

1. Allgemeines

Das Betriebsverhalten einer Hydroanlage hängt in hohem Maße von der Güte der eingesetzten Druckflüssigkeit ab. Die Auswahl der Druckflüssigkeit richtet sich im wesentlichen nach den Einsatzbedingungen wie z.B.

- Temperatur (siehe Viskositätsklassen)
- Geräteart (event. Verbot von bestimmten Druckflüssigkeiten wegen unerwünschten Reaktionen mit Metallen, Dichtungen u.a.m.)
- Einsatzart (z.B. umweltverträgliche Druckflüssigkeiten)
- Umfeld (Nutzung bereits vorhandener Druckflüssigkeiten)

2. Druckflüssigkeiten

2.1 Mineralöle

Medium	Charakteristik	Besonderheiten / Einschränkungen
• Hydrauliköle HLP (DIN 51524 Teil 2)	Mineralöl mit Zusätzen für Korrosions-, Oxidations- und Verschleißschutz	Allgemeine übliche Hydraulikflüssigkeit
• Hydrauliköle HL (DIN 51524 Teil 1)	Mineralöl ohne Zusätze für den Verschleißschutz	Durch den fehlenden Anteil an Verschleißschutz-zusätzen nicht geeignet für alle Arten von Zahnrad-pumpen. HAWE-Pumpen der Typen: Z, RZ, MP.-Z, HK..Z. Bei anderen Gerätearten Herstellerangaben beachten !
• Hydrauliköle HVL (DIN 51524 Teil 3)	Mineralöl mit gleichen Zusätzen wie HLP, jedoch mit erhöhtem Viskositätsindex für den Ein-satz in weiten Temperatur-bereichen	Die Viskositätsindex-Verbesserer wirken sich z.B. negativ auf die Scherfestigkeit (Viskositätsverlust unter Last ca. 30%), das Demulgierverhalten und das Luftabscheidvermögen aus. Einsatz nur, wenn Temperaturbereich dies erfordert. Rücksprache mit Ölhersteller nehmen!
• unlegierte Öle H z.B. - Schmieröle (DIN 51517 Teil 1) - Weißöle (z.B. USDA H1)	Mineralöl ohne Zusätze	Aufgrund der fehlenden Zusätze nur für Anlagen im Ab-schaltbetrieb (S2- oder S3-Betrieb) geeignet, (geringe Schmierfähigkeit). Weißöle werden meist in Anlagen mit möglichem Lebensmittelkontakt eingesetzt.
• Sonderflüssigkeiten im Luftfahrtbereich (MIL H-5606) im Marinebereich (NATO H 540)	Mineralöle in der Regel auf Naphtenölbasis mit weitem Temperaturbereich	Je nach Druckflüssigkeit müssen gegebenenfalls Dichtungen aus Fluor-Kautschuk FPM eingesetzt werden. Rücksprache mit Ölhersteller nehmen !
• sonstige Mineralöle Motorenöle HD (z.B. DIN 51511) ATF-Automatik-Schaltgetriebeöl (AQ A Suffix A) Kfz-Getriebeöle (z.B. DIN 51512)	Mineralöle, die eigentlich für andere Einsatzzwecke ent-wickelt wurden	Mehr oder weniger gut geeignete Druckflüssigkeiten. Auf das Vorhandensein von Oxidations- und Korrosionsschutz sowie auf Werkstoffverträglich-keiten (vor allen hinsichtlich der Dichtungen) achten. Rücksprache mit Ölhersteller nehmen !

2.2 Umweltverträgliche Druckflüssigkeiten nach VDMA 24568 und 24569

Medium	Charakteristik	Besonderheiten / Einschränkungen
• native Öle HETG	Flüssigkeiten auf der Basis von natürlichen Ölen z.B. Raps-, Sonnenblumenöl mit Zusätzen, geringe Temperaturbeständig-keit (< 60...70°C)	Nicht geeignet für Unterölaggregate (HC, MP, FP, HK), alle Ventile mit Naßankermagneten sowie Steuerungen mit hohem Drosselanteil; HETG-Flüssigkeiten neigen bei hohen Temperaturen (> 60...70°C) zum Verharzen, ver-kleben u. vorzeitigen Altern. Einsatz möglichst vermeiden !
• Polyethylenglykole HEPG PEG-Polyethylen (wasserlöslich) PPG-Polypropylen (wasserunlöslich)	Flüssigkeiten auf der Basis von Polyethylenglykol (PAG). Hinsichtlich Lebensdauer, Schmierfähigkeit und Druck-belastbarkeit ähnliche Eigen-schaften wie Mineralöl	Keine Einschränkungen hinsichtlich des Betriebs-verhaltens, jedoch • normale Lacke und Anstriche werden aufgelöst (Zweikomponentenlacke möglich) • es dürfen keine Papierfilter eingesetzt werden. Verstopfungsgefahr (nur Glasfaser- oder Metall-gewebefilter möglich) ! • Gleitpaarungen Stahl-Aluminium (bzw. Stahl-Bunt-metall) sind problematisch (Auflösungserscheinungen) • Kein Einsatz von HC, MP, FP, HK, RZ, Z-Pumpen A.F., AF, BF, EF, FF-Filterblöcken
• synthetische Ester HEES (Carbonsäureester, Diester, Polyester)	Hinsichtlich aller betriebs-relevanten Kriterien ähnliche Eigenschaften wie Mineralöl	Keine Einschränkungen hinsichtlich des Betriebs-verhaltens, Kontakt mit PVC-Materialien vermeiden.

