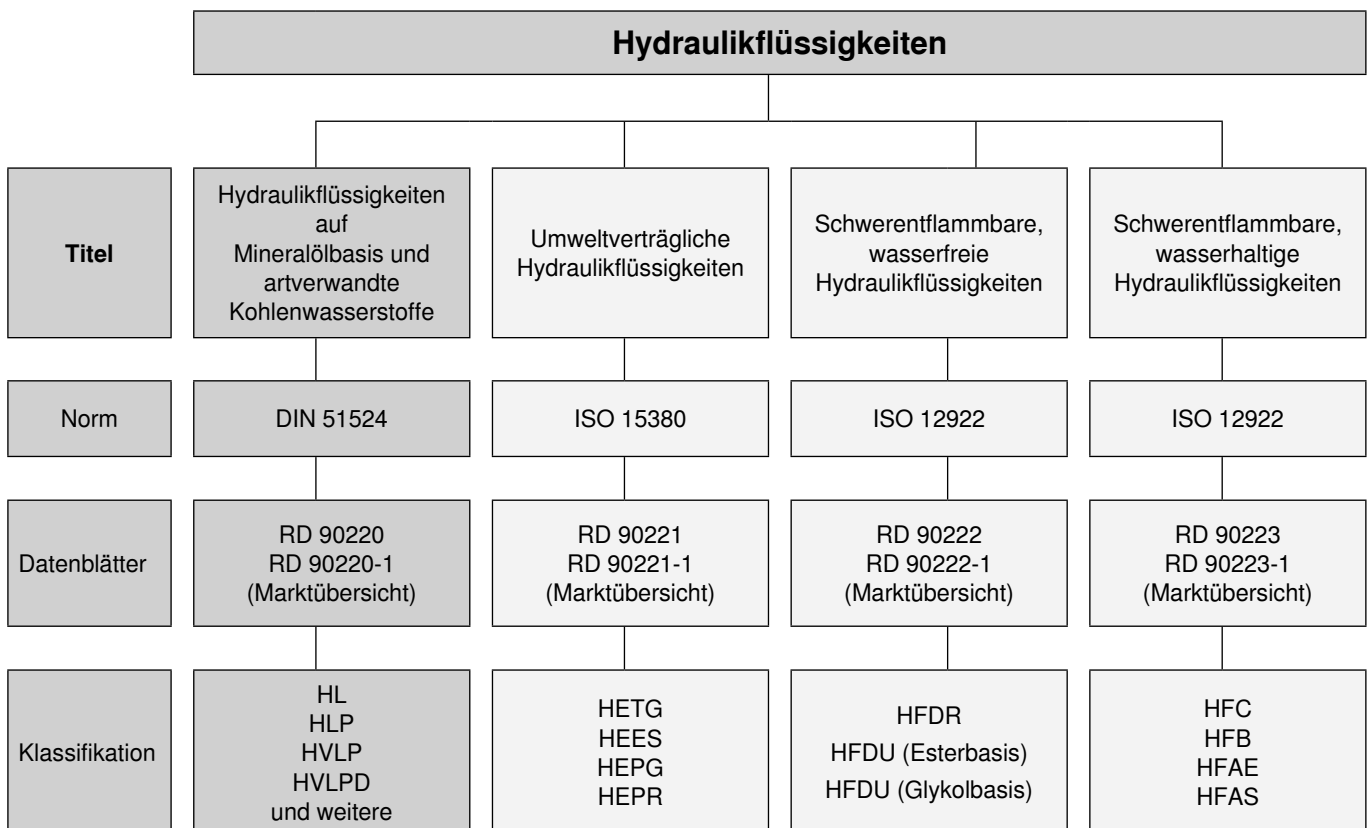


# Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis und artverwandte Kohlenwasserstoffe

**RD 90220/10.08**  
Ersetzt: 03.03 und  
RD 07075/10.05

1/16

für alle Rexroth-Hydraulik-Komponenten



## Inhaltsverzeichnis

### Inhalt

Hydraulikflüssigkeiten im Überblick	1
Inhaltsverzeichnis	2
1. Grundlegende Informationen	3
1.1 Allgemeine Hinweise	3
1.2 Gültigkeitsbereich	3
1.3 Sicherheitshinweise	3
2. Feststoffverschmutzung und Reinheitsklassen	4
3. Auswahl Hydraulikflüssigkeiten	5
3.1 Allgemein	5
3.2 Auswahlkriterien Hydraulikflüssigkeiten	5
3.3 Viskosität	5
3.4 Viskositäts-Temperaturverhalten	5
3.5 Verschleißschutzvermögen	6
3.6 Werkstoffverträglichkeit	6
3.7 Alterungsbeständigkeit	6
3.8 Luftabscheidevermögen (LAV)	6
3.9 Demulgiervermögen / Wasserabscheidevermögen (WAV)	6
3.10 Filtrierbarkeit	6
3.11 Korrosionsschutz	7
3.12 Additivierung	7
3.13 Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten	7 und 8
3.14 Viskositätsbereiche und erforderliche Reinheitsklassen von Hydraulik-Komponenten	9 und 10
4. Hydraulikflüssigkeiten im Betrieb	11
4.1. Allgemein	11
4.2 Lagerung und Handhabung	11
4.3 Befüllung neuer Systeme	11
4.4 Fluidumstellung	11
4.5 Mischung und Verträglichkeit verschiedener Hydraulikflüssigkeiten	11
4.6 Nachträgliche Zusätze	11
4.7 Schaumverhalten	11
4.8 Korrosion	12
4.9 Luft	12
4.10 Wasser	12
4.11 Fluidwartung, Fluidanalyse und Filterung	12
5. Entsorgung und Umweltschutz	12
6. Andere Fluide auf Mineralölbasis und artverwandter Kohlenwasserstoffe	13 und 14
7. Glossar	15 und 16

# 1 Grundlegende Informationen

## 1.1 Allgemeine Hinweise

Die Hydraulikflüssigkeit ist das verbindende Element in jeder Hydraulik. Die Hydraulikflüssigkeit im hydrostatischen Kreislauf muss sehr sorgfältig ausgewählt werden. Qualität und Sauberkeit des Hydraulikfluids sind mit entscheidend für die Betriebssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Lebensdauer der Anlage. Hydraulikflüssigkeiten müssen nach den Bestimmungen von Sicherheitsregeln und den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechend beschaffen sein, ausgewählt und verwendet werden. Wir verweisen auf die lokal gültigen Normen und Richtlinien (in Deutschland die berufsgenossenschaftliche Richtlinie 137 BGR 137).

Das vorliegende Datenblatt enthält Empfehlungen und Vorschriften zu Auswahl, Betrieb und Entsorgung von Hydraulikflüssigkeit aus Sicht der Bosch Rexroth AG als Hersteller von Hydraulik-Komponenten. Der Betreiber ist für die Auswahl der geeigneten Hydraulikflüssigkeit selbst verantwortlich. Er muss dafür Sorge tragen, dass die ausgewählte Flüssigkeit während der gesamten Einsatzzeit die Mindestvorschriften der relevanten Fluidnorm erfüllt.

Die technischen Kennwerte in den jeweiligen Komponenten-Datenblättern sind nur gültig, solange die Fluide den Angaben der jeweiligen Produktinformation sowohl im Einfüllzustand als auch im gebrauchten Zustand entsprechen.

Darüber hinaus können noch weitergehende Vorschriften und Gesetze gültig sein, für deren Einhaltung der Betreiber selbst verantwortlich ist.

Der nachhaltige Kontakt zu namhaften Fluidlieferanten, die Sie bei Auswahl, Wartung, Pflege und Analysen unterstützen, ist zu empfehlen.

Gleiche Sorgfalt wie im Betrieb, ist bei der Entsorgung verbrauchter Hydraulikflüssigkeit zu gewährleisten.

## 1.2 Gültigkeitsbereich

Dieses Datenblatt muss beim Einsatz von Fluiden auf Mineralölbasis und artverwandten Kohlenwasserstoffen, z. B. Fluiden basierend auf Hydrocrack (HC) oder Poly-alphaolefinen (PAO), in Rexroth-Hydraulik-Komponenten angewandt werden.

Beachten Sie, dass die Vorgaben dieses Datenblattes noch durch die Datenblätter der einzelnen Komponenten weiter eingeschränkt werden können. Weiterhin wird in diesem Datenblatt allein die technische Eignung der verschiedenen Fluide für den Einsatz mit unseren Hydraulik-Komponenten beachtet.

