

Unter Hydraulik versteht man das Erzeugen von Kräften und Bewegungen durch Druckflüssigkeiten.

Dabei sind die Druckflüssigkeiten das Energieübertragungsmedium

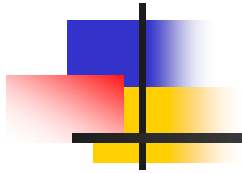
Grundsätzlich unterscheidet man zwischen:



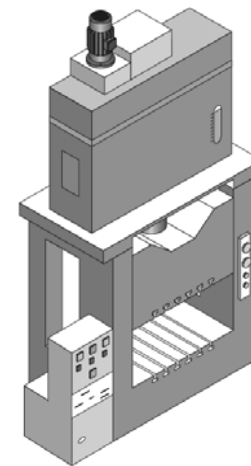
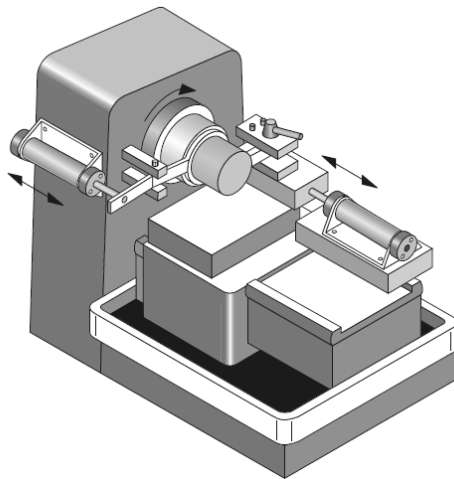
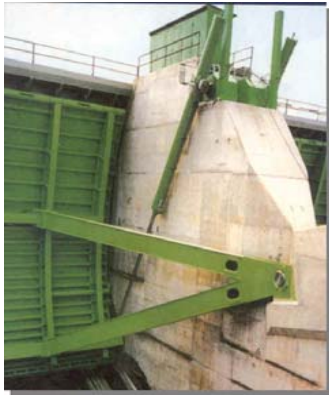
- Stationär-Hydraulik

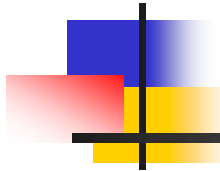


- Mobil-Hydraulik



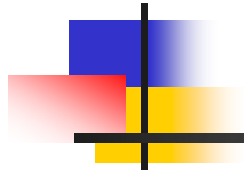
Stationär-Hydraulik





Mobil-Hydraulik



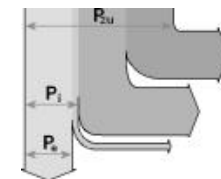


Vorzüge der Hydraulik:

- Übertragung großer Kräfte bei Einsatz kleiner Bauelemente, d. h. große Leistungsdichte
- exaktes Positionieren
- Anfahren aus dem Stillstand unter Höchstlast
- gleichmäßige, lastunabhängige Bewegung, da Flüssigkeiten kaum komprimierbar sind und Regelventile eingesetzt werden können
- weiches Arbeiten und Umschalten
- gute Steuer- und Regelbarkeit
- günstige Wärmeabfuhr

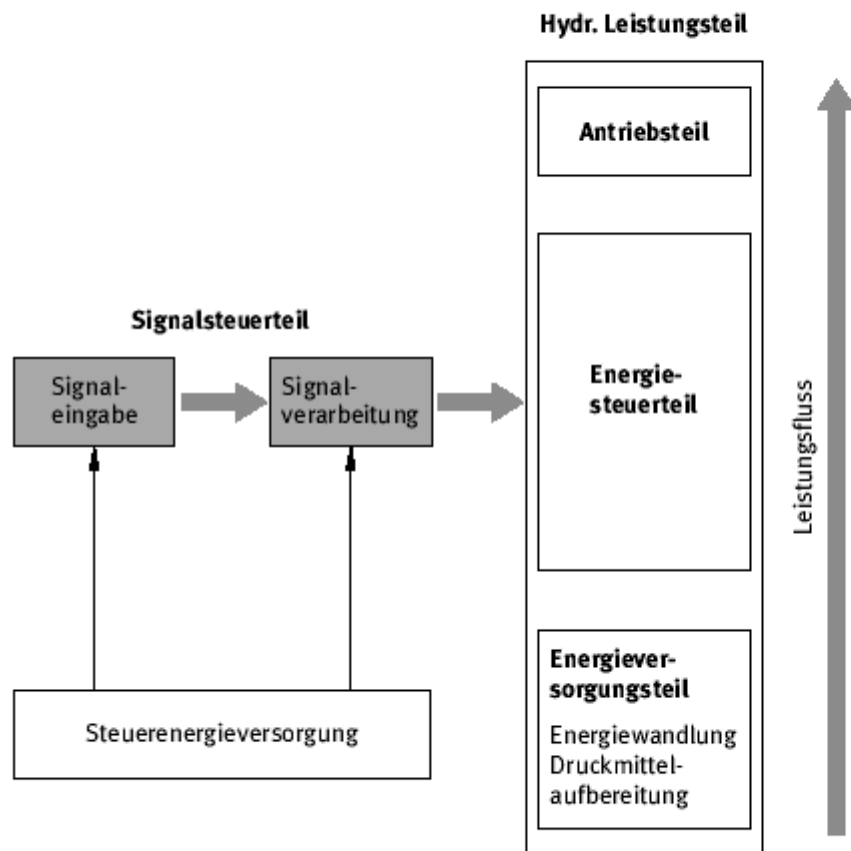
Nachteile:

- Verschmutzung der Umgebung durch Lecköl (Brandgefahr, Unfallgefahr)
- Schmutzempfindlichkeit
- Gefahr durch hohe Drücke (Schneidstrahl)
- Temperaturabhängigkeit (Viskositätsänderung)
- ungünstiger Wirkungsgrad

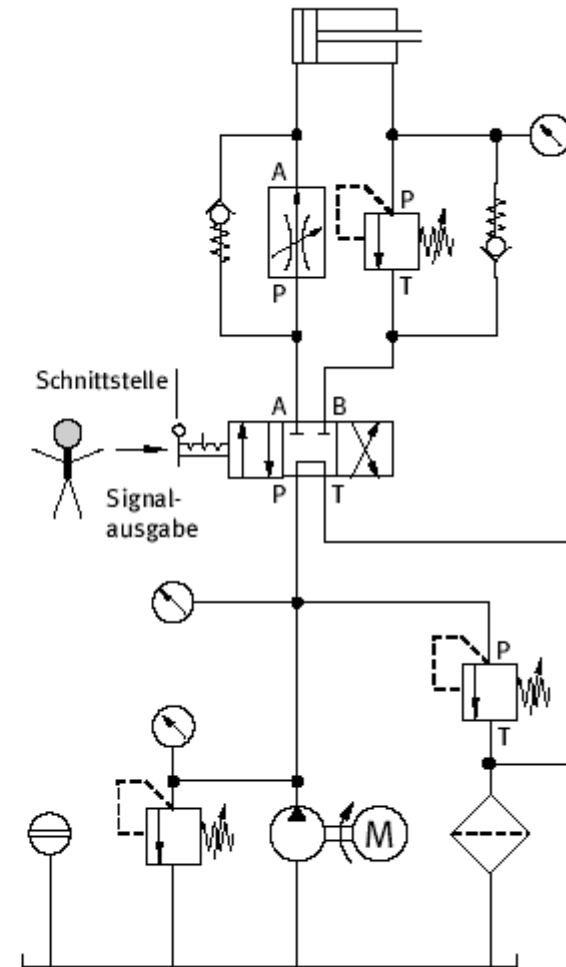


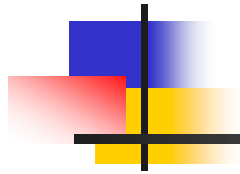


Aufbau einer Hydraulikanlage



Hydraulikanlage (Aufbau)

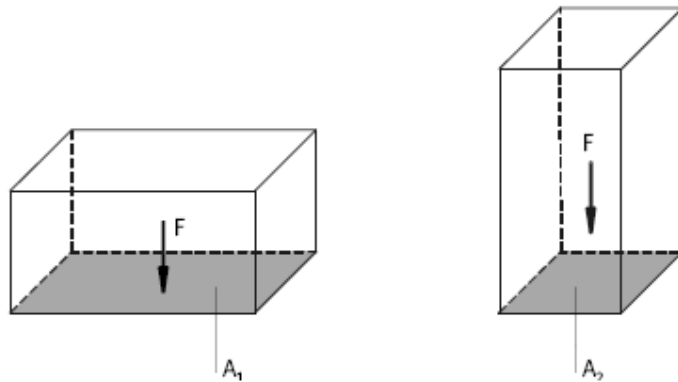




Physikalische Grundlagen der Hydraulik

Jeder Körper übt auf seine Unterlage einen bestimmten Druck p aus. Die Größe des Drucks ist abhängig von der Gewichtskraft F des Körpers und von der Größe der Fläche A auf die die Gewichtskraft wirkt.

