

The image shows a collection of various hydraulic components from Hansa-Flex, including solenoid valves, manifolds, and fittings, arranged on a dark blue textured surface. A large white diagonal graphic element is overlaid on the top right. The background is a light, neutral color.

**HANSA FLEX**

TECHNISCHE  
INFORMATIONEN  
**HYDRAULIK-  
KOMPONENTEN**

# Technische Informationen Hydraulikkomponenten

## Inhaltsverzeichnis

1. **Allgemeines**
2. **Informationen zur Maschinenrichtlinie 2006/42/EG Bezüglich der Komponenten und Baugruppen der Hansa-Flex AG**
3. **Inbetriebnahme von Hydraulikanlagen**
4. **Grundlegende Berechnungsformeln**
5. **Schaltsymbole**

## Technische Informationen für Hydraulikkomponenten

### 1. Allgemeines

Von Hydraulikanlagen ausgehende potenzielle Gefährdungen von Menschen und Umwelt werden in der Praxis sehr häufig unterschätzt. Die falsche Auswahl oder unsachgemäße Verwendung von Komponenten, Schläuchen, Armaturen und Zubehör kann die Funktionssicherheit des Produktes beeinträchtigen und zum Ausfall und damit ggfs. zu Personen- und Sachschäden führen. Ölinjektionen, ausreißende Armaturen und geplatzte Leitungen können zu schweren Verletzungen oder zu Todesfällen führen. Die Überschreitung des maximal zulässigen Betriebsdruckes ist unbedingt zu vermeiden.

Wir weisen ausdrücklich auf die Einhaltung der geltenden Sicherheitsrichtlinien hin!

Eine besondere Verantwortung trifft auch den Betreiber von Maschinen.

Er ist zuständig für:

- den bestimmungsgemäßen Einsatz aller Komponenten und Bauteile
- die planmäßige Überwachung und systematische Kontrolle durch befähigte Personen
- das Erkennen und Abstellen von Mängeln
- die planmäßige Durchführung von Wartungsarbeiten wie z. B. das Wechseln von Schlauchleitungen

Diese aktive Wahrnehmung der Verantwortung wird von rechtlichen Rahmenbedingungen begleitet. Ausgehend vom Arbeitsschutz, dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz, der Maschinen- und Druckgeräterichtlinie sowie der Betriebssicherheitsverordnung werden die Aufgaben weiter konkretisiert und zu Handlungsvorschriften für die Beteiligten.

### 2. Informationen zur Maschinenrichtlinie 2006/42/EG Bezüglich der Komponenten und Baugruppen der Hansa-Flex AG

Die Maschinenrichtlinie (MRL) 2006/42/EG ist zum 29.12.2009 in Kraft getreten und hat übergangslos die Richtlinie 98/37/EG ersetzt. Ziel der MRL ist es, eine hohe Sicherheit und Qualität für Maschinen / Anlagen zu garantieren sowie den freien Warenverkehr innerhalb der Europäischen Union zu erleichtern.

Komponenten und Baugruppen aus dem Programm der HANSA-FLEX AG unterliegen im Allgemeinen nicht dieser Richtlinie.

Die Richtlinie 2006/42/EG fordert vom Maschinenhersteller die Identifikation der erforderlichen Sicherheitsfunktionen mit Festlegung eines Sicherheitsniveaus der sicherheitsbezogenen Steuerung. Relevant in diesem Sinne sind nur die im Sicherheitskreislauf eingesetzten Komponenten, wie z. B. für die Totmannschaltung oder Sicherheits-Temperaturregler. Diese Sicherheitsbauteile sind Bauteile, welche für das eigentliche Funktionieren der Maschine nicht erforderlich sind oder durch Bauteile ersetzt werden können, die für das Funktionieren der Maschine üblicherweise verwendet werden. Erst dann würden fluidtechnische Bauteile als Sicherheitsbauteile anzusehen sein und müssten mit der CE-Kennzeichnung versehen werden. Werden diese speziellen Sicherheitsbauteile in den Verkehr gebracht, sind die MTTFd-Werte zur Berechnung des Performance Level (PL) in der Dokumentation aufzuführen.

Mit der MRL 2006/42/EG werden für Komponenten und Baugruppen keine Herstellererklärungen mehr ausgestellt. Für CE – kennzeichnungspflichtige Komponenten wird eine EG-Konformitätserklärung ausgestellt.

Eine wesentliche Erweiterung der MRL 2006/42/EG sind die „Unvollständigen Maschinen“. Entsprechend des CETOP Positionspapiers PP07 zur Maschinenrichtlinie 2006/42/EG vom 26. Juni 2009 fallen insbesondere

Hydraulikaggregate unter „Unvollständige Maschinen“.