Die bestimmungsgemäße Verwendung der einzelnen Fluide ist den Sicherheitsdatenblättern, oder anderen produktbeschreibenden Dokumenten der Fluidhersteller, zu entnehmen. Zusätzlich ist jede Anwendung einzeln zu prüfen.

Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis und artverwandte Kohlenwasserstoffe nach DIN 51524 sind entsprechend der im Datenblatt der jeweiligen Komponente geforderten Fluidkategorie automatisch für den Betrieb mit unseren Komponenten zugelassen. Aussagen zu anderen Fluiden finden Sie in Kapitel 6.

Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis mit definierter Mindestperformance finden Sie in unserer **Marktübersicht RD 90220-1**. Für die da-rin enthaltenen Produkte liegt uns der vollständige Nachweis der aktuellen Fluidnorm vor, sowie weitere Kennwerte, die zur Erfüllung unserer Mindestanforderungen gestellt wurden.

## 1.3 Sicherheitshinweise

Von Hydraulikflüssigkeiten können Gefährdungen für Mensch und Umwelt ausgehen. Sicherheitshinweise und Gefährdungen werden in den Sicherheitsdatenblättern beschrieben. Der Betreiber ist dafür verantwortlich, dass ein aktuelles, den länderspezifischen Anforderungen entsprechendes Sicherheitsdatenblatt der verwendeten Hydraulikflüssigkeit vorliegt und die darin geforderten Maßnahmen umgesetzt sind.

## 2 Feststoffverschmutzung und Reinheitsklassen

Feststoffverschmutzungen sind Hauptursache für Störungen in Hydrauliksystemen. Die Auswirkungen im Hydrauliksystem können vielfältig sein. Einerseits können einzelne, große Feststoffpartikel zum direkten Funktionsausfall führen, andererseits werden durch die Anwesenheit von kleinen Partikeln kontinuierliche Verschleißprozesse verursacht.

Bei Hydraulikflüssigkeiten erfolgt die Reinheitsklassenangabe nach ISO 4406 mit einem dreiteiligen Zahlencode. Dieser Zahlencode klassifiziert die Reinheit mit den Partikelgrößen  $> 4 \mu\text{m}$ ,  $> 6 \mu\text{m}$  und  $> 14 \mu\text{m}$ , siehe Tabelle 1. Des Weiteren dürfen feste Fremdstoffe eine Masse von 50 mg pro kg Hydraulikflüssigkeit nicht überschreiten.

Im Allgemeinen ist im Betrieb eine Mindestreinheitsklasse 20/18/15 nach ISO 4406 oder besser einzuhalten. Speziell Servoventile verlangen bessere Reinheitsklassen von mindestens 18/16/13.

Eine um eins kleinere Ordnungszahl bedeutet eine Halbierung der Partikelanzahl und somit eine bessere Reinheit. Bessere Reinheiten sind anzustreben und verlän-

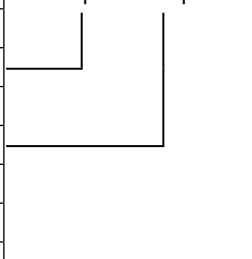
gern die Lebensdauer. Die Komponente mit den höchsten Reinheitsanforderungen bestimmt die erforderliche Reinheit des Gesamtsystems. Beachten Sie bitte auch die Angaben in Tabelle 5: „Viskositätsbereiche und erforderliche Reinheitsklassen von Hydraulik-Komponenten“ und in den jeweiligen Datenblättern der verschiedenen Hydraulik-Komponenten.

Frischfluide erfüllen im Anlieferungszustand häufig diese Anforderungen an die Mindestreinheitsklasse nicht. Beim Einfüllen ist daher eine sorgfältige Filterung erforderlich. In DIN 51524 ist eine Mindestreinheitsklasse von 21/19/16 für den Abfüllzustand in die Gebinde definiert. Die Reinheitsklasse der Fluide im Anlieferungszustand können Sie bei Ihrem Öllieferanten erfahren. Zur Einhaltung der geforderten Reinheitsklasse während der Betriebsdauer ist ein TankbelüftungsfILTER zu verwenden. In feuchter Umgebung ist entsprechende Vorsorge, z.B. in Form eines BelüftungsfILTER mit Lufttrocknung bzw. einer permanenten Wasserabscheidung im Nebenstrom, erforderlich.

**Tabelle 1: Reinheitsklassen nach ISO 4406**

Anzahl Partikel pro 100 ml		Ordnungszahl
mehr als	bis einschließlich	
8.000.000	16.000.000	24
4.000.000	8.000.000	23
2.000.000	4.000.000	22
1.000.000	2.000.000	21
500.000	1.000.000	20
250.000	500.000	19
130.000	250.000	18
64000	130.000	17
32000	64000	16
16000	32000	15
8000	16000	14
4000	8000	13
2000	4000	12
1000	2000	11
500	1000	10
250	500	9
130	250	8
64	130	7
32	64	6

**20 / 18 / 15**  
 $> 4 \mu\text{m}$     $> 6 \mu\text{m}$     $> 14 \mu\text{m}$



### 3 Auswahl der Hydraulikflüssigkeiten

#### 3.1 Allgemein

Grundlage für den Einsatz von Hydraulikflüssigkeiten in Rexroth Hydraulik-Komponenten ist die Erfüllung der technischen Anforderungen der aktuellen DIN 51524.

#### 3.2 Auswahlkriterien Hydraulikflüssigkeiten

Die vorgeschriebenen Grenzwerte jedes in der Hydraulikanlage eingesetzten Bauteils müssen mit dem verwendeten Fluid unter Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsbedingungen eingehalten werden.

Die Eignung des Fluids hängt unter anderem von den Faktoren Viskosität (siehe 3.3) und Viskositäts-Temperaturverhalten (siehe 3.4) ab.

#### 3.3 Viskosität

Die Viskosität ist eine grundlegende Eigenschaft von Hydraulikflüssigkeiten. Der zulässige Viskositätsbereich kompletter Anlagen ist anhand der zulässigen Viskosität aller Komponenten zu ermitteln und muss für jede einzelne Komponente eingehalten werden.

Die Angaben zur Viskosität beziehen sich immer auf die kinematische Viskosität.

Die Viskosität bei Einsatztemperatur bestimmt das Ansprechverhalten von Regelkreisen, Stabilität und Dämpfung von Systemen, den Wirkungsgrad und den Verschleiß.

Wir empfehlen die Einhaltung des optimalen Betriebsviskositätsbereiches jeder Komponente innerhalb des zulässigen Temperaturbereiches. Eine Übersicht finden Sie in Tabelle 5: „Viskositätsbereiche und erforderliche Reinheitsklassen von Hydraulik-Komponenten“, ergänzend beachten Sie bitte die Angaben in den jeweiligen Komponentendatenblättern.

Liegt die Viskosität einer eingesetzten Hydraulikflüssigkeit oberhalb der zulässigen Betriebsviskosität, hat dies erhöhte hydraulisch-mechanische Verluste zur Folge. Die internen Leckverluste sind dafür geringer. Bei geringerem Druckniveau werden Schmierpalte nicht gefüllt, wodurch verstärkte Verschleißerscheinungen auftreten können. Bei Hydraulikpumpen kann der zulässige Ansaugdruck unterschritten werden, was zu Kavitationschäden führen kann.

