

Wieland-Werke AG

Corporate Function Global Engineering
Graf-Arco-Straße 36
89079 Ulm
Telefon +49 731 944-0
www.wieland.com

Kapitel C – Mechanik

Teil 2: Proaktive Instandhaltung

Die nachstehenden Liefervorschriften der Wieland-Werke AG sind Bestandteil des Vertrages.
Davon abweichende Festlegungen sind vor Vertragsabschluss zwischen dem Anbieter / Auftragnehmer und Wieland abzustimmen und zu dokumentieren.

Ersteller: Herr Twrdek (Schwingungen, Thermographie)
Tel.: +49 731 944-3401
E-Mail: juergen.twrdek@wieland.com

Ersteller: Herr Abt (Schmierstoffe)
Tel.: +49 731 944-3632
E-Mail: patrick.abt@wieland.com

Inhaltsverzeichnis

1.	Schwingungen, Auswucht- und Ausrichtqualitäten.....	2
1.1	Schwingungen in Abhängigkeit von der Antriebsgröße	2
1.2	Resonanzfreiheit:.....	3
1.3	Schwingungsisolierung.....	3
1.4	Auswuchtqualität	3
1.5	Ausrichtqualität (Wellenausrichtung)	4
1.6	Ausrichtqualität (Wellenausrichtung) mit Berücksichtigung der Arbeitstemperatur	4
1.7	Abnahmemessung:.....	4
1.8	Dauerschwingungsmesssysteme	4
1.9	Luftschall an Maschinen und Anlagen.....	5
2.	Thermographie.....	5
3.	Schmierstoffe, Ölanalytik und Schmiergeräte	6
3.1	Schmierstoffe.....	6
3.2	Zentralschmieranlagen	6
3.3	Automatische Schmierstoffgeber für einzelne Schmierstellen	6

1. Schwingungen, Auswucht- und Ausrichtqualitäten**1.1 Schwingungen in Abhängigkeit von der Antriebsgröße**

Um die Laufgüte in Bezug auf einen störungsfreien Betrieb zu beurteilen, gelten in Anlehnung an DIN ISO 10816 folgende Grenzwerte für neu in Betrieb gesetzte Maschinen (Grenzwerte = Effektivwerte (RMS-Werte) der Schwinggeschwindigkeit = v_{eff} in mm/s):

max. zulässig v_{eff} in mm/s RMS	Antriebsgröße in kW	Aufstellung
0,71	<15	
1,12	15 - 75	
1,80	75 - 300	starr
2,80	75 - 300	elastisch
2,30	>300	starr
3,50	>300	elastisch
4,50	Kolbenpumpen	

Die maximal zulässigen Werte nach DIN ISO 10816 entsprechen den Werten der bis 1997 gültigen VDI 2056 und den jahrelangen, praktischen Erfahrungswerten der Wieland-Werke AG auf dem Gebiet der Schwingungsmesstechnik. Die Grenzwerte sind definiert für eine gute Maschine (Wortlaut VDI 2056) bzw. für Maschinen der Zone A (DIN ISO 10816).

Zone A: „Die Schwingungen neu in Betrieb gesetzter Maschinen liegen gewöhnlich in dieser Zone“.

Zur Kontrolle der Grenzwerte erfolgt eine Abnahmemessung im Frequenzbereich von 5 bis 2500 Hz. Die Messorte liegen an nicht rotierenden Bauteilen wie Lagergehäusen oder anderen Orten, die die Einwirkung von Wechselkräften widerspiegeln. Jeder Messpunkt wird in drei Richtungen gemessen, d.h. horizontal (H), vertikal (V) und axial (A), wobei H und V jeweils 90° versetzt in einer Messebene liegen. Die Grenzwerte gelten für alle Betriebszustände (Drehzahlbereiche). Anordnung der Messpunkte, siehe Anhang 1.

Definition Aufstellung starr und elastisch (weich):

Wenn die tiefste Eigenfrequenz des Gesamtsystems aus Maschine und Unterbau in Richtung der Messung um mindestens 25% über der wesentlichen Anregungsfrequenz liegt (das ist in den meisten Fällen die Drehfrequenz), kann der Unterbau als starr bezeichnet werden, anderenfalls ist er als elastisch zu betrachten.