2.3 Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten nach DIN 51502

Medium	Charakteristik	Besonderheiten / Einschränkungen
HFA (Presswasser, Emulsionen)	Öl in Wasser-Emulsion (Wasseranteil > 80%) max. Temperaturbereich bis ca. 60°C	Aufgrund des hohen Wasseranteils hohe Korrosions- und Kavitationsgefahr, nur speziell dafür konstruierte Geräte einsetzen (einzelne R-Pumpen, Sitzventile Typ G..) max. Pumpendruck 50...60% - Kavitationsgefahr - Mindestmineralölanteil > 4% - keine Unterölaggregate einsetzen - Kurzschlußgefahr - betrifft: HC, MP, FP, HK-Pumpen - keine Papierfilter - Verstopfungsgefahr -
HFC	wässrige (Poly-) Glycol-lösung (Wasseranteil < 35%) max. Temperaturbereich bis ca. 60°C	Prinzipiell als "normale" Druckflüssigkeit einsetzbar Einschränkungen: - keine Papierfilter - Verstopfungsgefahr - (betrifft: AF, BF, EF und FF-Anschlußblöcke von Hydroaggregaten) - Gleitpaarungen Stahl-Aluminium problematisch keine Z, RZ-Pumpen - aggressiv gegen einfache Lacke und Anstriche (Zweikomponentenlacke möglich) - keine Unterölaggregate HC, MP, FP, HK-Pumpen
HFD HFDR Phosphatsäureester HFDS chlorierte Kohlenwasserstoffe HFDT Mischung aus HFDR und HFDS HFDU andere Zusammensetzung	wasserfreie Flüssigkeit, ähnliche Eigenschaften wie Mineralöl	normaler Betrieb möglich Einschränkungen: nur Geräte mit FPM (FKM)-Dichtungen einsetzen (siehe Abschnitt "Dichtungen")

2.4 Sonderflüssigkeiten

Medium	Charakteristik	Besonderheiten / Einschränkungen
AT-Bremsflüssigkeiten	Bremsflüssigkeit auf Glykolbasis (DOT4)	Einsatz möglich, jedoch sind nur Geräte mit EPDM- oder SBR-Dichtungen zu verwenden (siehe Abschnitt "Dichtungen"); keine Kompakt-Pumpenaggregate Typ HC, MP, FP, HK