Dieser Sachverhalt wird durch folgende Formel ausgedrückt:



$$p = \frac{F}{A}$$

Einheit: $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10^5 \text{ Pa}$$

p = Druck Pascal [Pa]

F = Kraft Newton [N]

A = Fläche Quadratmeter [m²]

$$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

In der Abbildung sind zwei Körper mit unterschiedlichen Grundflächen (AT1T und AT2T)

dargestellt. Bei gleicher Masse der Körper wirkt auf die Unterlage die gleiche Gewichtskraft (F), aber der Druck ist wegen der unterschiedlichen Grundflächen verschieden. Bei kleiner Grundfläche entsteht bei gleicher Gewichtskraft ein größerer Druck als bei größerer Grundfläche (Bleistifteffekt).

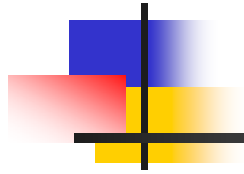
Beispiel

Ein Zylinder wird mit 100 bar Druck beaufschlagt, seine wirksame Kolbenfläche A beträgt 7,85 cm².

Gesucht ist die maximal erreichbare Kraft.

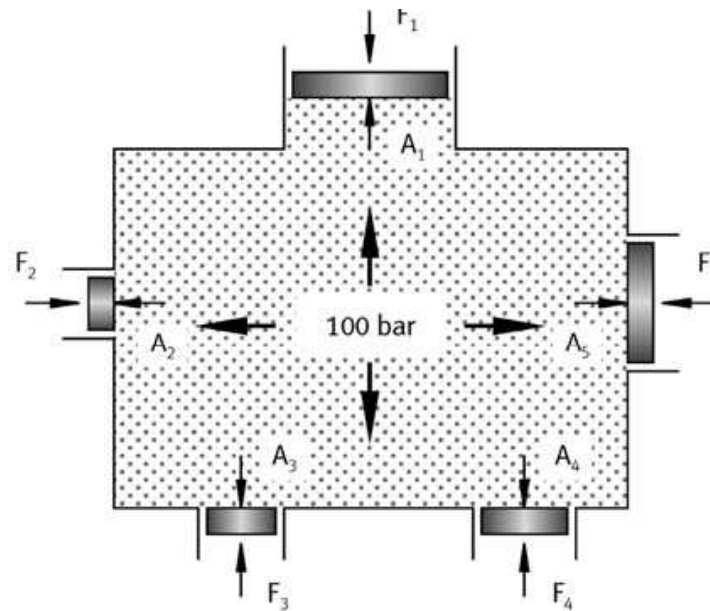
Gegeben: $p = 100 \text{ bar} = 1000 \text{ N/cm}^2$ $A = 7,85 \text{ cm}^2$

$$F = p \cdot A = \frac{1000 \text{ N} \cdot 7,85 \text{ cm}^2}{\text{cm}^2} = 7850 \text{ N}$$



Druckfortpflanzung

Wirkt eine Kraft F_1 über eine Fläche A_1 auf eine eingeschlossene Flüssigkeit, so entsteht ein Druck p , der sich über die gesamte Flüssigkeit ausbreitet (Gesetz von Pascal). An jeder Stelle im abgeschlossenen System wirkt der gleiche Druck





Kraftübersetzung

An jeder Stelle in einem abgeschlossenen System wirkt der gleiche Druck, dabei spielt die Form des Gefäßes keine Rolle.

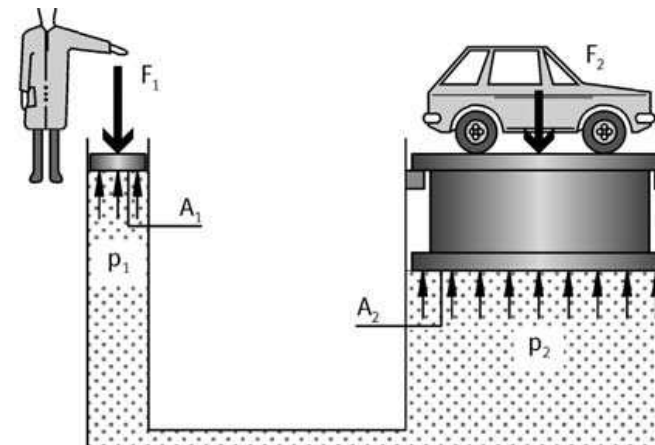
Gestaltet man ein Gefäß wie in der Abbildung dargestellt, kann man Kräfte übersetzen. Der Flüssigkeitsdruck lässt sich durch folgende Gleichungen beschreiben:

$$p_1 = \frac{F_1}{A_1} \quad \text{und} \quad p_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

Für den Zustand, in dem sich das System im Gleichgewicht befindet, gilt: $p_1 = p_2$