Da unvollständige Maschinen zum Einbau in andere Maschinen vorgesehen sind, müssen bei Auslieferung nur eine Einbauerklärung und eine Montageanleitung beigelegt sein. Diese Dokumente werden nach dem Einbau Bestandteil der Betriebsanleitung der Maschine, in der die unvollständige Maschine eingebaut wurde. Während die Einbauerklärung in der EU-Amtssprache des Verwendungslandes ausgestellt werden muss, ist die Montageanleitung in einer EU-Amtssprache abzufassen, die vom Hersteller der Maschine oder seinem Bevollmächtigten akzeptiert wird. Es empfiehlt sich die EU-Amtssprache zu wählen, in der die Montage der unvollständigen Maschine ausgeführt werden soll.

Die von der HANSA-FLEX AG gelieferten Komponenten, Baugruppen und Aggregate entsprechen den derzeit gültigen Bestimmungen der EG-Richtlinien sowie den produkt-spezifischen nationalen und internationalen Normen und Sicherheitsbestimmungen.

### 3. Inbetriebnahme von Hydraulikanlagen

Die einwandfreie Funktion von Hydraulikanlagen setzt die Einhaltung der jeweiligen Inbetriebnahme- und Wartungsvorschriften voraus. Alle Arbeiten an Hydraulikanlagen und den enthaltenen Bauteilen müssen unter strikter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften erfolgen. Im Inneren des öldynamischen Kreises darf kein Druck vorhanden sein, d.h. Lasten sind abzusenken, Pumpen auszuschalten und Druckspeicher zu entleeren.

Die in den Produktunterlagen angegebenen maximalen Belastungen (Druck, Kräfte, Temperatur) dürfen nicht überschritten werden. Weiterhin ist die Hydraulikanlage mit einem Druckbegrenzungsventil abzusichern (auch wenn eine Verstellpumpe mit Druckregler eingesetzt wird) und durch geeignete Filter vor Verschmutzung zu schützen.

Die Installation und Inbetriebnahme von Hydraulikanlagen oder deren Komponenten darf nur durch geeignetes, ausgebildetes Fachpersonal erfolgen. Das gilt insbesondere auch für Anschluss und Inbetriebnahme aller elektrischen Baugruppen wie Elektromotoren und elektrisch betätigter Komponenten. Betriebsspannungen und die Drehrichtung des Elektromotors bzw. der Pumpe sind unbedingt zu beachten.

Hydraulische Anlagen mit elektronischen Steuerungen unterliegen besonderen Inbetriebnahmebedingungen. Drücke und Geschwindigkeiten der Pumpe(n) müssen zuerst auf einen geringen Wert eingestellt werden, um Schäden durch Fehlschaltungen (elektrisch oder hydraulisch) zu vermeiden. Erst wenn sichergestellt ist, dass die Schaltfolgen richtig sind, die Verbraucher richtig angesteuert werden und Begrenzungen mit Endschaltern etc. richtig abgesichert sind, können Druck und Fördermengen bis zu vorgesehenen Werten gesteigert werden.

Hydraulikanlagen und Komponenten dürfen nur für die jeweilige bestimmungsgemäße Verwendung eingesetzt werden. Bei Rohr- und Schlauchinstallation sind alle Leitungen zu spülen, geschweißte Rohre müssen kontrolliert und gegebenenfalls gebeizt werden. Zur Abdichtung sind nur zugelassene Verschraubungs- und Dichtungssysteme zu verwenden.

Die Hydraulikanlagen sind mit den für ihre Verwendung vorgesehenen hydraulischen Druckflüssigkeiten der angegebenen Viskositätsklasse zu befüllen.