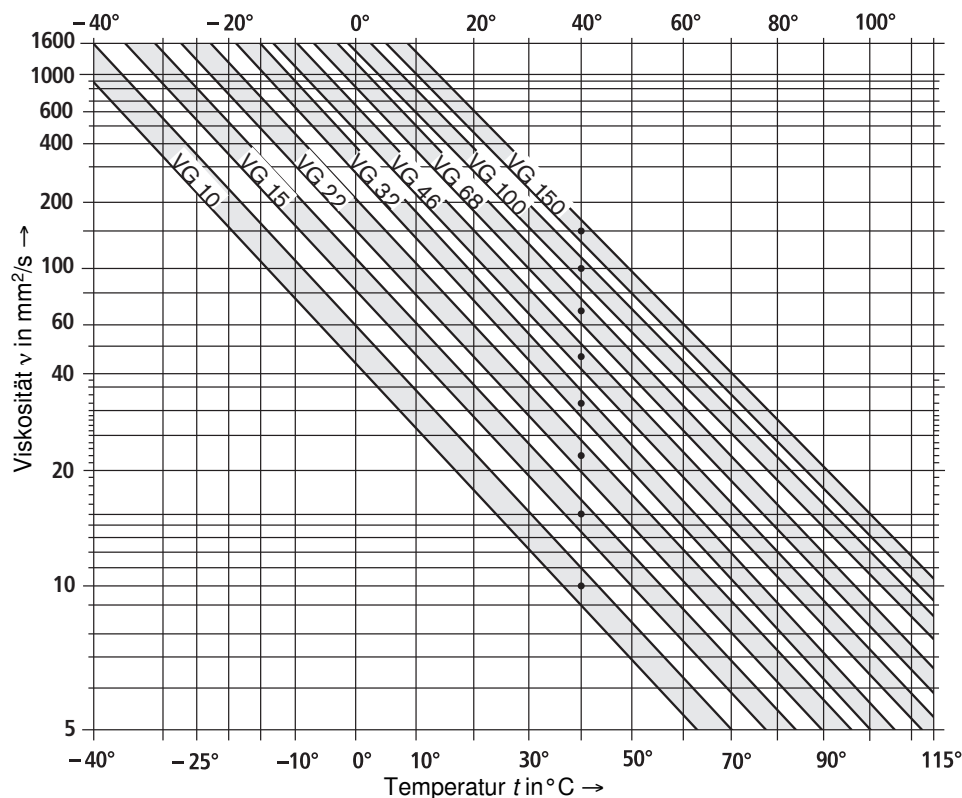
Liegt die Viskosität einer eingesetzten Hydraulikflüssigkeit unterhalb der zulässigen Betriebsviskosität, werden dadurch zuviel Leckage, höherer Verschleiß, höhere Schmutzanfälligkeit und verkürzte Lebensdauer der Komponenten verursacht.

Aus diesem Grund müssen die bei der Wahl der Viskositätsklassen festgelegten maximalen und minimalen Ölttemperaturen der Komponenten für jeden Ort im Kreislauf eingehalten werden. In der Regel sind dazu Kühlung, Heizung oder beides erforderlich.

#### 3.4 Viskositäts-Temperaturverhalten

Bei Hydraulikflüssigkeiten ist vor allem das Viskositäts-Temperatur-Verhalten (VT-Verhalten) von besonderer Bedeutung. Die Viskosität ist durch einen ausgeprägten Viskositätsabfall bei zunehmender Temperatur, bzw. Viskositätsanstieg bei abfallenden Temperaturen, gekennzeichnet, siehe Abb.1 „Viskositäts-Temperatur-Diagramm für HL, HLP, HLPD (VI 100)“. Die Abhängigkeit zwischen Viskosität und Temperatur wird durch den Viskositätsindex beschrieben.

Abb. 1: Viskositäts-Temperatur-Diagramm für HL, HLP, HLPD (VI 100)



### 3.5 Verschleißschutzvermögen

Das Verschleißschutzvermögen beschreibt die Eigenschaft von Hydraulikflüssigkeiten, Verschleiß in den Komponenten zu verhindern oder zu minimieren. Das Verschleißschutzvermögen wird in DIN 51524 Teil 2 und 3 über die Testverfahren „Zahnradverspannungsprüfmaschine“ (FZG DIN 51354-2) und „Mechanische Prüfung in der Flügelzellenpumpe“ (DIN 51389-2) beschrieben.

### 3.6 Werkstoffverträglichkeit

Die Hydraulikflüssigkeit darf mit den in den Komponenten verwendeten Werkstoffen nicht reagieren. Berücksichtigt werden muss insbesondere die Verträglichkeit mit Beschichtungen, Dichtungen, Schläuchen, Metallen und Kunststoffen. Die in dem jeweiligen Datenblatt der Komponenten angegebenen Fluidkategorien sind unter Berücksichtigung der Werkstoffverträglichkeit herstellerseitig geprüft.

**Tabelle 2: Werkstoffunverträglichkeiten mit Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis und artverwandten Kohlenwasserstoffen**

Klassifikation	Unverträglich mit:
HLxx allg.	mit EPDM-Dichtungen
Zink- und aschefreie Hydraulikflüssigkeiten	mit bronzegefüllten PTFE-Abdichtungen

### 3.7 Alterungsbeständigkeit

Die Alterung einer Hydraulikflüssigkeit hängt von ihrer thermischen, chemischen und mechanischen Beanspruchung ab. Die Alterungsbeständigkeit kann durch die Zusammensetzung der Fluide wesentlich beeinflusst werden.

Tanktemperaturen über 80 °C ergeben pro 10 °C Temperaturerhöhung etwa eine Halbierung der Gebrauchsdauer und sollten daher generell vermieden werden (Anhaltswert, Arrhenius-Gleichung).

**Tabelle 3: Praktische Anhaltswerte für temperaturabhängige Fluidalterung**

Tanktemperatur	Fluidlebensdauer
80 °C	100 %
90 °C	50 %
100 °C	25 %

### 3.8 Luftabscheidevermögen (LAV)

Das Luftabscheidevermögen (LAV) beschreibt die Eigenschaft einer Hydraulikflüssigkeit, ungelöste Luft abzuscheiden. Hydraulikfluide enthalten ca. 7 bis 13 Vol.-% Luft in gelöster Form (bei atmosphärischem Druck und 50 °C). Während des Betriebs kann gelöste Luft in ungelöste Luft überführt werden und zu Kavitationsschäden führen. Fluidauswahl, Tankgröße und -gestaltung müssen unter Berücksichtigung der Verweilzeit des Fluids und des LAV-Wertes der Hydraulikflüssigkeit aufeinander abgestimmt werden. Das LAV ist viskositäts-, temperatur-, grundöl- und alterungsabhängig. Es lässt sich über Zusätze nicht positiv beeinflussen.

Nach DIN 51524 ist z.B. für HLP 46 ein LAV-Wert ≤ 10 min gefordert, kleinere Werte sind zu bevorzugen. HLP 46-Fluide weisen einen typischen LAV-Wert ≤ 6 min auf.

### 3.9 Demulgiervermögen / Wasserabscheidevermögen (WAV)

Das Demulgiervermögen kennzeichnet die Eigenschaft von Hydraulikflüssigkeiten, eingedrungenes Wasser abzuscheiden. DIN ISO 6614 beschreibt das Verfahren zur Bestimmung des Wasserabscheidevermögens von Fluiden.

Bei größeren Anlagen, die ständig überwacht werden, ist demulgierendes Fluid mit gutem Wasserabscheidevermögen (WAV) von Vorteil. Das Wasser kann aus dem Sumpf des Tanks abgelassen werden. Bei kleineren Anlagen (z. B. in mobilen Arbeitsmaschinen), deren Befüllung wenig überwacht wird und bei denen Wasserzutritt zum Hydraulikfluid, zum Beispiel durch Luftkondensation, nicht völlig auszuschließen ist, ist dispergierendes Fluid vorteilhaft.

Das Demulgiervermögen wird bis ISO-VG 100 bei 54 °C und bei höherviskosen Fluiden bei 82 °C angegeben.

Detergierend- und dispergierend eingestellte Hydraulikflüssigkeiten haben kein oder ein schlechteres Demulgiervermögen.

### 3.10 Filtrierbarkeit

Die Filtrierbarkeit beschreibt die Eigenschaft einer Hydraulikflüssigkeit, sich unter Einsatz eines Filters von ihren Verunreinigungen zu trennen. Die eingesetzten Fluide müssen nicht nur im Neuzustand, sondern auch während der Gebrauchsdauer eine gute Filtrierbarkeit aufweisen. In Abhängigkeit vom eingesetzten Additivsystem gibt es hier deutliche Unterschiede.

Filtrierbarkeit wird mit der reinen Hydraulikflüssigkeit und nach Zugabe von 0,2% Wasser getestet. In der zugrunde liegenden Norm (ISO 13357 Teil 1 und 2) wird die Filtrierbarkeit ohne negative Auswirkungen auf die Filter und das Fluid gefordert. Die Filtrierbarkeit ist eine grundlegende Voraussetzung für Reinheit, Wartung und Filtrierung von Hydraulikflüssigkeiten. Siehe Kapitel 4 „Hydraulikflüssigkeiten im Betrieb“.

### 3.11 Korrosionsschutz

Hydraulikflüssigkeiten sollen nicht nur die Rostbildung an Stahlbauteilen verhindern, sie müssen auch mit Nichteisenmetallen und Legierungen verträglich sein. Die Korrosionseigenschaften gegenüber Stahl und Kupfer werden in DIN 51524 beschrieben. Hydraulikfluide, die oben genannte Werkstoffe angreifen, dürfen nicht eingesetzt werden, auch wenn sie DIN 51524 entsprechen.