Montage von Maschinen auf einen höher gelegten Stahlbau:

Werden Maschinen nicht direkt auf Fundamente bodeneben aufgestellt, ist mit Resonanzproblemen zu rechnen. Deshalb müssen Stahlbau (Eigenfrequenzen) und Maschine (Erregerfrequenzen) aufeinander abgestimmt sein, um Resonanzen zu vermeiden (siehe Abschnitt 2). Bei der Konstruktion des Stahlbaus ist darauf zu achten, dass die Kräfte aus der Maschine möglichst auf direktem Wege ins Fundament / Stahlbau abgeleitet werden. Stützen sind unmittelbar unter den Fußpunkten von Motor / Maschine zu positionieren. Bei schwingungs-isoliertem Aufbau siehe Abschnitt 3.

Schwingungen und deren Einwirkung auf den Menschen:

Können Schwingungen, verursacht von Maschinen und Anlagen, auf Menschen, Arbeitsplätze und umliegende Einrichtungen (Gebäude, Büros, etc.) wirken, so sind die Verursacher messtechnisch zu erfassen, die Übertragungsmechanismen zu untersuchen und die Amplitudenhöhen für Körper- als auch Luftschall auf ein nicht schädliches Minimum zu begrenzen. Dieses Minimum ist frequenzabhängig und muss nach dem neusten Stand der Erkenntnisse auf diesem Fachgebiet beurteilt und individuell festgelegt werden. Bei Luftschall ist auch der niederfrequente Infraschall ($f < 20\text{Hz}$) zu beurteilen (Grenzwerte nach DIN 45680). Für Körperschall gelten Lärm- und Vibrationsarbeitsschutzverordnung, ISO 2631 für Ganzkörperschwingungen und DIN EN ISO 5349 für Hand-Arm-Schwingungen. Die Beurteilung erfolgt richtungsabhängig (x-, y- und z-Richtung).

	Hand-Arm-Schwingungen $A(8) = a_{hv,8h}$	Ganzkörper-Schwingungen $A(8) = a_{wz,8h}$
Auslösewert	2,5 m/s ²	0,50 m/s ²
Expositionsgrenzwert	5,0 m/s ²	vertikal 0,8 m/s ² horizontal 1,15 m/s ²

1.2 Resonanzfreiheit:

Eine Maschine, Maschinengruppe oder die Gesamtanlage muss frei sein von Resonanzen. Das bedeutet, dass die Eigenfrequenzen von Einzelteilen der Anlage bzw. der Gesamtanlage auf keine Erregerfrequenzen treffen dürfen.

Als Erregungsfrequenzen gelten u. a.:

- Frequenzen unterhalb 1 x Drehzahl (z. B. Riemenfrequenzen)
- 1x Drehzahl der Rotoren (Unwuchten)
- 2x Drehzahl der Rotoren (Ausrichtfehler)
- Schaufelpassagen bzw. typische Arbeitsweisen (Drehzahl x Anzahl Schaufeln, Kolben, Flügel etc.)
- Zahneingriff bei Getrieben (Zahneingriffsfrequenz = Drehzahl x Zähnezahl)
- Frequenzen aus dem elektromagnetischen Bereich (1x und 2x Netzfrequenz bzw. der Frequenz bei Umrichterbetrieb, Frequenz der Rotorstabpassage = Drehzahl x Anzahl Rotorstäbe).

Jegliche Eigenfrequenzen müssen mindestens $\pm 20\%$ außerhalb von Erregerfrequenzen liegen. Das gilt auch für die kritische Drehzahl von Rotoren. Die Betriebsdrehzahl darf sich nicht im Bereich der kritischen Drehzahl befinden.

Liegt eine Eigenfrequenz unterhalb einer Erregerfrequenz, so darf während des Leerlaufs, Anfahrens und Abstellens von rotierenden Maschinen beim Durchgang durch die kritische Drehzahl kein Schaden entstehen.

Resonanzen stellen einen gravierenden konstruktiven Mangel dar und sind vom Hersteller bzw. Anlagelieferanten umgehend zu beseitigen.

1.3 Schwingungsisolierung

Lässt sich die Ursache einer Schwingung nicht restlos beseitigen, so kann mit einer Schwingungsisolierung die Übertragung periodischer, stoßförmiger oder stochastischer Kräfte von einer Maschine in die umgebenden Strukturen vermindert oder Menschen und empfindliche Maschinen, Geräte und Gebäude vor Schwingungen geschützt werden.