## 4. Grundlegende Berechnungsformeln

Formelllexikon / Hydraulikpumpe		
<b>Fördervolumenstrom</b>	$Q_{\text{eff}} = \frac{V \cdot n \cdot \eta_{\text{vol}}}{1000} \left[ \frac{\text{l}}{\text{min}} \right]$	<p><math>Q_{\text{eff}}</math> = effektiver Fördervolumenstrom Hydraulikpumpe [l/min]  <math>V</math> = geometrisches Fördervolumen [cm<sup>3</sup>]  <math>\eta_{\text{vol}}</math> = volumetrischer Wirkungsgrad  <math>n</math> = Antriebsdrehzahl der Pumpe [min<sup>-1</sup>]                      (Normdrehzahlen von E-Motoren: 2800/1450/1000 min<sup>-1</sup>)</p>
<b>Fördervolumen</b>	$V = \frac{Q_{\text{eff}} \cdot 1000}{n \cdot \eta_{\text{vol}}} \left[ \text{cm}^3 / \text{U} \right]$	<p><math>V</math> = geometrisches Fördervolumen [cm<sup>3</sup>]  <math>Q_{\text{eff}}</math> = effektiver Fördervolumenstrom Hydraulikpumpe [l/min]  <math>\eta_{\text{vol}}</math> = volumetrischer Wirkungsgrad  <math>n</math> = Antriebsdrehzahl der Pumpe [min<sup>-1</sup>]                      (Normdrehzahlen von E-Motoren: 2800/1450/1000 min<sup>-1</sup>)</p>
<b>Antriebsleistung</b>	$P_{\text{An}} = \frac{p \cdot Q_{\text{eff}}}{600 \cdot \eta_{\text{ges}}} \left[ \text{kW} \right]$	<p><math>P_{\text{An}}</math> = erforderliche Antriebsleistung der Pumpe [kW]  <math>P</math> = Betriebsdruck [bar]; [daN/cm<sup>2</sup>]  <math>Q_{\text{eff}}</math> = effektiver Fördervolumenstrom einer Hydraulikpumpe [l/min]  <math>\eta_{\text{ges}}</math> = Gesamtwirkungsgrad (0,8 – 0,85)</p>
<b>Gesamtwirkungsgrad</b>	$\eta_{\text{ges}} = \eta_{\text{mech}} \cdot \eta_{\text{vol}}$	<p><math>\eta_{\text{ges}}</math> = Gesamtwirkungsgrad (0,8 – 0,85)  <math>\eta_{\text{mech}}</math> = mechanischer Wirkungsgrad (0,9 – 0,95)  <math>\eta_{\text{vol}}</math> = volumetrischer Wirkungsgrad (0,9 – 0,95)</p>
<b>Antriebsmoment</b>	$M_{\text{an}} = \frac{\Delta p \cdot V \cdot 1,59}{100 \cdot \eta_{\text{mech}}} \left[ \text{Nm} \right]$	<p><math>M_{\text{an}}</math> = Antriebsdrehmoment  <math>\Delta p</math> = Druckdifferenz zwisch. Eingang u. Ausgang der Pumpe [bar] bzw. [daN/cm<sup>2</sup>]  <math>V</math> = geometrisches Fördervolumen [cm<sup>3</sup>]  <math>\eta_{\text{mech}}</math> = mechanischer Wirkungsgrad (0,9 – 0,95)  <math>1,59 = \frac{10}{2\pi}</math></p>
Formelllexikon / Hydraulikmotor		
<b>Schluckvolumenstrom</b>	$Q = \frac{V \cdot n}{1000 \cdot \eta_{\text{vol}}} \left[ \frac{\text{l}}{\text{min}} \right]$	<p><math>Q</math> = Schluckvolumenstrom Hydraulikmotor [l/min]  <math>V</math> = geometrisches Schluckvolumen [cm<sup>3</sup>]  <math>\eta_{\text{vol}}</math> = volumetrischer Wirkungsgrad  <math>n</math> = Abtriebsdrehzahl des Hydromotors [min<sup>-1</sup>]</p>
<b>Abtriebsdrehzahl</b>	$n = \frac{Q \cdot \eta_{\text{vol}} \cdot 1000}{V} \left[ \text{min}^{-1} \right]$	<p><math>n</math> = Abtriebsdrehzahl des Hydromotors [min<sup>-1</sup>]  <math>Q</math> = Schluckvolumenstrom Hydraulikmotor [l/min]  <math>V</math> = geometrisches Schluckvolumen [cm<sup>3</sup>]  <math>\eta_{\text{vol}}</math> = volumetrischer Wirkungsgrad</p>
<b>Abtriebsdrehmoment</b>	$M_{\text{ab}} = \frac{\Delta p \cdot V \cdot \eta_{\text{mech}}}{2\pi \cdot 100} \left[ \text{daNm} \right]$ <hr/> $M_{\text{ab}} = \frac{1,59 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \eta_{\text{mech}}}{1000} \left[ \text{Nm} \right]$	<p><math>M_{\text{ab}}</math> = Abtriebsdrehmoment  <math>\Delta p</math> = Druckdifferenz zwischen Eingang und Ausgang des Motors [bar] bzw. [daN/cm<sup>2</sup>]  <math>V</math> = geometrisches Schluckvolumen [cm<sup>3</sup>]  <math>\eta_{\text{mech}}</math> = mechanischer Wirkungsgrad (0,9 – 0,95)</p>
<b>Abtriebsleistung</b>	$P_{\text{ab}} = \frac{\Delta p \cdot Q \cdot \eta_{\text{ges}}}{600} \left[ \text{kW} \right]$	<p><math>P_{\text{ab}}</math> = Abtriebsleistung des Hydromotors [kW]  <math>\Delta p</math> = Druckdifferenz zwisch. Eingang u. Ausgang des Motors [bar] oder [daN/cm<sup>2</sup>]  <math>Q</math> = Schluckvolumenstrom Hydraulikmotor [l/min]  <math>\eta_{\text{ges}}</math> = Gesamtwirkungsgrad (0,8 – 0,85)</p>