### 3.12 Additivierung

Durch geeignete Additive können die vorgenannten Eigenschaften verändert werden. Grundsätzlich unterscheidet man bei fertigen Fluidformulierungen zwischen zinkfreien und zinkhaltigen Additivsystemen. Beide Additivsysteme sind jedoch nicht miteinander verträglich. Eine Vermischung auch kleiner Mengen muss daher ver-

mieden werden. Siehe Kapitel „Hydraulikflüssigkeiten im Betrieb“.

Mit steigender Additivierung verschlechtert sich im Allgemeinen das Luftabscheidevermögen (LAV) und das Wasserabscheidevermögen (WAV) des Fluids. Nach bisherigem Kenntnisstand sind alle in diesem Dokument beschriebenen Hydraulikflüssigkeiten, gleich welcher Additivierung, mit allen Filtermaterialien in allen bekannten Filterfeinheiten  $\geq 1 \mu\text{m}$  filtrierbar, ohne wirksame Additive herauszufiltern.

Die Bosch Rexroth AG schreibt kein spezielles Additivsystem vor.

### 3.13 Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten

Tabelle 4: Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten

Klassifizierung	Merkmale	Typischer Einsatzbereich	Hinweise
HL-Fluide nach DIN 51524, Teil 1 VI = 100	Fluide überwiegend nur mit Zusätzen zum Oxidations- und Korrosionsschutz, aber keine ausgewiesenen Zusätze zum Verschleißschutz bei Mischreibung	HL-Fluide können in Hydraulik-Anlagen eingesetzt werden, die keine Anforderungen an den Verschleißschutz stellen	Hydraulikflüssigkeiten, die nur die Erfüllung der Klassen HL und HR nach ISO 11158 erfüllen, ohne nachzuweisen, dass auch DIN 51524-1 erfüllt ist, dürfen nur nach schriftlicher Genehmigung der Bosch Rexroth AG eingesetzt werden.  HL-Fluide dürfen nur für Komponenten eingesetzt werden, die eigens HL-Fluide im Datenblatt zulassen. Einschränkungen in Druck, Drehzahl etc. beachten.
HLP-Fluide nach DIN 51524, Teil 2 VI = 100	Fluide mit Korrosions-, Oxidations- und nachgewiesenen Verschleißschutzzusätzen	HLP-Fluide sind unter Einhaltung der Temperatur- und Viskositätsvorschriften für die meisten Einsatzbereiche und Komponenten geeignet	Bei den Viskositätsklassen VG10, VG15 und VG22 legt DIN 51524 keine Anforderung an den Verschleißschutz (DIN 51354-Teil 2 und DIN 51389-Teil 2) fest. Ergänzend zur DIN 51524-Teil 2 fordern wir über alle Viskositätsklassen gleichen Grundöltyp, gleiches Raffinationsverfahren, identische Additivierung und Additivierungshöhe.
HVLP-Fluide nach DIN 51524, Teil 3 VI > 140	HLP-Fluide mit zusätzlichem, verbessertem Viskositäts-Temperaturverhalten	HVLP-Fluide werden in Anlagen verwendet, die einem weiten Temperaturbereich im Betrieb durchlaufen	Es gelten die gleichen Hinweise und Einschränkungen, die für HLP-Fluide genannt werden.  Beim Betrieb mit HVLP-Fluiden kann sich durch Scherung der langkettigen VI-Verbesserer die Viskosität ändern. Der anfänglich hohe Viskositätsindex sinkt während des Gebrauches. Dies muss bei der Auswahl der Hydraulikflüssigkeit berücksichtigt werden.  Zur Beurteilung der Viskositätsänderung im Betrieb kann derzeit einzig das Ergebnis der Prüfung nach DIN 51350 Teil 6 herangezogen werden. Bitte beachten Sie, dass es praktische Anwendungen gibt, die diese Fluide erheblich höher auf Scherung beanspruchen als dieser Test. Bis zu einem VI < 160 empfehlen wir einen maximal zulässigen Viskositätsabfall von 15 % bezogen auf die Viskosität bei 100 °C.  Die Viskositätsgrenzen, die Bosch-Rexroth zu seinen Komponenten angegeben hat, sind auch nach Scherung der Hydraulikfluide, in allen Betriebszuständen einzuhalten.  HVLP-Fluide sollten nur eingesetzt werden, wenn es die Temperaturbereiche erfordern.

## 3.13 Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten

Tabelle 4: Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten (Fortsetzung von Seite 7)

Klassifizierung	Merkmale	Typischer Einsatzbereich	Hinweise
HLPD-Fluide und HVLPD-Fluide	HLP und HVLP-Fluide mit zusätzlichen detergierenden und dispergierenden Zusätzen	HLPD- und HVLPD-Fluide werden in Anlagen eingesetzt, in denen Ablagerungen sowie feste oder flüssige Verunreinigungen zeitweise in Schwebe gehalten werden müssen	<p>Diese Fluide können zum Teil beträchtliche Mengen (&gt; 0,1%) an Wasser aufnehmen. Dies kann sich negativ auf den Verschleißschutz und die Alterung des Fluids auswirken.</p> <p>Das Benetzungsvermögen dieser Fluide ist je nach Fabrikat stark unterschiedlich. Die Aussage, dass sie sich besonders gut zur Vermeidung von Stick-Slip eignen, kann daher nicht verallgemeinert werden.</p> <p>In Einzelfällen, bei denen mit verstärktem Wasserzutritt zu rechnen ist (z.B. in Stahlwerken oder in feuchter Umgebung), ist der Einsatz von HLPD Fluiden nicht zu empfehlen, da sich das emulgierte Wasser nicht im Behälter absetzt, sondern an den hochbelasteten Stellen ausgedampft wird. In diesen Fällen empfiehlt sich der Einsatz von HLP Hydraulikflüssigkeiten mit besonders gutem Demulgiervermögen. Das am Behälterboden abgesetzte Wasser ist in regelmäßigen Abständen abzulassen.</p> <p>Bei Einsatz von HLPD-Fluiden setzen sich Verunreinigungen nicht ab. Sie werden in Schwebe gehalten und müssen ausgefiltert oder durch geeignete Entwässerungssysteme entfernt werden. Aus diesem Grund ist eine Vergrößerung der Filterfläche erforderlich.</p> <p>HLPD-Fluide können Additive enthalten, die mit Kunststoffen, Elastomeren und Nichteisenmetallen auf Dauer unverträglich sind. Weiterhin können diese Additive zur vorzeitigen Verblockung von Hydraulikfiltern führen. Daher ist eine vorherige Prüfung der Filterbarkeit und die Auswahl des Filtermaterials in Absprache mit dem Filterhersteller durchzuführen.</p>



## 3.14 Viskositätsbereiche und erforderliche Reinheitsklassen von Hydraulik-Komponenten

Tabelle 5: Viskositätsbereiche und erforderliche Reinheitsklassen

Komponenten	Maximal zulässige Viskosität	Optimaler Viskositätsbereich	Minimal zulässige Viskosität	Reinheits-Klasse nach ISO 4406
<b>Pumpen und Motoren</b>				
Flügelzellenpumpen - PV7	max. 800 mm <sup>2</sup> /s bei Anlauf im Förderbetrieb max. 200 mm <sup>2</sup> /s bei Anlauf im Nullbetrieb	16...160 mm <sup>2</sup> /s	16 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
Flügelzellenpumpen - PVV und PVQ	860 mm <sup>2</sup> /s	16...54 mm <sup>2</sup> /s	13 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
Radialkolbenpumpen PR4	200 mm <sup>2</sup> /s	16...100 mm <sup>2</sup> /s	10 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
Außenzahnradpumpen und Motoren, AZP und AZM	800 mm <sup>2</sup> /s (zulässige Startviskosität 2000 mm <sup>2</sup> /s)	20...100 mm <sup>2</sup> /s	12 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
Innenzahnradpumpen PGF und -PGH	2000 mm <sup>2</sup> /s	10...300 mm <sup>2</sup> /s	10 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
Axialkolbenmaschinen	max. 1000...1600 mm <sup>2</sup> /s (siehe jeweiliges Produktdatenblatt)	16...36 mm <sup>2</sup> /s (siehe jeweiliges Produktdatenblatt)	5...10 mm <sup>2</sup> /s (siehe jeweiliges Produktdatenblatt)	20/18/15 Temperatur > 90 °C 19/17/14
Radialkolbenmotoren MCR	2000 mm <sup>2</sup> /s	10...200 mm <sup>2</sup> /s	10 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
Radialkolbenmotoren MR(E)	1000 mm <sup>2</sup> /s	30...50 mm <sup>2</sup> /s	18 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
Radialkolbenmotoren MKM und MRM	1000 mm <sup>2</sup> /s	30...50 mm <sup>2</sup> /s	20 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
<b>Cartridgeventile</b>				
MHDB, MHDBB, MHDBD, MHSV, MH2DAD, MHDBE, MHDBH, MHDBL, MHDBM, MHDBN, MHDBV, MHSV		10...380 mm <sup>2</sup> /s		20/18/15
MHDR, MHDRE		5...400 mm <sup>2</sup> /s		20/18/15
2FRM, DA, DB, DR, KAV, KBD, KRD, KTV, DBD		10...800 mm <sup>2</sup> /s		20/18/15
KBPS, KBVS		15...380 mm <sup>2</sup> /s		20/18/15
3 WE 4 Atex, 4 WE 4 Atex		3...380 mm <sup>2</sup> /s		20/18/15
KED, KGD, M-SR		3...500 mm <sup>2</sup> /s		20/18/15
KKDS	380 mm <sup>2</sup> /s	30...46 mm <sup>2</sup> /s	20 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
KKDE, KSDE		4...500 mm <sup>2</sup> /s		20/18/15
FTDRE, FTWE		5...400 mm <sup>2</sup> /s		20/18/15