3. Viskositätsklasse

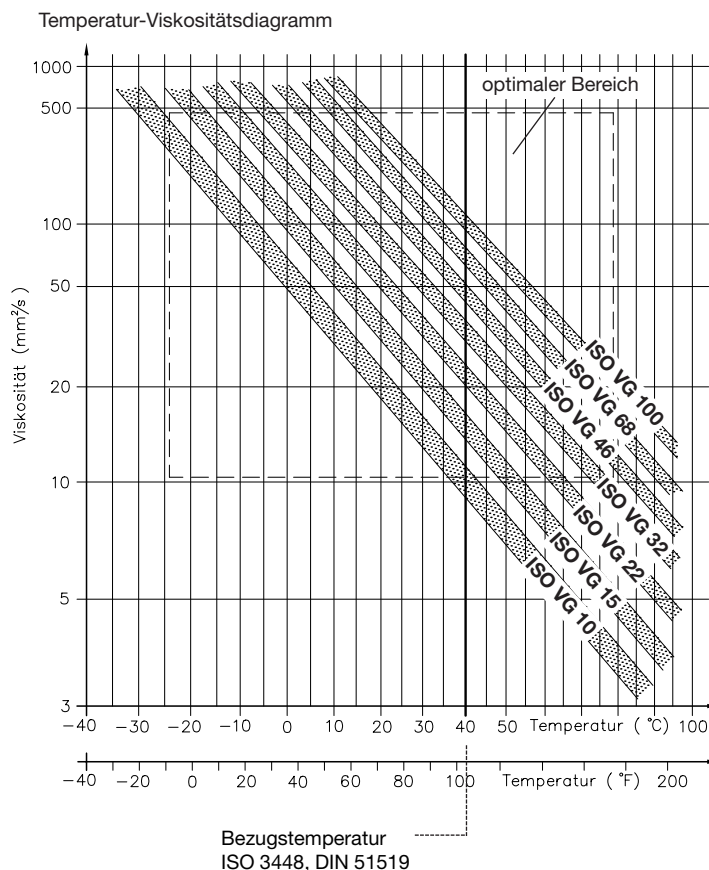
Wahl der Viskositätsklasse

Von den im Standard "ISO Viskositätsklassifikation für flüssige Schmierstoffe" (ISO 3448, DIN 51519) aufgeführten 18 Viskositätsklassen (ISO VG) sind für Hydraulanlagen die Bereiche ISO VG10 bis ISO VG 68 relevant. Die Zahl hinter ISO VG entspricht dabei der Nennviskosität bei der Bezugstemperatur 40°C. Das im Diagramm dargestellte Temperaturverhalten entspricht dem von mineralischen Hydraulikölen. Der Anstieg von HVLP und den umweltverträglichen Druckflüssigkeiten ist z.B. flacher, daß heißt der Temperatureinfluß ist geringer. Aufgrund herstellerbedingter Unterschiede sind folgende Eckwerte abzuklären und mit den zulässigen Viskositätsbereichen zu vergleichen:

- Viskosität bei 40°C
- Viskosität bei der geringsten (angenommenen, geforderten) Temperatur
- Viskosität bei der höchsten (angenommenen, geforderten) Temperatur (zur Gewährleistung einer guten Dichtungslebensdauer $\leq 80^\circ\text{C}$!)

Richtwerte zur Auswahl

- VG 10, VG 15
Anlage im Kurzzeitbetrieb bei Einsatz im Freien bzw. bei Spannvorrichtungen.
Anlage im Dauerbetrieb (bei Einsatz im Freien nur Winterbetrieb)
- VG 22, VG 32
allgemeine Verwendung (bei Einsatz im Freien nur Sommerbetrieb)
- VG 46, VG 68
Anlagen in geschlossenen Räumen bei Umgebungstemperaturen bis 40°C bzw. tropischen Verhältnissen (Startviskosität beachten!)



4. Filterung

Verschmutzungen im Feinbereich, wie z.B. Abrieb und Staub oder im Makrobereich wie z.B. Späne, Gummipartikel von Schläuchen und Dichtungen, können zu beträchtlichen Funktionsstörungen einer Hydraulikanlage führen. Deshalb sollten folgende Filterungen vorgesehen werden (eine gründliche Spülung vor der Erstinbetriebnahme vorausgesetzt):

zul. Verschmutzungsclassen der Druckflüssigkeit			empfohlene Filterfeinheit (Rückhalterate)	Geräte
ISO 4406	NAS 1638	SAE T 490		
21/18/15...19/17/13	12 ... 8	≥ 6	$\beta_{16...25} \geq 75$	Radialkolben- und Zahnradpumpen, Ventile, Zylinder (Einsatz im allgemeinen Maschinenbau)
20/17/14...18/15/12	11 ... 6	5 ... 3	$\beta_{6...16} \geq 75$	Proportional-Druck- und Stromventile

Gerade bei den Proportionalventilen hängt die Wiederholgenauigkeit besonders vom Reinheitsgrad der Druckflüssigkeit ab. Es ist zu beachten, daß eine neue Druckflüssigkeit "vom Faß" nicht unbedingt die höchsten Sauberkeitserfordernisse erfüllt.

5. Nutzungsdauer

Eine Druckflüssigkeit "altert" u.a. bedingt durch Schervorgänge, Aufspaltung durch zu hohe Temperaturen (Verharzung), Vermischung mit (Kondens-)Wasser oder Reaktion mit anderen Materialien (z.B. Metallen) des Systems (Schlammabildung). Wesentlichen Einfluß darauf hat neben den Eigenschaften der Druckflüssigkeit selbst (z.B. durch Zusätze für hohe Scherstabilität), die Auslegung der Hydrauliksteuerung (z.B. Tankgröße, Beharrungstemperatur, Anzahl und Art der Drosselstellen).

Zu beachten ist u.a. folgendes:

- Betriebstemperatur im Tank $< 80^\circ\text{C}$ (gilt für Mineralöle, für Druckmedium mit Wasseranteil niedriger)
höhere Temperaturen vermeiden -Standzeitverringerung-
(+10K Δ halbe Standzeit)

- Umlaufverhältnis der Druckflüssigkeit $\frac{Q_{\text{Pumpe}} (\text{l/min})}{V_{\text{Anlage}} (\text{l})}$ (Richtwerte)

- ca. 0,2...0,4/min bei konventionellen Hydraulikaggregaten

- ca. ...1/min in der Mobilhydraulik

- ca. ...4/min bei Kompakt-Pumpenaggregaten im Abschalt- bzw. Leerlaufbetrieb

- regelmäßige Kontrolle der Druckflüssigkeit (Ölstand, Verschmutzung, Farbzahl, Neutralisationszahl u.a.)