### Formelllexikon / Hydrozylinder – geometrische Abmessungen

<b>Kolbenfläche</b>	$A_K = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{d_K^2}{100} \text{ [cm}^2\text{]}$	$A_K$ = Kolbenfläche des Hydrozylinders [cm <sup>2</sup> ] $d_K$ = Kolbendurchmesser des Hydrozylinders [mm] $\pi$ = Kreiszahl ~ 3,14
<b>Kolbenstangenfläche</b>	$A_S = \frac{d_S^2 \cdot 0,785}{100} \text{ [cm}^2\text{]}$	$A_S$ = Kolbenstangenfläche des Hydrozylinders [cm <sup>2</sup> ] $d_S$ = Kolbenstangendurchmesser des Hydrozylinders [mm] $0,785 = \frac{\pi}{4}$
<b>Kolbenringfläche</b>	$A_R = \frac{(d_K^2 - d_S^2) \cdot 0,785}{100} \text{ [cm}^2\text{]}$	$A_R$ = Kolbenringfläche des Hydrozylinders [cm <sup>2</sup> ] $d_K$ = Kolbendurchmesser des Hydrozylinders [mm] $d_S$ = Kolbenstangendurchmesser des Hydrozylinders [mm]

### Formelllexikon / Hydrozylinder – Kräfte



<b>Kraft (allgemein)</b>	$F = p \cdot A \text{ [daN]}$	$F$ = Kraft [daN] $p$ = Betriebsdruck [bar] oder [daN/cm <sup>2</sup> ] $A$ = wirksame Fläche [cm <sup>2</sup> ]
<b>Druck (allgemein)</b>	$p_{th} = \frac{F}{A} \text{ [daN/cm}^2\text{]}$	$p_{th}$ = theoretischer Druck ohne Berücksichtigung der auftretenden Reibverluste [daN/cm <sup>2</sup> ] $F$ = Kraft [daN] $A$ = wirksame Fläche [cm <sup>2</sup> ]
<b>Effektive Druckkraft FD</b>	$F_{D(eff)} = \frac{p \cdot d_K^2 \cdot 0,785 \cdot \eta}{10.000} \text{ [kN]}$	$F_{D(eff)}$ = effektive Druckkraft des Hydrozylinders [kN] $p$ = Betriebsdruck [bar] oder [daN/cm <sup>2</sup> ] $d_K$ = Kolbendurchmesser des Hydrozylinders [mm] $\eta$ = Wirkungsgrad Ausfahren
<b>Effektive Zugkraft FZ</b>	$F_{Z(eff)} = \frac{p \cdot (d_K^2 - d_S^2) \cdot 0,785 \cdot \eta}{10.000} \text{ [kN]}$	$F_{Z(eff)}$ = effektive Zugkraft des Hydrozylinders [kN] $p$ = Betriebsdruck [bar] oder [daN/cm <sup>2</sup> ] $d_K$ = Kolbendurchmesser des Hydrozylinders [mm] $d_S$ = Kolbenstangendurchmesser des Hydrozylinders [mm] $\eta$ = Wirkungsgrad einfahren
<b>Effektive Differenzialkraft FS</b>	$F_{S(eff)} = \frac{p \cdot d_S^2 \cdot 0,785 \cdot \eta}{10.000} \text{ [kN]}$	$F_{S(eff)}$ = effektive Differenzialkraft des Hydrozylinders [kN] $p$ = Betriebsdruck [bar] oder [daN/cm <sup>2</sup> ] $d_S$ = Kolbenstangendurchmesser des Hydrozylinders [mm] $\eta$ = Wirkungsgrad ausfahren

Wirkungsgrad  $\eta$  bei Hydrozylindern: Ausfahren 95% (0,95), Einfahren 92% (0,92)

### Formelllexikon / Hydrozylinder – Geschwindigkeiten und Hubzeiten

<b>Kolbengeschwindigkeit</b>	$v = \frac{s}{t \cdot 1.000} \text{ [m/s]}$	$v$ = Hubgeschwindigkeit [m/s] $s$ = Zylinderhub [mm] $t$ = Aus- bzw. Einfahrzeit über gesamten Hub [s]
<b>Kolbengeschwindigkeit</b>	$v = \frac{Q}{A \cdot 6} \text{ [m/s]}$	$v$ = Hubgeschwindigkeit [m/s] $Q$ = Eingangsvolumenstrom am Hydrozylinder [l/min] $A$ = wirksame Fläche [cm <sup>2</sup> ]