Die Schwingungsisolierung muss auf die Maschine, deren Masse und Steifigkeit, abgestimmt werden, damit das System nicht in Resonanz gerät.

Fehlerhafte Schwingungsisolierungen werden zu Lasten des Herstellers bzw. Lieferanten korrigiert.

1.4 Auswuchtqualität

Für die Auswuchtqualität starrer Rotoren gilt nach DIN ISO 21940-1:

- **Gütestufe G 2,5** für Axialventilatoren, Elektromotoren, Stirnradgetriebe, Pumpen mit mechanischer oder Labyrinth-Dichtungen, einzelne Rotorkomponenten für Maschinen der Gütestufe 6,3
- **Gütestufe G 6,3** für Radialventilatoren, andere Pumpen als in G 2,5 genannt.

Die Auswuchtqualitäten gelten für die gesamte Maschine.

Ist die Einzelmasse eines Rotors (Welle, Kupplung, Laufrad) größer als 10% der Gesamtmasse der Maschine, dann muss die Rotorkomponente eine Gütestufe besser als die Maschine ausgewuchtet sein.

Das Auswuchten von Rotoren mit Keilnuten muss in Übereinstimmung mit DIN ISO 21940-32 erfolgen (Halb-Passfeder-Vereinbarung). Dabei muss eine halbe Passfeder in die Wellennut eingelegt werden, wenn die Welle ohne das Verbundteil (bspw. Kupplung) ausgewuchtet wird. Die Stirnfläche der Welle ist danach bleibend mit dem Buchstaben H zu kennzeichnen.

Um Unwuchten zu vermeiden, sind überstehende Teile von Passfedern an Kupplungen und Riemenscheiben auf den Durchmesser der Welle abzarbeiten. Gleiches gilt für zu große Passfedernuten. Überstehende Anteile müssen auf den Wellendurchmesser ausgeglichen werden (Massenausgleich).

Müssen rotierende Teile während ihrer Lebens-/Betriebsdauer ausgewuchtet werden, so sind diese so zu konstruieren, dass eine Zugänglichkeit zu allen Ebenen, in denen ausgewuchtet werden muss, gegeben ist. Dies gilt insbesondere für Laufräder von Ventilatoren, die Medien mit Feststoffpartikeln fördern oder umwälzen.

1.5 Ausrichtqualität (Wellenausrichtung)

Zulässige Toleranz zweier miteinander verbundener Maschinen auf einer gemeinsamen Rotationsachse in horizontaler und vertikaler Richtung in Abhängigkeit von der Drehzahl:

Drehzahl in RPM	max. Parallelfehler in mm	max. Winkelfehler in mm/100 mm
0 bis 1000	0,13	0,10
1000 bis 2000	0,10	0,08
2000 bis 3000	0,07	0,07
3000 bis 4000	0,05	0,06
4000 bis 6000	0,03	0,05

Vor jedem Ausrichtvorgang ist der so genannte Softfoot (Kippfuß) zu prüfen und im Bereich < 0,10 mm auszugleichen. Softfoot bedeutet, dass einer oder mehrere Maschinenfüße ungenügenden Kontakt mit der Auflagefläche besitzen und nur die Kraft der Schraube die satte Auflage bewirkt. Das ist grundsätzlich zu vermeiden!

In der Werkstatt vorausgerichtete Aggregate sind nach Montage vor Ort nochmals zu kontrollieren und nachzurichten. Erst dann ist ein Messprotokoll anzufertigen.

1.6 Ausrichtqualität (Wellenausrichtung) mit Berücksichtigung der Arbeitstemperatur

Prinzipiell gelten hier die gleichen Grenzwerte wie in der Tabelle in Abschnitt 5 genannt.

Tritt ein Unterschied in der Betriebs-/Arbeitstemperatur der beweglichen Maschine (M-einheit = die auszurichtende Einheit, meist der Motor) zur stationären Maschine (S-einheit, bspw. Pumpe) von mehr als 20°C auf, so ist das thermische Wachstum (oder die thermische Schrumpfung) bei der Ausrichtung im kalten Zustand zu berücksichtigen. Dies gilt auch für Maschinen, die kalte Medien, bspw. Kaltwasser, fördern.

1.7 Abnahmemessung:

Zur Beurteilung des Schwingungszustandes werden von der Fa. Wieland Abnahmemessungen zur Kontrolle der in dieser Liefervorschrift genannten Grenzwerte durchgeführt. Größter Wert wird dabei auf Resonanzfreiheit gelegt!