Fortsetzung auf Seite 10

## 3.14 Viskositätsbereiche und erforderliche Reinheitsklassen von Hydraulik-Komponenten

Tabelle 5: Viskositätsbereiche und erforderliche Reinheitsklassen (Fortsetzung von Seite 9)

Komponenten	Maximal zulässige Viskosität	Optimaler Viskositätsbereich	Minimal zulässige Viskosität	Reinheits-Klasse nach ISO 4406
<b>Ventile</b>				
<b>Druckventile</b> Schaltventile (beinhalten Druckbegrenzungs-, -reduzier-, -zuschalt-, abschaltventile)	380 mm <sup>2</sup> /s (bei Sicherheitsventilen 230 mm <sup>2</sup> /s)	keine Angabe	15 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
<b>Druckventile</b> Stetigventile (beinhalten Druckbegrenzungs-, -reduzierventile)	380 mm <sup>2</sup> /s (bei (Z)DRS 280 mm <sup>2</sup> /s)	20...100 mm <sup>2</sup> /s (bei DBETE und 3DREP(E) 30...46 mm <sup>2</sup> /s)	20 mm <sup>2</sup> /s	18/16/13 (bei 3DREP(E) 17/15/12)
<b>Stromventile</b> / Schaltventile	380 mm <sup>2</sup> /s	keine Angabe	10 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
<b>Stromventile</b> / Stetigventile	380 mm <sup>2</sup> /s	30...45 mm <sup>2</sup> /s	20 mm <sup>2</sup> /s	17/15/12
<b>Logik-Wegeventil</b> [LF(A)(S)(T) / LC(S)(T)]	500 mm <sup>2</sup> /s	keine Angabe	3 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
<b>Logik-Wegeventil</b> [LFR (Bosch) / LR (Bosch)]	800 mm <sup>2</sup> /s [mit Stellungsschalter 500 mm <sup>2</sup> /s]	20...100 mm <sup>2</sup> /s	10 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
<b>Logik-Druckventile</b> [LC(DR)/LC(DB)/LC(DZ)]	380 mm <sup>2</sup> /s	keine Angabe	3 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
<b>Sperrventil</b> [S / M-SR / Z1S(RA) / SV / SL / Z2SRK / Z2S]	500 mm <sup>2</sup> /s	keine Angabe	3 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
Gleichrichter-Zwischenplatte [Z4S]	800 mm <sup>2</sup> /s	keine Angabe	10 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
<b>Füllventil</b> [SFA / ZSF(W) / SF(S) / SFE]	800 mm <sup>2</sup> /s	Keine Angaben	10 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
<b>Schaltwegeventile</b> direktgesteuert, Sitzventile	500 mm <sup>2</sup> /s	3...500 mm <sup>2</sup> /s	3 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
Schaltwegeventile vorgesteuert	800 mm <sup>2</sup> /s	3...500 mm <sup>2</sup> /s	3 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
<b>Proportionalwegeventil</b>	380 mm <sup>2</sup> /s	30...46 mm <sup>2</sup> /s	20 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15
<b>Regelwegeventil</b>	800 mm <sup>2</sup> /s	20...100 mm <sup>2</sup> /s	10 mm <sup>2</sup> /s	18/16/13
<b>Servoventile</b>	380 mm <sup>2</sup> /s	30...45 mm <sup>2</sup> /s	15 mm <sup>2</sup> /s	18/16/13
<b>Servozyylinder</b>	68 mm <sup>2</sup> /s	32... 46 mm <sup>2</sup> /s	32 mm <sup>2</sup> /s	18/16/13
<b>Zylinder</b>	380 mm <sup>2</sup> /s	20...100 mm <sup>2</sup> /s	12 mm <sup>2</sup> /s	20/18/15

Die von der Bosh Rexroth AG geforderten Temperatur- und Viskositätsgrenzen sind während des Gebrauchs einzuhalten!

## 4 Hydraulikflüssigkeiten im Betrieb

### 4.1 Allgemein

Hydraulikflüssigkeiten können ihre Eigenschaften während Lagerung und Betrieb ändern.

Es ist zu beachten, dass die Fluidnorm DIN 51524 nur Mindestanforderungen für Hydraulikfluide im Neuzustand zum Zeitpunkt der Einfüllung in die Liefergebilde beschreibt. Der Betreiber der Hydraulikanlage hat dafür Sorge zu tragen, dass das Fluid während der gesamten Gebrauchsdauer den Mindestanforderungen dieser Norm entspricht.

Abweichungen von den Kennwerten im Neuzustand sind mit dem Fluidlieferanten, den bewertenden Prüflaboren oder der Bosch Rexroth AG abzuklären.

Die nachfolgenden Punkte sind im Betrieb zu beachten:

### 4.2 Lagerung und Handhabung

Hydraulikflüssigkeiten müssen ordnungsgemäß nach Vorschrift des Fluidlieferanten gelagert werden. Die Gebilde sind so zu lagern, dass der Zutritt von Fremdfluid (Bsp. Wasser) und Feststoffverschmutzung in das Innere des Gebildes ausgeschlossen werden kann. Nach Entnahme sind die Gebilde ordnungsgemäß und unmittelbar wieder zu verschließen.

### 4.3 Befüllung neuer Systeme

Die Reinheitsklassen der Fluide im Anlieferungszustand entsprechen in der Regel nicht den Anforderungen unserer Komponenten. Fluide sind bei Befüllung mit einem geeigneten Filtersystem zu filtrieren, um Feststoffverschmutzung und Wasser im System zu minimieren.

Neuanlagen sollten bereits beim Probebetrieb mit dem vorgesehenen Fluid befüllt werden, um unzulässige Vermischungen (siehe Kapitel 4.7 „Mischung und Verträglichkeit verschiedener Hydraulikfluide“) zu vermeiden. Eine spätere Umstellung der Druckflüssigkeit bedeutet einen erheblichen Mehraufwand (siehe Kapitel 4.4 „Fluidumstellung“).

### 4.4 Fluidumstellung

Besonders bei Umstellung zwischen zinkfreien und zinkhaltig additivierten Fluiden kommt es häufig zu Störungen. Siehe Kapitel 3.12 „Additivierung“.

Bei Fluidumstellungen in Hydraulikanlagen muss eine Verträglichkeit der neuen Hydraulikflüssigkeit mit den Resten des bisherigen Fluids sichergestellt sein. Wir empfehlen, eine schriftliche Funktionsgarantie beim Lieferanten des neuen Fluids einzuholen. Verbleibende Restmengen sind zu minimieren. Fluidmischungen sind zu vermeiden, siehe Kapitel 4.5 „Mischung und Verträglichkeit verschiedener Hydraulikflüssigkeiten“.

Informationen zur Umstellung von Fluiden auf Mineralölbasis zu umweltverträglichen oder schwer entflammbareren Fluiden entnehmen Sie den Umstellungsrichtlinien der Fluidlieferanten und den Datenblättern zu umweltverträglichen und schwer entflammbareren Fluiden der Bosch Rexroth AG.