## Formelllexikon / Hydrozylinder – Geschwindigkeiten und Hubzeiten

<b>Erforderlicher (theoretischer) Fördervolumenstrom</b>	$Q_{th} = A \cdot v \cdot 60 \left[ \frac{l}{min} \right]$	<p><math>Q_{th}</math> = erforderlicher (theoretischer) Fördervolumenstrom der Hydropumpe ohne Leckageverluste [l/min]</p> <p><math>A</math> = wirksame Fläche [cm<sup>2</sup>]</p> <p><math>v</math> = Hubgeschwindigkeit [m/s]</p>
	$Q_{th} = \frac{V}{t} \cdot 60 \left[ \frac{l}{min} \right]$	<p><math>Q_{th}</math> = erforderlicher (theoretischer) Fördervolumenstrom der Hydropumpe ohne Leckageverluste [l/min]</p> <p><math>V</math> = wirksames Volumen [l] oder [dm<sup>3</sup>]</p> <p><math>t</math> = Aus- bzw. Einfahrzeit über gesamten Hub [s]</p>
<b>Erforderlicher Fördervolumenstrom „Ausfahren“</b>	$Q_{th} = \frac{0,785 \cdot d_k^2 \cdot s \cdot 6}{t \cdot 100.000} \left[ l/min \right]$	<p><math>Q_{th}</math> = erforderlicher (theoretischer) Fördervolumenstrom der Hydropumpe ohne Leckageverluste [l/min]</p> <p><math>d_k</math> = Kolbendurchmesser des Hydrozylinders [mm]</p> <p><math>s</math> = Zylinderhub [mm]</p> <p><math>t</math> = Aus- bzw. Einfahrzeit über gesamten Hub [s]</p>
<b>Erforderlicher Fördervolumenstrom „Einfahren“</b>	$Q_{th} = \frac{0,785 \cdot (d_k^2 - d_s^2) \cdot s \cdot 6}{t \cdot 100.000} \left[ l/min \right]$	<p><math>Q_{th}</math> = erforderlicher (theoretischer) Fördervolumenstrom der Hydropumpe ohne Leckageverluste [l/min]</p> <p><math>d_k</math> = Kolbendurchmesser des Hydrozylinders [mm]</p> <p><math>s</math> = Zylinderhub [mm]</p> <p><math>t</math> = Aus- bzw. Einfahrzeit über gesamten Hub [s]</p>
<b>Erforderlicher (effektiver) Fördervolumenstrom</b>	$Q_{eff} = \frac{Q_{th}}{\eta_{vol}} \left[ \frac{l}{min} \right]$	<p><math>Q_{eff}</math> = erforderlicher (effektiver) Fördervolumenstrom der Hydropumpe [l/min]</p> <p><math>Q_{th}</math> = theoretischer Fördervolumenstrom der Hydropumpe [l/min]</p> <p><math>\eta_{vol}</math> = volumetrischer Wirkungsgrad</p>
<b>Aus- bzw. Einfahrvolumen</b>	$V = \frac{A \cdot s}{10.000} [l]$	<p><math>V</math> = wirksames Volumen [l] oder [dm<sup>3</sup>]</p> <p><math>A</math> = wirksame Fläche [cm<sup>2</sup>]</p> <p><math>s</math> = Zylinderhub [mm]</p>
<b>Hubzeit</b>	$t = \frac{A \cdot s \cdot 6}{Q \cdot 1.000} [s]$	<p><math>t</math> = Aus- bzw. Einfahrzeit über gesamten Hub [s]</p> <p><math>A</math> = wirksame Fläche [cm<sup>2</sup>]</p> <p><math>s</math> = Zylinderhub [mm]</p> <p><math>Q</math> = Eingangsvolumenstrom am Hydrozylinder [l/min]</p>

## Formelllexikon / Druckverluste in geraden Rohrleitungen

<b>Druckverlust</b>	$\Delta p = \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot 5}{d} [bar]$	<p><math>\Delta p</math> = Druckverlust bei geraden Rohrleitungen (laminare bzw. turbulente Strömungen) [bar]</p> <p><math>\lambda</math> = Rohrreibungszahl</p> <p><math>l</math> = Leitungslänge in [m]</p> <p><math>\rho</math> = Dichte (~0,89) [kg/dm<sup>3</sup>]</p> <p><math>\omega</math> = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]</p> <p><math>d</math> = Innendurchmesser der Rohrleitung [mm]</p>
<b>Rohrreibungszahl für laminare Strömung</b>	$\lambda_{lam} = \frac{64}{Re}$	<p><math>\lambda_{lam}</math> = Rohrreibungszahl für laminare Strömung</p> <p><math>Re</math> = Reynolds-Zahl</p>

**Rohrreibungszahl für turbulente Strömung**

$$\lambda_{\text{turb}} = \frac{0,316}{\sqrt{\text{Re}}}$$

$\lambda_{\text{turb}}$  = Rohrreibungszahl für turbulente Strömung  
 Re = Reynolds-Zahl