- regelmäßiger Ölwechsel (abhängig von Druckflüssigkeit und Einsatzbedingungen)

Richtwerte: - ca. 4000 ... 8000 h (Mineralöl)

- ca. 2000 h (sonstige Druckflüssigkeiten)

- oder mindestens 1x jährlich

Hinweise der Ölhersteller beachten !

6. Wechsel der Druckflüssigkeit

Durch ein Vermischen unterschiedlicher Arten von Druckflüssigkeiten kann es unter Umständen zu ungewollten chemischen Reaktionen mit Schlamm- und Verharzung kommen.
Daher sollten beim Wechsel zwischen verschiedenen Druckflüssigkeiten unbedingt die jeweiligen Hersteller konsultiert werden.
Auf jeden Fall ist die gesamte Hydraulikanlage gründlich zu spülen.

7. Dichtungen

Vor dem Einsatz von Druckflüssigkeiten (außer Mineralöl und synthetischen Estern) sollte grundsätzlich die Frage der Dichtungsverträglichkeit mit dem Ölhersteller geklärt werden. Einen ersten Überblick geben die Tabellen in Position 2.
Standardmäßig werden Dichtungen aus den Materialien:

- NBR (Acrylnitril-Butadien-Kautschuk, z.B. Buna, Perbunan) oder HNBR (hydrierter NBR) eingesetzt.

Auf Anfrage sind Geräte lieferbar mit Dichtungen aus:

- FPM (auch FKM, Fluor-Kautschuk) z.B. für HFD-Flüssigkeiten
Bezeichnung für HAWE-Geräte mit Anhang ...-PYD, z.B. WN1H-G24-PYD
- EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk) z.B. für SKYDROL oder Bremsflüssigkeit bzw. SBR (Styrol-Butadien-Kautschuk) z.B. für Bremsflüssigkeit (nicht für SKYDROL !)
Bezeichnung für HAWE-Geräte mit Anhang ...-AT, z.B. WN1H-G24-AT

8. Herstelleradressen (Auswahl)

Firma	Anschrift		
Agip Schmiertechnik GmbH Deutschland	Paradiesstrasse 14 D-97080 Würzburg	Telefon Fax	+49 / (0) 931 / 90098-0 +49 / (0) 931 / 90098-76
Aral Lubricants GmbH & Co.KG	Max-Born-Str. 2 D-22761 Hamburg	Telefon Fax	+49 / (0) 40 / 3594-05 +49 / (0) 40 / 639589685
Deutsche BP Holding Aktien-Gesellschaft	Wittener Str. 45 D-44789 Bochum	Telefon Fax	+49 / (0) 234 / 315-0 +49 / (0) 234 / 315-2679
DEA Mineraloel AG	Überseering 40 D-22297 Hamburg	Telefon Fax	+49 / (0) 40 / 6375-0 +49 / (0) 40 / 6375-3496
Esso AG	Kapstadtring 2 D-22297 Hamburg	Telefon Fax	+49 / (0) 40 / 6393-0 +49 / (0) 40 / 6393-3368
Fragol Industrieschmierstoffe GmbH	Reichspräsidentenstr. 21-25 D-45470 Mülheim	Telefon Fax	+49 / (0) 208 / 30002-22 +49 / (0) 208 / 30002-46
Fuchs Mineraloelwerke GmbH	Friesenheimer Straße 15 D-68169 Mannheim	Telefon Fax	+49 / (0) 621 / 3701-0 +49 / (0) 621 / 3701-570
Liqui Moly GmbH	Jerg-Wieland-Str. 4 D-89081 Ulm	Telefon Fax	+49 / (0) 731 / 1420-0 +49 / (0) 731 / 1420-71
Mobil Oil AG	Kapstadtring 2 D-22297 Hamburg	Telefon Fax	+49 / (0) 40 / 6393-0 +49 / (0) 40 / 6393-3368
Deutsche Shell AG	Suhrenkamp 71-77 D-22284 Hamburg	Telefon Fax	+49 / (0) 40 / 6324-0 +49 / (0) 40 / 6321 - 051
Panolin AG	Bläsimühle CH-8322 Madetswil	Telefon Fax	+41 / (0) 44 / 95665-65 +41 / (0) 44 / 95665-75
Klüber Lubrication Deutschland KG	Geisenhausenerstrasse 7 D-81379 München	Telefon Fax	+49 / (0) 89 / 7876-0 +49 / (0) 89 / 7876-333