Für Schäden, die aus nicht fachmännischen Umstellungen resultieren, übernimmt die Bosch Rexroth AG keine Gewährleistung!

### 4.5 Mischung und Verträglichkeit verschiedener Hydraulikfluide

Werden Hydraulikfluide verschiedener Hersteller bzw. verschiedener Typen gleichen Herstellers vermischt, können durch Additivreaktionen (siehe Kapitel 3.12 „Additivierung“) Verklebungen, Verschlämmungen, Ablagerungen und Schaum auftreten. Das Luftabscheidevermögen kann negativ beeinflusst werden. Diese Reaktionen führen unter Umständen zu Störungen und Schäden am Hydrauliksystem.

Eine Mischung wird üblicherweise ab 2% Fremdfluid definiert. Ausnahmen gelten für Wasser. Siehe hierzu Kapitel 4.10 Wasser.

Jegliches Vermischen mit anderen Fluiden ist generell nicht zulässig. Dies schließt auch Fluide nach gleicher Klassifizierung und solche aus der Marktübersicht RD 90220-1 ein. Sollten einzelne Fluidlieferanten mit einer Mischbarkeit und/oder Verträglichkeit werben, so liegt dies im Verantwortungsbereich des Lieferanten.

Achtung! Bei kuppelbaren Anbaugeräten und mobilen Filteranlagen ist die Gefahr der unzulässigen Vermischung der Hydraulikflüssigkeiten sehr groß!

Für Schäden, die aus Fluidvermischungen resultieren, übernimmt die Bosch Rexroth AG keine Gewährleistung!

### 4.6 Nachträgliche Zusätze

Nachträglich beigegebene Zusätze, wie Farben, Verschleißminderer, VI-Verbesserer oder Antischaumzusätze, können die Gebrauchseigenschaften der Hydraulikflüssigkeit und die Kompatibilität mit unseren Komponenten negativ beeinflussen.

Für Schäden, die aus nachträglichen Zusätzen resultieren, übernimmt die Bosch Rexroth AG keine Gewährleistung!

### 4.7 Schaumverhalten

Schaum bildet sich durch aufsteigende Luftblasen an der Oberfläche von Hydraulikflüssigkeiten im Tank. Auftretender Schaum soll sich möglichst schnell selbstständig abbauen.

Übliche Hydraulikflüssigkeiten nach DIN 51524 sind im Neuzustand gegen Schaumbildung ausreichend additiviert. Die Konzentration von Entschäumern kann sich in Folge von Alterung und Anlagerung an Oberflächen verringern und zu stabilem Schaum führen.

Eine Nachdosierung von Entschäumern ist nur in Abstimmung mit dem Fluidlieferanten und nach dessen schriftlicher Genehmigung vorzunehmen.

Entschäumer können das Luftabscheidevermögen negativ beeinflussen.

### 4.8 Korrosion

Die Hydraulikflüssigkeit muss unter allen Betriebsbedingungen, auch bei einer möglichen Wasserkontamination, einen ausreichenden Korrosionsschutz von Bauteilen gewährleisten.

Fluide auf Mineralölbasis mit Antikorrosionszusätzen übernehmen während der Lagerung bzw. im Betrieb den Schutz der Komponenten vor Wasser und „sauren“ Ölabbauprodukten.

#### 4.9 Luft

Unter atmosphärischen Bedingungen ist in der Druckflüssigkeit Luft gelöst. Im Unterdruckbereich, z.B. im Saugrohr der Pumpe oder nach Steuerkanten, kann diese gelöste Luft in ungelöste Luft überführt werden. Durch den ungelösten Luftgehalt besteht die Gefahr von Kavitation und Dieseleffekt. Die Folge davon ist Materialerosion an Komponenten und beschleunigte Fluidalterung.

Durch konstruktive Maßnahmen, z.B. Saugrohr- und Tankgestaltung, und eine geeignete Hydraulikflüssigkeit - LAV < 10 min - kann Luftertrag und -abscheidung wesentlich beeinflusst werden.

Siehe auch Kapitel 3.8 „Luftabscheidevermögen (LAV)“.

#### 4.10 Wasser

Wasserkontaminationen in Hydraulikflüssigkeiten können durch direkten Eintrag oder indirekt durch Kondensierung von Wasser aus der Luft aufgrund von Temperaturschwankungen entstehen. Ungelöstes Wasser kann Verschleiß oder einen unmittelbaren Ausfall von Hydraulikkomponenten verursachen.

Ein hoher Wasseranteil im Fluid beeinflusst weiterhin die Alterung des Fluids und die Filtrierbarkeit negativ und erhöht die Kavitationsneigung.

Ungelöstes Wasser kann aus dem Sumpf des Tanks abgelassen werden. Gelöstes Wasser kann nur zwangsweise durch geeignete Maßnahmen entfernt werden. Bei Einsatz von Hydraulik in feuchter Umgebung ist entsprechende Vorsorge, zum Beispiel ein Luftentfeuchter an der Tankbelüftung, erforderlich. Der Wassergehalt im Fluid, ermittelt nach der „Karl Fischer Methode“, ist während des Betriebes ständig unter 0,1 % (1000 ppm) zu halten. Zur Sicherung einer langen Lebensdauer der Fluide sowie der Komponenten, empfehlen wir dauerhaft Werte unter 0,05 % (500 ppm) einzuhalten. Detergierende Hydraulikflüssigkeiten (HLPD / HVLDPD) können mehr Wasser aufnehmen und in Schwebelage halten. Vor Einsatz dieser Fluide kontaktieren Sie bitte den Fluidlieferanten.

#### 4.11 Fluidwartung, Fluidanalyse und Filterung

Luft, Wasser, Temperatureinflüsse und Feststoffverschmutzungen verändern die Gebrauchseigenschaften von Hydraulikflüssigkeiten und lassen diese altern.

Die Überwachung des Fluidzustandes und eine den Erfordernissen der Anwendung angepasste Filterung (ggf. Entwässerung und Entgasung) sind zur Erhaltung der Gebrauchseigenschaften und Sicherung einer langen Gebrauchsdauer von Fluid und Komponenten unerlässlich.

Der Aufwand steigt mit ungünstigen Einsatzbedingungen, erhöhten Belastungen der Hydraulikanlage sowie hohen Erwartungen an Verfügbarkeit und Lebensdauer.

Siehe Kapitel 2 „Feststoffverschmutzung und Reinheitsklassen“.

Bei der Inbetriebnahme ist zu beachten, dass die geforderte Mindestreinheitsklasse meist erst mittels Spülung der Anlage erreicht werden kann. Aufgrund hoher Anfangsverschmutzung kann ein Öl- und / oder Filterwechsel nach kurzer Betriebsdauer (< 50 Betriebsstunden) erforderlich sein.

Das Betriebsmedium muss regelmäßig getauscht oder beim Fluidlieferanten bzw. in anerkannten, akkreditierten Prüflabors untersucht werden. Eine Referenzuntersuchung empfiehlt sich nach Inbetriebnahme. Mindestangaben in Analysen sind:

- Viskosität bei 40 °C und 100 °C (nach ISO 3105)
- Säurezahl (AN, ISO 6618) / Neutralisationszahl (NZ, DIN 51558)
- Reservealkalität oder Basenzahl (BN, ISO 3771)
- Wassergehalt (Karl-Fischer-Methode, ISO 12937)
- Partikelmessung (ISO 4406) oder Masse der Filtermembran (EN 12662)
- Elementanalyse (RFA, ICP, Testmethode angeben)
- Vergleich mit Neuware oder vorliegenden Trendanalysen

– Bewertung / Einschätzung zur weiteren Verwendung  
Für Garantie-, Haftungs- und Gewährleistungsansprüche sind uns Wartungsnachweise und / oder die Ergebnisse von Fluidanalysen bereitzustellen.

## 5 Entsorgung und Umweltschutz

Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis und artverwandten Kohlenwasserstoffen sind umweltgefährdende Flüssigkeiten.

Die jeweiligen Hersteller von Hydraulikflüssigkeiten machen Vorgaben zur umweltgerechten Handhabung und Lagerung. Es ist darauf zu achten, dass ausgelaufene oder verspritzte Flüssigkeiten mit geeigneten Bindemitteln oder technischen Einrichtungen aufgenommen werden und nicht in ein Gewässer, den Boden oder in die Abwasserkanalisation gelangen.

Für die Entsorgung der jeweiligen Hydraulikflüssigkeit sind die nationalen gesetzlichen Bestimmungen zu beachten.