1.8 Dauerschwingungsmesssysteme

Der Einsatz von Dauerschwingungsmesseinrichtungen ist grundsätzlich erwünscht. Die dabei einzusetzende Technik ist mit Fa. Wieland abzustimmen.

1.9 Luftschall an Maschinen und Anlagen

Luftschall sind Schwingungen im Medium Luft, die sich nach gleichen physikalischen Prinzipien bewerten lassen wie Körperschall (Abschnitt 1 bis 7). Zur Beurteilung von Maschinengeräuschen werden durch die Wieland-Werke AG neben Terzanalysen auch FFT-Analysen des Luftschalls gemacht und zur Abnahme der Maschine benutzt. Dabei wird jede Maschine / Antrieb individuell bewertet. Sofern eine Komponente im Frequenzspektrum maßgeblich zur Überhöhung des zulässigen Gesamtpegels von 80 dB(A) beiträgt ist die Ursache dieser Frequenzen zu ermitteln und zu beseitigen. Dies gilt auch für tieffrequenten Schall ($f < 20$ Hz), der das Arbeitsumfeld an der Maschine störend beeinflussen kann.

Tonhaltige Geräusche in Sinne DIN 45681 sind zu vermeiden.

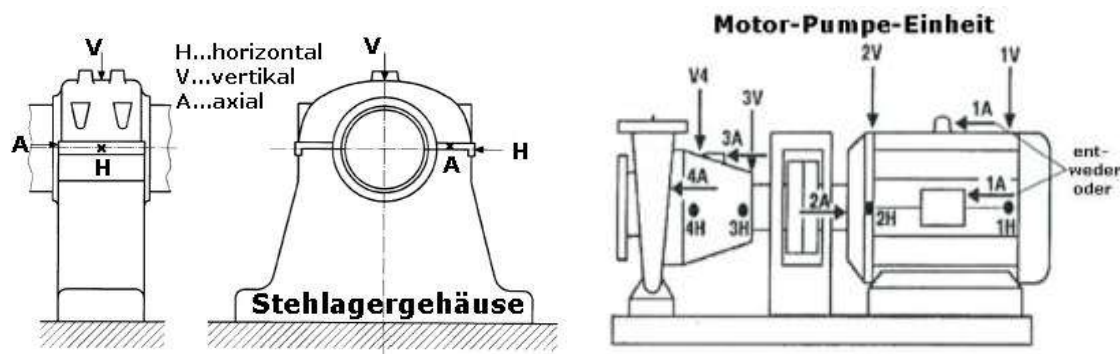
Abhilfemaßnahmen sind in der Reihenfolge vorzunehmen:

1. Primäre Maßnahmen – Bestimmung und Bewertung der Quelle; Ursachen beseitigen.
2. Sekundäre Maßnahmen – Übertragungswege erkennen, Entkopplungen oder dgl. einbauen (Einsatz elastomerer Elemente, Dämpfungselemente, Schwingungsisolierungen. Schallsolierte Einhausungen sind als letzte Maßnahme möglich.

Grundsätzlich müssen Arbeitsmittel dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen und niedrige Werte des Emissions-Schalldruckpegels und Schalleistungspegels aufweisen.

Für einzelne Maschinen ist ein Geräuschdatenblatt auszufertigen (siehe www.baua.de Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin).

Anhang 1: Beispiele für die Anordnung der Messpunkte:



2. Thermographie

Infrarot (IR) -Thermographie wird zur flächendeckenden Temperaturkontrolle an mechanischen und elektrischen Maschinen und Anlagenteilen, sowie Ofenanlagen durchgeführt. Dabei sollen im Wesentlichen Überhitzungen an mechanischen Bauteilen, ungleichmäßige Temperaturverteilungen und Belastungen, große Temperaturdifferenzen auf kleinen Flächen, lose Kontakte und Verbindungen, mangelhafte Isolierungen etc. lokalisiert werden.

IR-Aufnahmen müssen bei regulärem Produktionsbetrieb oder bei Abnahme der Nennleistung der Anlage durchgeführt werden. Die jeweiligen Anlagenteile müssen dabei einige Zeit (Stunden) in Betrieb gewesen sein.