### Formelllexikon / Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungen

**Reynolds-Zahl**

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d}{\nu} \cdot 1000$$

Re = Reynolds-Zahl  
 $\omega$  = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]  
 d = Innendurchmesser der Rohrleitung [mm]  
 $\nu$  = kinematische Viskosität der Flüssigkeit [cSt] oder [mm<sup>2</sup>/s]

**Strömungsgeschwindigkeit**

$$\text{Re} = 21232 \frac{Q_{\text{eff}}}{d \cdot \nu}$$

Re = Reynolds-Zahl  
 Q<sub>eff</sub> = Flüssigkeitsstrom in der Rohrleitung [l/min]  
 d = Innendurchmesser der Rohrleitung [mm]  
 $\nu$  = kinematische Viskosität der Flüssigkeit [cSt] oder [mm<sup>2</sup>/s]

**Bestimmung des Rohrinneindurchmessers in Druckleitungen**

$$\omega = \frac{Q_{\text{eff}}}{d^2} \cdot 21,232 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

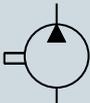
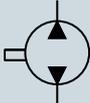
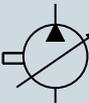
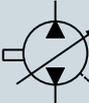
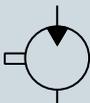
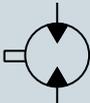
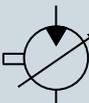
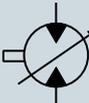
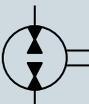
$\omega$  = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]  
 Q<sub>eff</sub> = Flüssigkeitsstrom in der Rohrleitung [l/min]  
 d = Innendurchmesser der Rohrleitung [mm]

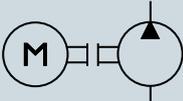
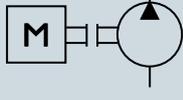
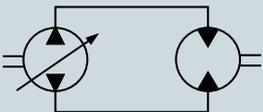
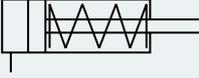
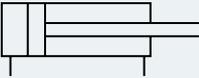
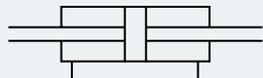
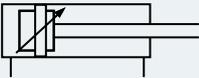
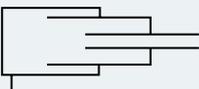
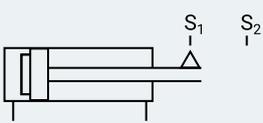
**Rohrreibungszahl für turbulente Strömung**

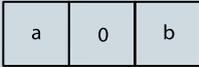
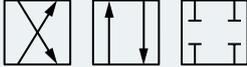
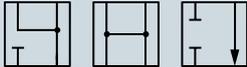
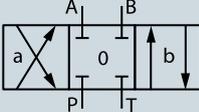
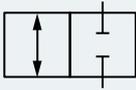
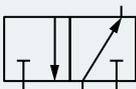
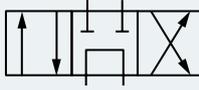
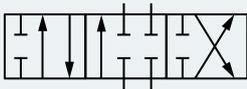
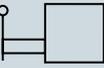
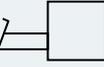
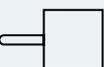
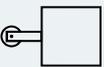
$$d = \sqrt{\frac{Q_{\text{eff}}}{\omega} \cdot 21,232} \text{ [mm]}$$

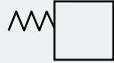
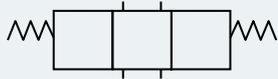
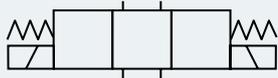
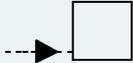
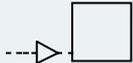
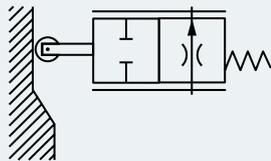
d = Innendurchmesser der Rohrleitung [mm]  
 Q<sub>eff</sub> = Flüssigkeitsstrom in der Rohrleitung [l/min]  
 $\omega$  = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]

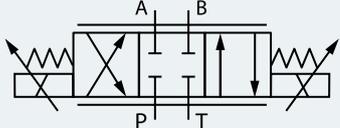
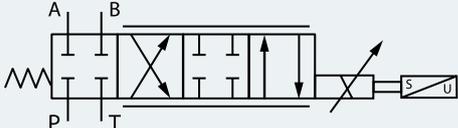
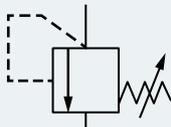
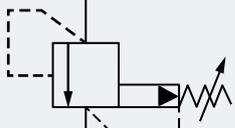
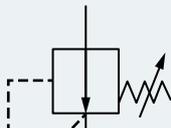
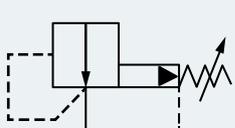
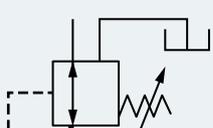
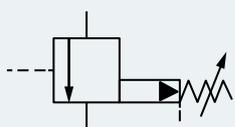
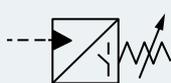
## 5. Schaltsymbole