## 6 Andere Fluide auf Mineralölbasis und artverwandter Kohlenwasserstoffe

Tabelle 6: Andere Fluide auf Mineralölbasis und artverwandter Kohlenwasserstoffe

Hydraulikflüssigkeiten	Merkmale / Typischer Einsatzbereich / Hinweise
Fluide der Klassifizierung HL, HM, HV nach ISO 11158	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Können ohne Nachfrage eingesetzt werden, wenn sie gleichzeitig DIN 51524 erfüllen. Dies muss im technischen Datenblatt des jeweiligen Fluids erkennbar sein. Einordnung siehe Tabelle 4: „Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten“.</li> <li>- Fluide, die <b>nur</b> nach ISO 11158 klassifiziert sind, dürfen nur nach schriftlicher Genehmigung der Bosch Rexroth AG eingesetzt werden.</li> </ul>
Fluide der Klassifizierung HH, HR, HS, HG nach ISO 11158	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dürfen nicht eingesetzt werden.</li> </ul>
Fluide der Klassifizierung HL, HLP, HLPD, HVLP, HVLPD nach DIN 51502	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DIN 51502 beschreibt nur, wie Fluide national klassifiziert / kurzbezeichnet werden.</li> <li>- Es werden keine Angaben zu Mindestanforderungen an Hydraulikflüssigkeiten gemacht.</li> <li>- Hydraulikflüssigkeiten, die nach DIN 51502 genormt sind, können ohne Nachfrage eingesetzt werden, wenn sie gleichzeitig DIN 51524 erfüllen. Dies muss im technischen Datenblatt des jeweiligen Fluids erkennbar sein. Einordnung siehe Tabelle 4: „Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten“.</li> </ul>
Fluide der Klassifizierung HH, HL, HM, HR, HV, HS, HG nach ISO 6743-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ISO 6743-4 beschreibt nur, wie Fluide international klassifiziert / kurzbezeichnet werden. Es werden keine Angaben zu Mindestanforderungen an Hydraulikflüssigkeiten gemacht.</li> <li>- Hydraulikflüssigkeiten, die nach ISO 6743-4 genormt sind, können ohne Nachfrage eingesetzt werden, wenn sie gleichzeitig DIN 51524 erfüllen. Dies muss im technischen Datenblatt des jeweiligen Fluids erkennbar sein. Einordnung siehe Tabelle 4: „Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten“.</li> </ul>
Schmierstoffe und Reglerflüssigkeiten für Turbinen nach DIN 51515	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Turbinenöle sind mit eingeschränkten Leistungsdaten nach Rücksprache einsetzbar.</li> <li>- Haben meist einen geringeren Verschleißschutz als Mineralöl HLP, vergleichbar mit Mineralöl HL-Fluiden.</li> <li>- Die Werkstoffverträglichkeiten ist besonders zu beachten!</li> </ul>
Schmieröle C, CL, CLP nach DIN 51517	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schmieröle nach DIN 51517 sind mit eingeschränkten Leistungsdaten nach Rücksprache einsetzbar. Es handelt sich hierbei um meist höherviskose Fluide mit einem geringeren Verschleißschutz. Einstufung: CL ähnlich HL-Fluiden und CLP ähnlich HLP-Fluiden.</li> <li>- Die Werkstoffverträglichkeiten, vor allem mit Buntmetallen, ist besonders zu beachten!</li> </ul>
Fluide, die in der pharmazeutischen- und Lebensmittelindustrie eingesetzt werden dürfen, nach FDA / USDA / NSF H1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Man unterscheidet medizinische Weißöle und synthetisch hergestellte Kohlenwasserstoffe (PAO).</li> <li>- Diese Fluide können ohne Nachfrage eingesetzt werden, wenn sie gleichzeitig DIN 51524 erfüllen. Dies muss im technischen Datenblatt des jeweiligen Fluids erkennbar sein. Einordnung siehe Tabelle 4: „Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten“</li> <li>- Dürfen nur mit FKM Dichtungen eingesetzt werden.</li> <li>- Andere Fluide, die in der pharmazeutischen und Lebensmittelindustrie verwendet werden, dürfen nur auf Nachfrage eingesetzt werden.</li> <li>- Die Werkstoffverträglichkeit nach dem geltenden Lebensmittelrecht ist zu beachten.</li> </ul> <p><b>Achtung!</b> Fluide, die in der pharmazeutischen und Lebensmittelindustrie eingesetzt werden, dürfen nicht mit umweltverträglichen Fluiden verwechselt werden!</p>
Automatic Transmission Fluids (ATF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ATF sind Funktionsflüssigkeiten für Automatikgetriebe in Fahrzeugen und Arbeitsmaschinen. In Sonderfällen werden ATFs auch für bestimmte Synchron-Schaltgetriebe sowie Getriebe-Hydrauliksysteme eingesetzt.</li> <li>- Einsatz nur nach Rücksprache!</li> <li>- Diese Fluide haben teilweise ein schlechtes Luftabscheidungsvermögen und ein geändertes Verschleißverhalten.</li> <li>- Die Werkstoffkompatibilität und die Filtrierbarkeit ist zu prüfen!</li> </ul>

## 6 Andere Fluide auf Mineralölbasis und artverwandter Kohlenwasserstoffe

**Tabelle 6: Andere Fluide auf Mineralölbasis und artverwandter Kohlenwasserstoffe** (Fortsetzung von Seite 13)

Hydraulikflüssigkeiten	Merkmale / Typischer Einsatzbereich / Hinweise
Multifunktionsöle (MFO) - Industrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multifunktionsöle (Industrie) vereinigen mindestens zwei Anforderungen an ein Fluid, Beispiel Metallbearbeitung und Hydraulik.</li> <li>- Einsatz nur nach Rücksprache!</li> <li>- Bitte beachten Sie besonders das Luftabscheidevermögen, das geänderte Verschleißverhalten und die eingeschränkte Werkstofflebensdauer.</li> <li>- Die Werkstoffkompatibilität und die Filtrierbarkeit sind zu prüfen!</li> </ul>
Multifunktionsöle (MFO) – mobil UTTO, STOU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multifunktionsöle (Mobil) vereinigen Anforderungen an nasse Bremsen, Getriebe und Hydraulik.</li> <li>Fluide der Typen: UTTO (= Universal Tractor Transmission Oil) und STOU (= Super Tractor Universal Oil)</li> <li>- Einsatz nur nach Rücksprache!</li> <li>- Bitte beachten Sie besonders die Scherstabilität, das Luftabscheidevermögen und das geänderte Verschleißverhalten.</li> <li>- Die Werkstoffkompatibilität und die Filtrierbarkeit sind zu prüfen!</li> </ul>
Einbereichsmotorenöle 10W, 20W, 30W	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einbereichsmotorenöle können ohne Nachfrage eingesetzt werden, wenn sie gleichzeitig DIN 51524 erfüllen. Dies muss im technischen Datenblatt des jeweiligen Fluids erkennbar sein. Einordnung siehe Tabelle 4: „Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten“.</li> <li>- Bitte beachten Sie besonders das Luftabscheidevermögen und die Filtrierbarkeit.</li> </ul>
Mehrbereichsmotorenöle 0Wx-30Wx	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatz nur nach Rücksprache!</li> <li>- Bitte beachten Sie besonders das Luftabscheidevermögen, die Viskositätsänderungen im Betrieb, die Werkstoffkompatibilität, das Wasserabscheidevermögen und die Filtrierbarkeit.</li> </ul> <p><b>Achtung!</b> Mehrbereichsmotorenöle sind an spezifische Anforderungen in Verbrennungsmotoren angepasst worden und für den Einsatz in Hydraulikanlagen nur noch bedingt geeignet.</p>
Hydraulikflüssigkeiten für Militäranwendungen nach MIL 13919 oder H 540, MIL 46170 oder H 544, MIL 5606 oder H 515, MIL 83282 oder H 537, MIL 87257	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatz nur nach Rücksprache!</li> <li>- Bitte beachten Sie besonders das Luftabscheidevermögen, das geänderte Verschleißschutzverhalten, die Viskositätsänderungen im Betrieb, die Werkstoffkompatibilität, das Wasserabscheidevermögen und die Filtrierbarkeit.</li> </ul> <p><b>Achtung!</b> Die Hydraulikflüssigkeiten für Militäranwendungen entsprechen nicht den aktuellen Anforderungen an hochwertigen Hydraulikflüssigkeiten und sind für den Einsatz nur noch bedingt geeignet.</p>
Kfz-Getriebeöle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kfz-Getriebeöle sind mit eingeschränkten Leistungsdaten nach Rücksprache einsetzbar.</li> <li>- Der Verschleißschutz, die Werkstoffverträglichkeiten vor allem mit Buntmetallen und die Viskosität sind besonders zu beachten!</li> </ul>
Diesel, Pr addediesel nach DIN 4113	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diesel / Pr addediesel haben geringere Verschleißschutzeigenschaften und eine sehr niedrige Viskosität (&lt; 3 cSt).</li> <li>- Dürfen nur mit FKM-Dichtungen eingesetzt werden</li> <li>- Ihr niedriger Flammpunkt ist zu beachten!</li> <li>- Mit eingeschränkten Leistungsdaten nur nach Rücksprache einsetzbar!</li> </ul>