Ofenanlagen und isolierte Teile müssen bei maximaler Betriebstemperatur gemessen werden. Grenzwert für Oberflächentemperaturen siehe LV Thermoprozesstechnik.

3. Schmierstoffe, Ölanalytik und Schmiergeräte

3.1 Schmierstoffe

Die Produktübersicht Normenschmierstoffe, siehe Anhang 2, gilt für die Lieferung von Hydraulik-, Getriebe-, Turbinen- und anderen Betriebsölen sowie von Schmierfetten.

Die derzeit eingesetzten Standardprodukte sind in den gelb markierten Feldern vermerkt und aus Gründen der Lieferanten- und Produktbegrenzung anderen vorzuziehen.

3.2 Zentralschmieranlagen

Es ist eine Füllstandsüberwachung vorzusehen.

Progressivverteiler

- Bei Zentralschmieranlagen mit Progressivverteiltertechnik, ist grundsätzlich nur eine Progressivverteilerebene vorzusehen. Weiterer Bedarf darüber hinaus, ist über zusätzliche Pumpenelemente + Progressivverteiler abzudecken.
- Die Nachfüllung der Vorratsbehälter muss über eine Kupplung mit einer pneumatischen Fettpresse möglich sein, ohne den Deckel des Vorratsbehälters abzunehmen. Die Nachfüllung über diese Kupplung darf nur wenige Minuten dauern.

3.3 Automatische Schmierstoffgeber für einzelne Schmierstellen

Bei Wieland wird der Schmierstoffgeber „Simalube“ verwendet. Das eingesetzte Fett ist das „Total Ceran XM 220“.

Bei abweichenden Anforderungen ist dies im Voraus abzustimmen.

Die Abstimmung der Schmierstrategie hat in der Planungsphase stattzufinden!