Durch Gleichsetzen der beiden Gleichungen erhält man dann: $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

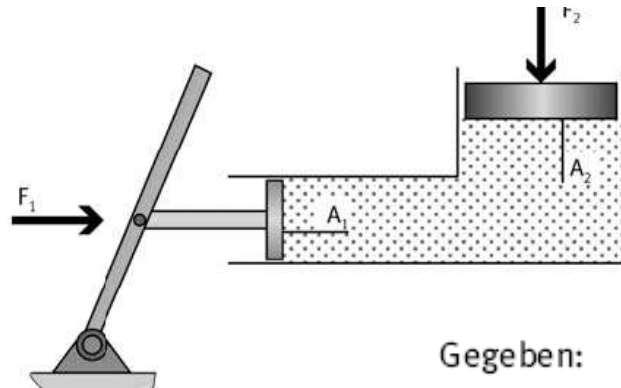
Aus dieser Gesetzmäßigkeit lassen sich die einzelnen Größen F_1 und F_2 sowie A_1 und A_2 für Berechnungen ableiten.





Beispiel

Mit einem Wagenheber soll ein Kraftfahrzeug gehoben werden. Die Masse m beträgt 1500 kg. Wie groß muss die Kraft F_1 am Kolben sein?



$$F_1 = \frac{A_1 \cdot F_2}{A_2} \quad \text{bzw.} \quad A_2 = \frac{A_1 \cdot F_2}{F_1}$$

Gegeben: $m = 1500 \text{ kg}$

$$\text{Gewichtskraft } F_2 = m \cdot g = 1500 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 15000 \text{ N}$$

Gegeben: $A_1 = 40 \text{ cm}^2 = 0,004 \text{ m}^2$
 $A_2 = 1200 \text{ cm}^2 = 0,12 \text{ m}^2$

$$F_1 = \frac{A_1 \cdot F_2}{A_2} = \frac{0,004 \text{ m}^2 \cdot 15000 \text{ N}}{0,12 \text{ m}^2} = 500 \text{ N}$$

Wegübersetzung

Soll mit dem beschriebenen Prinzip eine Last F_2 um eine Strecke s_2 angehoben werden, so muss der Kolben K_1 eine bestimmte Flüssigkeitsmenge verdrängen, die den Kolben K_2 um die Strecke s_2 anhebt.

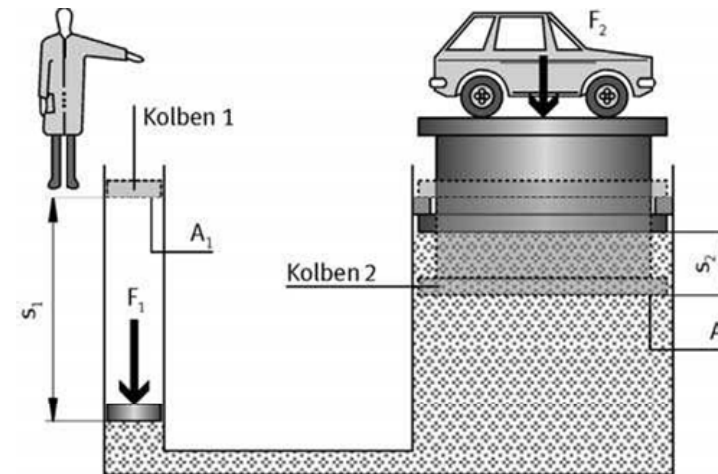
Das notwendige Verdrängungsvolumen errechnet sich wie folgt:

$$V_1 = s_1 \cdot A_1 \quad \text{und} \quad V_2 = s_2 \cdot A_2$$

Da es sich um das gleiche Verdrängungsvolumen ($V_1 = V_2$) handelt, erhält man durch Gleichsetzen:

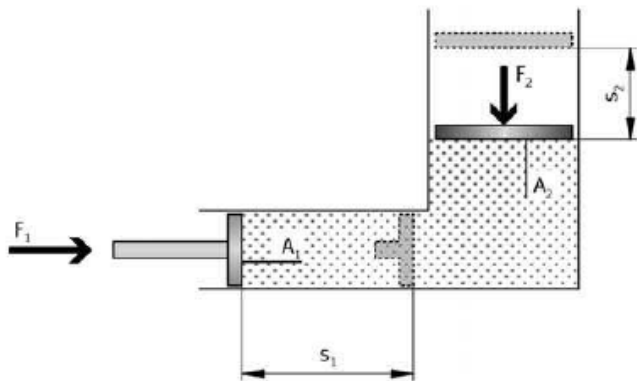
$$s_1 \cdot A_1 = s_2 \cdot A_2$$

Hieraus lässt sich ersehen, dass der Weg s_1 größer sein muss als der Weg s_2 , da die Fläche A_1 kleiner als die Fläche A_2 ist.



