoffe. Häufig enthalten sie Lösungsmittel, dass nach dem Auftragen verdampft. Der verbleibende Gleitfilm ist fest auf der Metalloberfläche verankert, fast trocken, teilweise griffest, wasserbeständig und sehr biegefest. Schmutz und Staub wird nicht angezogen. Zahnrad - Haftschrnierstoffe können bei Umfangsgeschwindigkeiten bis 4m/s sinnvoll eingesetzt werden. Übersteigt die Umfangsgeschwindigkeit 1 m/s wird der Einsatz von automatischen Sprühanlagen empfohlen, während langsamere Antriebe durch regelmäßigen Handauftrag mittels Pinsel oder Sprühdose geschmiert werden können. Bei automatischen Sprühanlagen sollte die gesamte Fläche des besprühten Ritzels oder Zahnkranzes bei einem Sprühimpuls mit Schmierstoff versorgt werden. Anwendungsgebiete sind Zahnkranzantriebe von Kugelmöhlen (Zement- und Kalkherstellung, Erzgewinnung), Stabmöhlen, Freifallmöhlen, Drehrohröfen, Rohrmöhlen (Kohlemöhlen in Kraftwerken, Erzgewinnung), Zahnradbahnen, Schiffshebwerken und Schleusen und ähnlichen Anlagen.

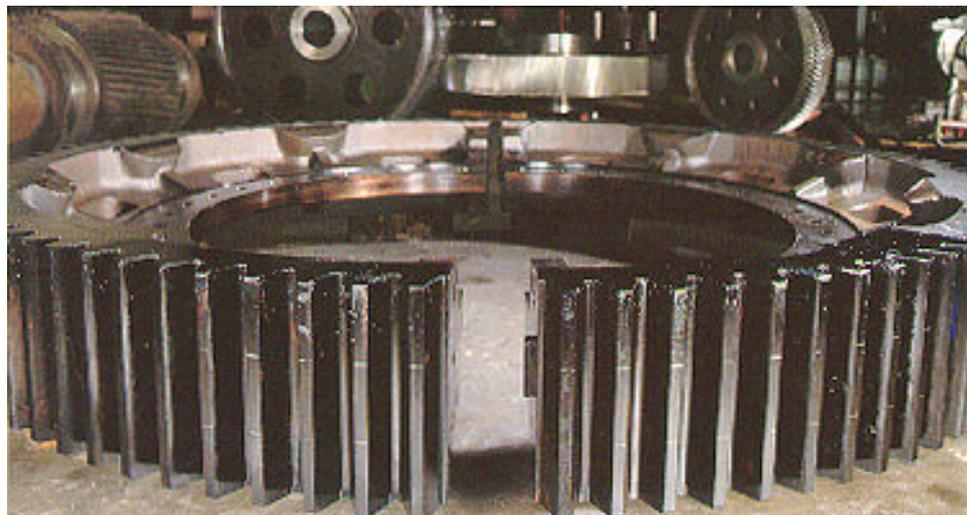


### 3.4.2 MOLYDUVAL Haftschrnierstoffe

MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendung	Eigenschaften
<b>Prometheus OZ</b>	Zahnrad-Compound von großer Haftfähigkeit, der für offene, langsam laufende Zahnradantriebe und Drehkränze, sowie für Ketten und Drahtseile entwickelt wurde. Gute Schmierwirkung wird durch Festschmierstoffe und chemisch wirkende EP-Zusätze gewährleistet. Nach Verdunstung des enthaltenen Lösungsmittels bildet sich auf der Oberfläche der Werkstücke ein fast trockener, fester Schmierfilm, der auch bei starken Witterungseinflüssen erhalten bleibt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>zu Schmierung von offenen, langsam laufenden Zahnradantrieben und Drehkränzen, die in staubiger Umgebung arbeiten, der Witterung ausgesetzt sind und hohen Beanspruchungen unterliegt</li> <li>für Krananlagen, Baumaschinen u.ä., aber auch für Anlagen in der Zementindustrie und im Schiffbau</li> <li>für Drahtseile z.B. an Sesselliften, Aufzügen u.ä.</li> <li>für Zahnradstangen z.B. an Zahnradbahnen</li> </ul>	-15°C -> +90°C Anorganisch schwarz <b>auch als Spray</b>  <b>Spray Z</b>