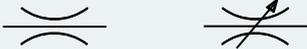
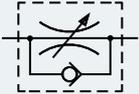
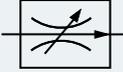
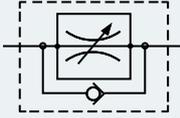
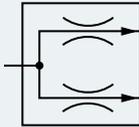
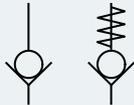
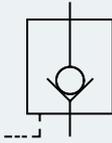
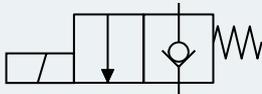
Benennung	Erläuterung	Sinnbild	
<b>PUMPEN</b>	Umwandlung von mechanischer in hydraulische Energie	Verdrängervolumen konstant	Verdrängervolumen veränderlich
<ul style="list-style-type: none"> <li>mit einer Stromrichtung</li> <li>mit zwei Stromrichtungen (reversierbar)</li> </ul>		 	 
<b>HYDROMOTOREN</b>	Einheiten, die sowohl als Pumpe als auch Hydromotor arbeiten	konstant	veränderlich
<ul style="list-style-type: none"> <li>mit einer Stromrichtung</li> <li>mit zwei Stromrichtungen</li> </ul>		 	 
<b>PUMPE/MOTOR</b>	Umwandlung von hydraulischer Energie in mechanische Energie mit Drehbewegung	konstant	veränderlich
			

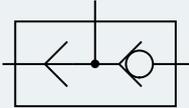
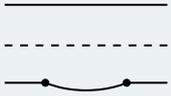
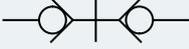
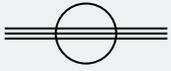
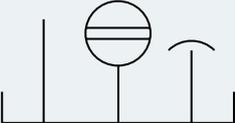
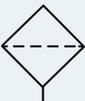
Benennung	Erläuterung	Sinbild
<b>PUMPENANTRIEB</b>	mit Elektromotor	
	mit Verbrennungsmotor	
<b>HYDROSTATISCHES GETRIEBE</b>	Drehmomentwandler, bestehend aus Verstellpumpe und Hydromotor	
<b>SCHWENKMOTOR</b>	Rotationswinkel < 360°	
<b>ZYLINDER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfachwirkend</li> </ul>	Umwandlung von hydraulischer Energie in mechanische Energie mit linearer Bewegung	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfachwirkend mit Federrückstellung</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• doppelwirkender Differenzialzylinder</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• doppelwirkender Zylinder mit beidseitiger Kolbenstange</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zylinder mit Endlagendämpfung</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zylinder mit Dämpfung einstellbar, beidseitig</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teleskopzylinder</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zylinder mit Grenzastern</li> </ul>		

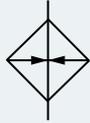
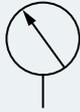
Benennung	Erläuterung	Sinbild
<p><b>WEGEVENTILE</b></p>		
<p>Ventile, die zum Öffnen und Schließen verschiedener Durchflusswege dienen. Wegeventile sind im Wesentlichen gekennzeichnet durch</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>die Zahl der Schaltstellungen; Darstellung durch eine entsprechende Anzahl von Quadraten, Kennzeichnung durch 0, a, b (*)</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>die Zahl der Anschlüsse und Verknüpfungen innerhalb der Schaltstellungen;</li> <li>Darstellung durch Linien und Pfeile</li> </ul>		
<p><b>Kennzeichnung der Anschlüsse durch Buchstaben (an der Grundstellung 0)*</b></p>		
<p>P... Pumpe, Druck                  T... Tank, Rücklauf                  A, B... Verbraucher                  X, Y, Z... Steueranschlüsse                  L... Lecköl</p>		
<p>Benennung z.B.: 4/3 – Wegeventil                  3 → Zahl der Schaltstellung                  4 → Zahl der Anschlüsse</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>2/2-Wegeventil</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>3/2-Wegeventil</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>4/3-Wegeventil (druckloser Umlauf)</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>6/3-Wegeventil</li> </ul>		
<p><b>BETÄTIGUNGSARTEN FÜR WEGEVENTILE</b></p>		
<p>Version ISO 1219-1</p>		
<p>a) <b>direkt wirkend</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Handhebel, mit Rastung</li> </ul>	<p>Anordnung an der jeweils zugeordneten Schaltstellung</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pedal</li> </ul>	<p>Rotationswinkel &lt; 360°</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stößel</li> </ul>	<p>Umwandlung von hydraulischer Energie in mechanische Energie mit linearer Bewegung</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rolle</li> </ul>		