Der Weg des Kolbens steht im umgekehrten Verhältnis zu seiner Fläche. Aus dieser Gesetzmäßigkeit lassen sich die einzelnen Größen s_1 und s_2 sowie A_1 und A_2 ableiten. Für s_2 bzw. A_1 erhält man beispielsweise:

$$s_2 = \frac{s_1 \cdot A_1}{A_2} \quad \text{und} \quad A_1 = \frac{s_2 \cdot A_2}{s_1}$$

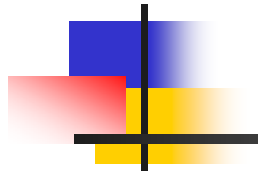


Gegeben: $A_1 = 40 \text{ cm}^2$
 $A_2 = 1200 \text{ cm}^2$
 $s_1 = 15 \text{ cm}$

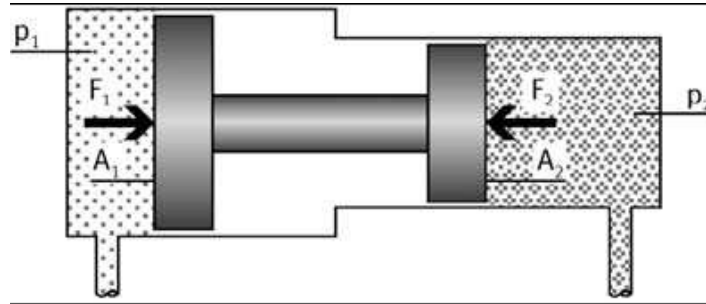
$$s_2 = \frac{s_1 \cdot A_1}{A_2} = \frac{15 \cdot 40 \text{ cm} \cdot \text{cm}^2}{1200 \text{ cm}^2} = 0,5 \text{ cm}^2$$

Gegeben: $A_2 = 1200 \text{ cm}^2$
 $s_1 = 30 \text{ cm}$
 $s_2 = 0,3 \text{ cm}$

$$A_1 = \frac{s_2 \cdot A_2}{s_1} = \frac{0,3 \cdot 1200 \text{ cm} \cdot \text{cm}^2}{30 \text{ cm}} = 12 \text{ cm}^2$$



Druckübersetzung



Der Flüssigkeitsdruck p_1 bewirkt an der Fläche A_1 eine Kraft F_1 , die über die Kolbenstange auf den kleinen Kolben übertragen wird. Die Kraft F_1 wirkt damit auf die Fläche A_2 und bewirkt den Flüssigkeitsdruck p_2 . Da die Kolbenfläche A_2 kleiner als die Kolbenfläche A_1 ist, muss der Druck p_2 größer als der Druck p_1 sein. Auch hier gilt das Gesetz:

$$p = \frac{F}{A}$$

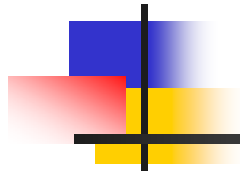
Daraus ergibt sich für die Kräfte F_1 und F_2 : $F_1 = p_1 \cdot A_1$ und $F_2 = p_2 \cdot A_2$

Da die Kräfte gleich groß sind ($F_1 = F_2$), kann man die Gleichungen gleichsetzen:

$$p_1 \cdot A_1 = p_2 \cdot A_2$$

Für Berechnungen können aus dieser Formel die einzelnen Größen p_1 und p_2 sowie A_1 und A_2 abgeleitet werden. Für p_2 bzw. A_2 ergibt sich zum Beispiel:

$$p_2 = \frac{p_1 \cdot A_1}{A_2} \quad \text{und} \quad A_2 = \frac{p_1 \cdot A_1}{p_2}$$



Volumenstrom

Unter dem Volumenstrom versteht man das Flüssigkeitsvolumen, das in einer bestimmten Zeiteinheit durch ein Rohr strömt. Um z. B. einen 10 Liter- Wassereimer am Wasserhahn zu füllen, benötigt man etwa eine Minute. Der Volumenstrom im Wasserhahn beträgt dann 10 l/min.