## 6 Andere Fluide auf Mineralölbasis und artverwandter Kohlenwasserstoffe

Tabelle 6: Andere Fluide auf Mineralölbasis und artverwandter Kohlenwasserstoffe (Fortsetzung von Seite 14)

Hydraulikflüssigkeiten	Merkmale / Typischer Einsatzbereich / Hinweise
Walzöle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Walzöle haben geringere Verschleißschutzeigenschaften als Mineralöl HLP und eine niedrigere Viskosität</li> <li>- Ihr niedriger Flammpunkt ist zu beachten!</li> <li>- Walzöle mit eingeschränkten Leistungsdaten sind nur nach Rücksprache einsetzbar.</li> </ul>
Fluide für Lenkhilfen, hydropneumatische Federungen, aktive Fahrwerke	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Können ohne Nachfrage eingesetzt werden, wenn sie gleichzeitig DIN 51524 erfüllen. Dies muss im technischen Datenblatt des jeweiligen Fluids erkennbar sein. Einordnung siehe Tabelle 4: „Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten“.</li> <li>- Die niedrige Viskosität ist zu beachten!</li> <li>- Sie haben meist ein schlechtes Wasserabscheidevermögen</li> <li>- Die Werkstoffverträglichkeit ist zu prüfen!</li> </ul>

## 7 Glossar

### Additivierung:

Zusätze chemischer Substanzen, die in geringen Mengen Grundölen beigemischt werden, um bestimmte Eigenschaften zu erreichen oder verbessern.

### Alterung:

Fluide altern immer durch Oxidation (siehe 3.7 „Alterungsbeständigkeit“). Katalytisch für die Alterung wirken hierbei flüssige und feste Verunreinigungen, weshalb diese auch über eine sorgfältige Filterung zu minimieren sind.

### Arrhenius-Gleichung, ICP, RFA:

Die quantitative Beziehung zwischen Reaktionsgeschwindigkeit und Temperatur wird durch eine Exponentialfunktion in der Arrhenius-Gleichung beschrieben. Diese Funktion ist im üblichen Temperaturbereich der Hydraulik linearisiert darstellbar. Praktisches Beispiel, siehe Kapitel 3.7 Alterungsbeständigkeit

### Demulgierend:

Eigenschaft eines Fluids eingedrungenes Wasser rasch abzuscheiden, wird durch gezielte Auswahl von Grundöl und Additiven bewirkt.

### Detergierend:

Eigenschaft bestimmter Wirkstoffe ins Öl eingedrungenes Wasser teilweise zu emulgieren bzw. in Schwebelage zu halten bis es bei steigender Temperatur verdampft ist. Größere Wassermengen (über ca. 2%) werden dagegen sofort abgeschieden.

### Dispergierend:

Eigenschaft bestimmter Wirkstoffe unlösliche flüssige und feste Verunreinigungen im Fluid in Schwebelage zu halten.

### Dieseleffekt:

Wird Mineralöl, das Luftbläschen enthält, sehr schnell verdichtet, werden die Bläschen so stark erhitzt, dass eine Selbstzündung des Luft-Gas-Gemisches auftreten kann. Durch den dabei entstehenden Temperaturanstieg können Dichtungen beschädigt sowie eine beschleunigte Alterung des Fluids verursacht werden.

### Fluide auf Hydrocrack-Basis (HC):

Werden aus Rohöl durch thermische oder katalytische Spaltung unter Wasserstoff-Atmosphäre hergestellt. Die im Rohöl vorhandenen Doppelbindungen werden aufgebrochen, Schwefel-, Stickstoff- und Sauerstoffverbindungen durch Anlagerung von Wasserstoff zum Großteil entfernt. Diese Fluide sind Basis für hochwertige HVLP Fluide. Sie sind thermisch stabiler, haben eine hohe Scherstabilität und die Verdampfungsverluste sind gegenüber anderen Fluiden auf Mineralölbasis geringer.

### Fluide auf Polyalphaolefine-Basis (PAO):

Polyalphaolefine (PAO) sind synthetisch hergestellte Kohlenwasserstoffe. Sie weisen eine genaue festgelegte Molekülverteilung auf. PAO enthalten keine Schwefelverbindungen und sind aromatenfrei. Des Weiteren besitzen sie ein sehr gutes Viskositäts-Temperatur-Verhalten und zeichnen sich durch höchste Scherstabilität, sowie geringe Verdampfungsverluste im Betrieb aus. PAO-Fluide zählen von Ihren Eigenschaften her, meist zur Klassifikation „HVLP“ und sind auch dementsprechend in Rexroth-Komponenten einzusetzen (siehe Tabelle 4: „Klassifizierung Hydraulikflüssigkeiten“).

(Fortsetzung auf Seite 16)

## 7 Glossar

(Fortsetzung von Seite 15)

### ICP (Atom-Emissions-Spektroskopie):

Mit dem ICP-Verfahren können verschiedene Verschleißmetalle, Verunreinigungen und Additive bestimmt werden. Detektiert werden können nahezu alle Elemente aus der Periodentafel.

### Karl Fischer Methode:

Verfahren zur Bestimmung des Wasseranteils in Flüssigkeiten. Coulometrisches indirektes Bestimmungsverfahren nach DIN EN ISO 12937 in Verbindung mit DIN 51777 T2. Nur diese Methode in Kombination liefert ausreichend genaue Messwerte.

### Kavitation:

Kavitation ist die Bildung von Hohlräumen in Flüssigkeiten durch Unterschreiten des Gasdruckes und anschließender Implosion bei Druckanstieg. Beim Implodieren der Hohlräume treten kurzzeitig extrem hohe Beschleunigungen, Temperaturen und Drücke auf, die die Bauteiloberflächen beschädigen können.

### RFA (wellenlängendispersive Röntgenfluoreszenzanalyse):

Ist ein Verfahren zur Bestimmung fast aller Elemente in flüssigen und festen Proben in nahezu beliebigen Zusammensetzungen. Diese Analysemethode ist für die Untersuchung von Additiven und Unreinheiten geeignet und liefert schnelle und einfache Ergebnisse.

### Stick-Slip (Ruckgleiten):

Wechselwirkung zwischen einem reibungsbehafteten federnden Massesystem (z. B. Zylinder + Ölsäule + Last) und dem Druckaufbau bei sehr kleinen Gleitgeschwindigkeiten. Dabei ist die Haftreibung des Systems eine bestimmende Größe. Je kleiner sie ist, desto kleiner kann auch die Geschwindigkeit sein, die noch ruckfrei gefahren werden kann. Der Stick-Slip-Effekt kann je nach tribologischem System zur Anregung von Schwingungen und unter Umständen zu erheblicher Geräuschabstrahlung führen. Der Effekt kann häufig durch den Wechsel des Schmierstoffes, oder der Abdichtung und Führung verringert werden.

### Viskosität:

Die Viskosität ist das Maß für die innere Reibung eines Fluides beim Fließen. Sie ist definiert als die Eigenschaft eines Stoffes unter einer Spannung zu fließen. Die Viskosität ist die wichtigste Kenngröße zur Beschreibung des Lasttragevermögens einer Hydraulikflüssigkeit.

Die kinematische Viskosität ist der Quotient aus der dynamischen Viskosität und der Dichte des Fluids, die Maßeinheit ist  $\text{mm}^2/\text{s}$ . Hydraulikflüssigkeiten werden durch die kinematische Viskosität in ISO-Viskositätsklassen eingeteilt. Die Bezugstemperatur ist dabei  $40\text{ }^\circ\text{C}$ .

### Viskositätsindex (VI):

Kennzeichnet das Viskositäts-Temperaturverhalten einer Flüssigkeit. Je geringer die Änderung der Viskosität über der Temperatur ist, desto höher liegt der VI.