Benennung	Erläuterung	Sinnbild
<ul style="list-style-type: none"> <li>Federrückstellung</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Federzentrierung</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektromagnetische Betätigung</li> </ul>	<p>Beispiel: einseitig mit Federrückstellung Beispiel: zweiseitig mit Federrückstellung</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hydraulische Betätigung</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pneumatische Betätigung</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zylinder mit Grenzastern</li> </ul>		
<p><b>b) vorgesteuert</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hydraulisch betätigt, elektromagnetisch angesteuert</li> </ul>	<p>Größere Wegeventile werden durch ein Pilotventil hydraulisch betätigt. Dieses Pilotventil wird wiederum elektrisch oder pneumatisch angesteuert.</p>	
<p><b>DROSSELNDE WEGEVENTILE</b></p> <p>Wegeventile mit stufenlosem Übergang zwischen den einzelnen Schaltstellungen bei veränderlicher Drosselwirkung. Darstellung durch parallele Linien über die Länge des Symbols.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fühlerventil mit Rollenstößel, wirken gegen Rückholfeder</li> </ul>		

Benennung	Erläuterung	Sinbild
<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrohydraulisches Proportionalwegeventil</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrohydraulisches Regelventil mit Lagereglung des Ventilschiebers</li> </ul>		
<p><b>DRUCKVENTILE</b></p> <p>Ventile, die den Druck beeinflussen. Darstellung durch ein einzelnes Quadrat mit einem Pfeil, der Drosselquerschnitt ist stufenlos veränderlich.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Druckbegrenzungsventil; direkt gesteuert</li> </ul>	<p>Normal geschlossen; öffnet bei Erreichen des eingestellten Zulaufdrucks</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Druckbegrenzungsventil; vorgesteuert</li> </ul>	<p>Steuerölabführung normal intern</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Druckminderventil (Druckregelventil); direkt gesteuert</li> </ul>	<p>Normal offen; schließt bei Erreichen des eingestellten Ausgangsdrucks; Leckölanschluss extern</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Druckminderventil; vorgesteuert</li> </ul>	<p>Steuerölabführung nur extern</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>3-Wege-Druckminderventil; direkt gesteuert</li> </ul>	<p>Mit Entlastung des Verbrauchers über den dritten Anschluss</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fremdgesteuertes Zuschaltventil; vorgesteuert</li> </ul>	<p>Schaltet bei Erreichen des eingestellten Drucks eine hydraulische Verbindung</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Druckschalter</li> </ul>	<p>Schaltet bei Erreichen eines bestimmten Drucks einen elektrischen Kontakt</p>	

Benennung	Erläuterung	Sinnbild
<p><b>STROMVENTILE</b></p>		
<p>Ventile, die den Volumenstrom beeinflussen. Darstellung durch Verengung des Leitungsquerschnitts.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blende</li> </ul>	<p>Kurze Drosselstrecke</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drossel (fest bzw. einstellbar)</li> </ul>	<p>Volumenstrom abhängig von der</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drosselrückschlagventil</li> </ul>	<p>Druckdifferenz</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromregelventil</li> </ul>	<p>Volumenstrom unabhängig von der Druckdifferenz bzw. Last</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromregelventil</li> </ul>	<p>Mit Umgehungsrückschlagventil</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-Wege-Stromregelventil</li> </ul>	<p>Überschussstrom wird über den dritten Anschluss abgeführt (viskositätsunabhängig, Blende)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromteiler</li> </ul>	<p>Aufteilung in einem festen Verhältnis</p>	
<p><b>SPERRVENTILE</b></p>		
<p>Ventile, die Druck und Volumenstrom in einer Richtung durch einen Ventilsitz dicht absperren.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückschlagventil</li> </ul>	<p>Mit oder ohne Schließfeder</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entsperrbares Rückschlagventil</li> </ul>	<p>Öffnet die gesperrte Richtung bei Druck auf Steueranschluss</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sitzventil magnetisch betätigt</li> </ul>	<p>Öffnet die gesperrte Richtung bei Bestromung des Magneten</p>	

Benennung	Erläuterung	Sinnbild
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselventil</li> </ul>	„ODER“-Funktion	
<b>LEITUNGEN UND VERBINDUNGEN</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitungen</li> </ul>	Hauptleitungen Steuer und Leckölleitungen Flexible Schläuche	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitungsverbindung</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gekreuzte Leitung ohne Verbindung</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entlüftung</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnellverschlusskupplung</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehverbindung</li> </ul>		
<b>ÖLAUFBEREITUNG, MESSGERÄTE, SONSTIGES</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behälter mit Leitungen, Ölstandsanzeige und Belüftung</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrospeicher</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filter</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kühler</li> </ul>		

Benennung	Erläuterung	Sinbild
• Heizung		
• Manometer		
• Volumenstrommessgerät		