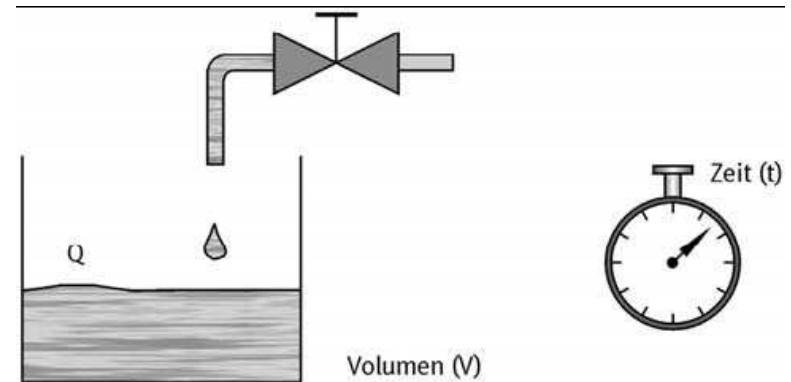
In der Hydraulik wird der Volumenstrom mit Q bezeichnet. Es gilt folgende Gesetzmäßigkeit:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q = Volumenstrom [m³/s]

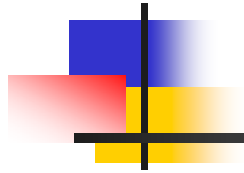
V = Volumen [m³]

t = Zeit [s]



Aus der Formel für den Volumenstrom lassen sich die Gleichungen für das Volumen (V) bzw. die Zeit (t) ableiten. Es ergibt sich:

$$\mathbf{V = Q \cdot t}$$

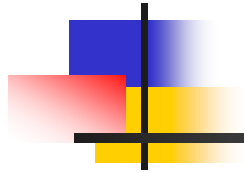


Beispiel

Gegeben: $Q = 4,5 \text{ l/s}$
 $t = 10 \text{ s}$

$$V = Q \cdot t = \frac{4,2 \cdot 10}{60} \frac{\text{l} \cdot \text{s} \cdot \text{min}}{\text{min} \cdot \text{s}} = 0,7 \text{ l}$$

Ein Volumenstrom von 4,2 Liter pro Minute erbringt in 10 Sekunden ein Volumen von 0,7 Liter.



Kontinuitätsgleichung

Ersetzt man in der Formel für den Volumenstrom ($Q = V/t$) die Zeit t durch s/v ($v = s/t$) und berücksichtigt, dass das Volumen V durch $A \cdot s$ ersetzt werden kann, ergibt sich:

$$Q = A \cdot v$$

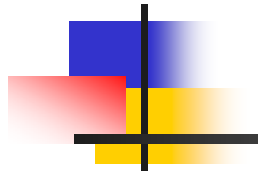
$$Q = \text{Volumenstrom} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$v = \text{Strömungsgeschwindigkeit} \quad [\text{m}/\text{s}]$$

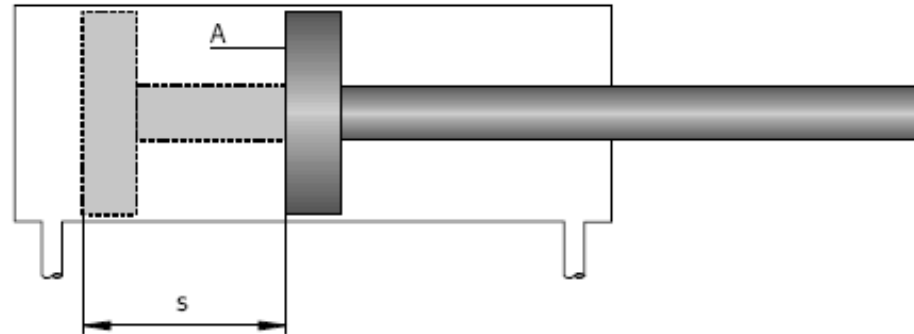
$$A = \text{Rohrquerschnitt} \quad [\text{m}^2]$$

Aus der Formel für den Volumenstrom kann man für Berechnungen die Formeln für den Rohrquerschnitt und die Strömungsgeschwindigkeit ableiten. Für A bzw. v gilt:

$$A = \frac{Q}{v} \quad \text{daraus folgt} \quad v = \frac{Q}{A}$$



Zylinder



Wird in der Formel für den Volumenstrom

$$Q = \frac{V}{t}$$

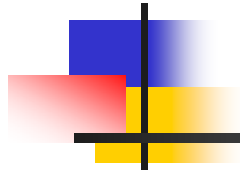
das Volumen ersetzt durch das Verdrängungsvolumen

$V = A \cdot s$ ergibt sich $Q = \frac{A \cdot s}{t}$

Gegeben: $A = 8 \text{ cm}^2$
 $s = 10 \text{ cm}$
 $t = 1 \text{ min}$

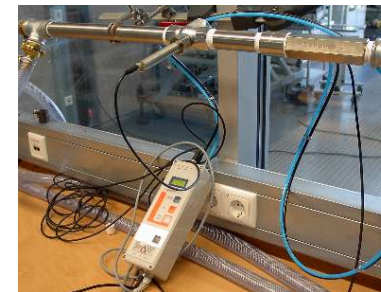
$$Q = \frac{A \cdot s}{t} = \frac{8 \cdot 10}{1} \frac{\text{cm}^2 \cdot \text{cm}}{\text{min}} = 80 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} = 0,08 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$$