# MOLYDUVAL Getriebeschmierstoffe

<p><b>Prometheus B 28</b></p>	<p>Grafithaltiges, sehr haftfähiges Spezialfett zur Schmierung von hochtemperatur- und hochdruckbelasteten Zahnradantrieben. Die hohe Temperaturstabilität bewirkt ausgezeichnete Schmierwirkung auch bei starker Hitzestrahlung. Enthält Wirkstoffe, die in der Einlaufphase übermäßigen Verschleiß herabsetzen, jedoch eine Einglättung der Flanken bewirken.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für offene, langsam laufende Zahnrad- bzw. Zahnkranzantriebe von Kugelmühlen (Zement- und Kalkherstellung, Erzgewinnung), Stabmühlen, Freifallmühlen, Drehrohröfen, Rohrmühlen (Kohlemühlen in Kraftwerken, Erzgewinnung)</li> <li>• auch für automatische Sprühschmierung aller Art (Zahnstangen, Zahnräder, Zahnkränze) z.B. an Baumaschinen, Erdbewegungsmaschinen zur Schmierung von Zahnpaarungen an Zahnradbahnen, Schiffshebwerken, Schleusen</li> </ul>	<p>-30°C -&gt; +300°C 1 und 2</p> <p><b>für automatische Sprühschmierung: NLGI 0, 00, und 000</b></p>
<p><b>Prometheus B 290</b></p>	<p>Modernes, neu entwickeltes Spezialschmierfett für offene Zahnradantriebe. Basiert auf einer neuartigen Lithium/Calcium - Komplexseife, die über extreme Hochdruckeigenschaften verfügt. Aufgrund der Metallaffinität dieser Komponenten kann auf den Zusatz von Grafit als Festschmierstoff verzichtet werden. Kann konventionelle Grafitfette auf Aluminiumkomplexbasis ersetzen. Es ist sehr gut hitzebeständig und hat gute Korrosionsschutzzeigenschaften</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für offene, langsam laufende Zahnrad- bzw. Zahnkranzantriebe von Kugelmühlen (Zement- und Kalkherstellung, Erzgewinnung), Stabmühlen, Freifallmühlen, Erzmühlen, Drehrohröfen, Rohrmühlen (Kohlemühlen in Kraftwerken, Erzgewinnung)</li> <li>• auch für automatische Sprühschmierung aller Art (Zahnstangen, Zahnräder, Zahnkränze) z.B. an Baumaschinen, Erdbewegungsmaschinen zur Schmierung von Zahnpaarungen an Zahnradbahnen, Schiffshebwerken, Schleusen</li> <li>• auch für hochbelastete Kugel- und Rollenlager geeignet</li> </ul>	<p>-30°C -&gt; +150°C 0</p>



## 3.5 Schmierung mit Festschmierstoffen

### 3.5.1 Allgemeines

In Sonderfällen können Zahnräder, vor allem auch Kettenräder, mit Trockenschmierstoffen z.B. Pulver Spray geschmiert werden.

#### 3.5.1.1 MOLYDUVAL Festschmierstoffe

MOLYDUVAL	Produktbeschreibung	Anwendungen	Eigenschaften
<b>Pulver Spray</b>	reinstes MoS <sub>2</sub> - Pulver in der Sprühdose	•	

## **MOLYDUVAL Getriebeschmierstoffe**

<b>Aladin 21 Spray</b>	se	
<b>Aladin 21 Spray</b>	MoS <sub>2</sub> - Gleitlack in der Sprühdose	•
<b>Aladin 21 Spray</b>	PTFE - Gleitlack in der Sprühdose	•

## **4 Dichtungsverträglichkeit**

**Fehler! Keine gültige Verknüpfung.**

Weitere Informationen erhalten Sie von den Mitarbeitern unserer Anwendungstechnik ! Tel.(02102)9757-00  
Die Angaben auf dieser Beschreibung entsprechen dem Stand unserer Kenntnisse am 23. September 2008 und sollen dem technisch erfahrenen Leser Hinweise zu möglichen Anwendungen geben. Eigenschaftszusicherungen und Gewährleistungen sind ohne Abklären des konkreten Einsatzzweckes und der Betriebsbedingungen ausgeschlossen. Änderungen im Sinne einer technischen Weiterentwicklung vorbehalten.