Anhang 2 - Produktübersicht Normalschmierstoffe



Ansprechpartner bei Fragen: GE.MCC / Patrick Abt, Tel. 3632

Werknorm Schmierstoffe Wieland Werke AG 2021

Kennzahl	Artikelnr.	Bezeichnung nach DIN 51622	Viskosität in mm²/s 40°C / 100°C	VI	ILGI	Basis	Temp. Bereich	AVIA BENTLEON J	Castrol	TOTAL	FUCHS	EXXON MOBIL	Sonstige
xx	5201027	Spezial (H-PD, CLP, OHC)	2,2	-		Miranol	<75°C		Hypon Sinate Oil 2		Renoil HR 0		
xx	5100150	SPINDELÖL 5	4,5	1,5		Mircasol ZAA-1el	<90°C	Fuid RSL 5	Hypon Sinate Oil 2				
110	5201023	SPINDELÖL (Hydraulik) HLP 10	10,0	2,5	65	Miranol	<80°C	Fuid RSL 10	Hypon Sinate Oil 2				
6	5201027	HYDRAULÖL HLP 22	22	4,4	105	Miranol	<80°C	Fuid RSL 22	Hypon AVS 22				
113	5100168	HYDRAULÖL HLP 22	22	4,3	95	Mircasol ZAA-1el	<80°C		Hypon AVS 22				
18	5201081	HYDRAULÖL HLP 32	32	5,5	107	Miranol	<80°C	Fuid RSL 32	Hypon AVS 32				
19	5201056	HYDRAULÖL HLP 32	32	5,5	104	Miranol	<80°C	Fuid HLP 32	Hypon AVS 32				
17	5201086	HYDRAULÖL HLP 46	46	6,9	103	Miranol	<80°C	Fuid RSL 46	Hypon AVS 46				
14	5100168	HYDRAULÖL HLP 46	46	6,9	102	Mircasol ZAA-1el	<80°C		Hypon AVS 46				
115	52191	HYDRAULÖL HLP 46	46	6,9	105	Mircasol ZAA-1el	<80°C		Hypon ZZ 46				
118	24395	HLP 22	25	7,0	287	PAO ZAA-1el	<100°C	Special FE 3 30					
8	5201031	UMLAUF-GETRIEBÖL CLP 68	68	8,8	100	Miranol	<100°C	Gear RSK 68	Alpha SP 68				
10	5201051	GETRIEBÖL CLP 100	100	11,2	102	Miranol	<100°C	Gear RSK 100	Alpha SP 100				
11	5201056	GETRIEBÖL CLP 220	220	19,0	102	Miranol	<100°C	Gear RSK 220	Alpha SP 220				
104	5201028	GETRIEBÖL CLP 320	320	24,2	100	Miranol	<100°C	Gear RSK 320	Alpha SP 320				
12	5201061	GETRIEBÖL CLP 460	460	30	96	Miranol	<100°C	Gear RSK 460	Alpha SP 460				
16	5100160	GETRIEBÖL CLP 680	680	39,9	95	Miranol	<100°C	Gear RSK 680	Alpha SP 680				
46	73943	GETRIEBÖL CLP 460 mit Max	460	30,0		Miranol	<100°C	Anti Gear Max 460					
84	37725	GETRIEBÖL CLP PAO 220	220	25,0	155	Synth PAO		Synlogear FE 220					
66	5201012	GETRIEBÖL CLP PAO 460	460	45,6	155	Polyglykol		Synlogear FE 460					
143	5201050	Getriebe CLP PG 220	240	37	205	Polyglykol		GE-PA 190 220					
184	5201010	Getriebe CLP PG 460	460	73	233	Polyglykol		GE-PA 190 460					
185	24381	Getriebe CLP PG 680	680	111	253	Polyglykol		GE-PA 190 680					
29	5201146	SOULERLÖL NA 10	8	-	-	Miranol		SOUL 100 100					
28	5201022	TURBINÖL	68	9	105	Miranol		Turbol T 68					
22	5201111	VERDÜNNÖL VOL 100	100	11	-	Miranol		Turbol T 100					
8	5201041	GLEITSMÖL CLP 68	68	9,0	106	Miranol		Alpha O 68					
108	5201218	GLEITSMÖL CLP 220	220	19,0	98	Miranol		Alpha O 220					
14	5201072	WÄRMELÖL ATF-A	39	7	144	Miranol		Alpha ATF Premium V					
24	5201120	HOHNENBEREICHES MICHREINÖL SWS 15 W 40	99	14	137	Miranol		Multi HCC Extra					
25	51001071	HOHNENBEREICHES MICHREINÖL SWS	73	12	151	Miranol		Multi Syntho 15 W 40					
19	86689	GETRIEBÖL SWS 65	170	16	94	Miranol		Hypon 90 LS					
90	5202051	MEHRZWECK-HOHNENBEREICHES MICHREINÖL SWS	220		1-2	Mircasol & CastCo	-25°C...+180°C						
91	5202056	MEHRZWECK-HOHNENBEREICHES MICHREINÖL SWS	>1700		0-1	Mircasol & CastCo	-30°C...+150°C						
xx	5100102	GETRIEBEPFLESPETT	700	35	101020	Lithium-Seife	-30°C...+150°C						
84	5202006	GEL-FETT 2 EP + M6S2	850	50	2	Gel-Bentonit	-20°C...+60°C						
97	5202009	GETRIEBEPFLESPETT	375	24	00	Lithium-Seife	-20°C...+120°C						
121	5202142	ANTI-SEIZ-PASTE	-	-	-	Synth Öl + AP-Pulver	-70°C...+1200°C Dose						
122	5202144	MONTAGEPASTE M6S2	-	-	-	Mircasol + M6S2	-35°C...+400°C Dose						
124	51001035	MONTAGEPASTE M6S2	-	-	-	Mircasol + M6S2	-35°C...+400°C Spray						
125	73705	SPANNUNGFESTPASTE	-	-	-	Synthesol	-45°C...+110°C						
126	5202164	NETZVERSICHERSTOFF ROSTLÖSER	-	-	-	Prof. Luce HP	bit 250°C Spray						
138	5201066	*NETZSCHMERZMITTEL ROSTLÖSER	-	-	-	Miranol	-35°C...+60°C Spray						
134	5201070	*NETZSCHMERZMITTEL	-	-	-	Miranol	-30°C...+60°C Bonader						

Zinksehrne Schmierstoffe sind blau markiert. Diese Öle sollten nicht mit herkömmlichen Ölen gemischt werden. Bei Unsicherheiten Rücksprache.
 Synthetische Schmierstoffe mit PAO-Basis sind rot markiert. PAOs und Mineralöle sind miteinander verträglich.
 Synthetische Schmierstoffe auf Polyglykol-Basis sind grün markiert. Polyglykole dürfen nicht mit Mineralölen, PAOs oder Esteren vermischt werden.

Gelber Hintergrund - wird derzeit eingekauft