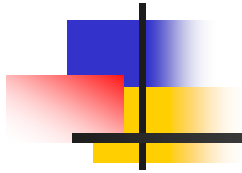
Soll ein Zylinder mit einer Kolbenfläche von 8 cm^2 und einem Hub von 10 cm in einer Minute ausfahren, so muss die Energieversorgung einen Volumenstrom von $0,08 \text{ l/min}$ liefern.



Volumenstrommessung

Am einfachsten misst man einen Volumenstrom mit einem Messbehälter und einer Stoppuhr. Für laufende Messungen sind jedoch Messturbinen zu empfehlen. Ihre angezeigte Drehzahl gibt Auskunft über die Größe des Volumenstroms. Drehzahl und Volumenstrom verhalten sich dabei proportional. Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz einer Messblende. Der an der Blende ermittelte Druckabfall ist ein Maß für den Volumenstrom (Druckabfall und Volumenstrom verhalten sich proportional). Die Messung mit einer Blende wird kaum durch die Viskosität der Druckflüssigkeit beeinflusst.





Leistung

Die hydraulische Leistung berechnet sich aus dem Druck und dem Volumenstrom.

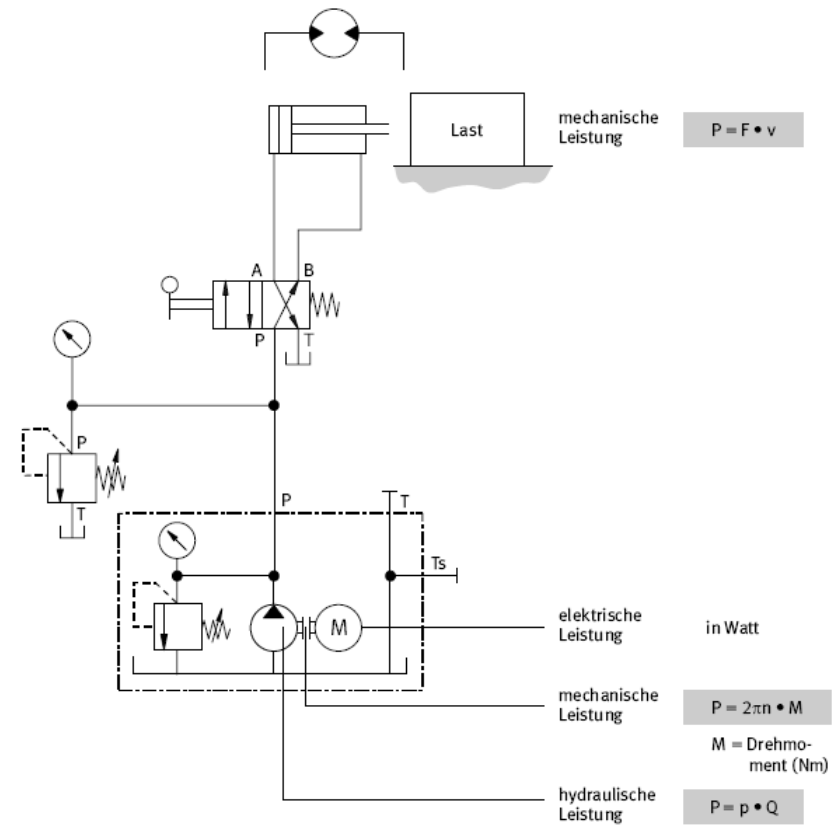
Es gilt die Gleichung:

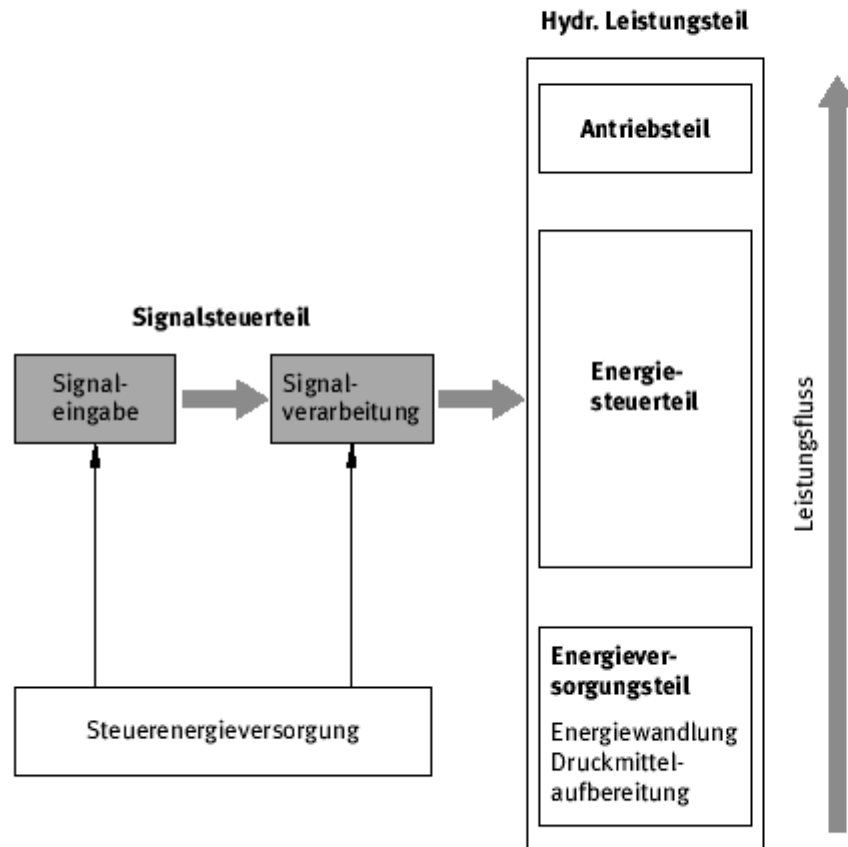
$$P = p \cdot Q$$

P = Leistung $[W] = [Nm/s]$

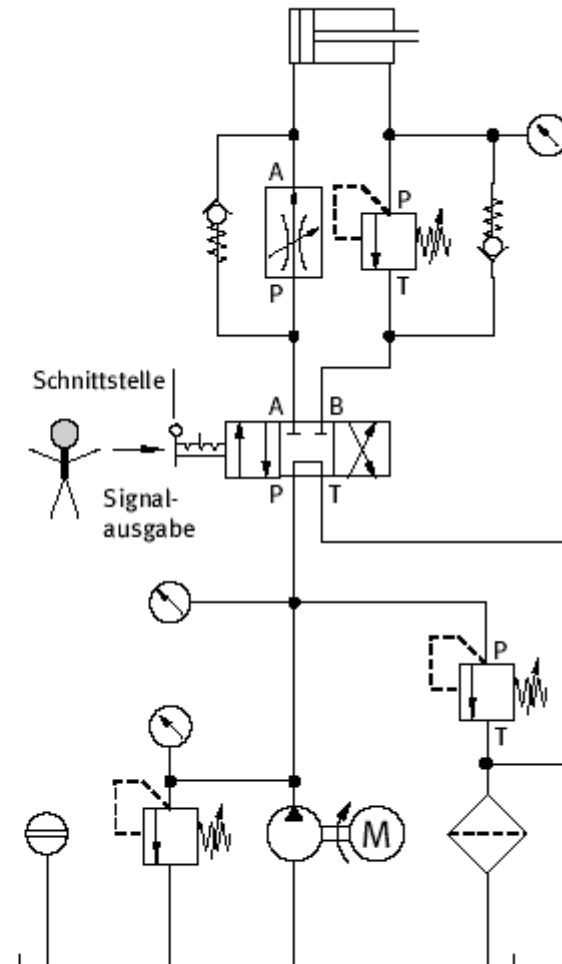
p = Druck $[Pa]$

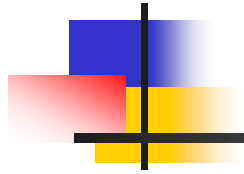
Q = Volumenstrom $[m^3/s]$





Hydraulikanlage (Aufbau)





Druckflüssigkeit

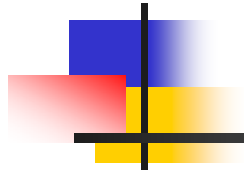
Zur Übertragung von Druckenergie würde sich grundsätzlich jede Flüssigkeit eignen. Da aber in hydraulischen Anlagen von Druckflüssigkeiten zusätzliche Eigenschaften gefordert werden, schränkt sich die Anzahl der in Frage kommenden Flüssigkeiten erheblich ein.

Wasser als Druckflüssigkeit ergibt Probleme in Bezug auf Korrosion, Siedepunkt, Gefrierpunkt und Düninflüssigkeit.



Druckflüssigkeiten auf Mineralölbasis – auch Hydrauliköle genannt – werden normalen Anforderungen (z. B. in Werkzeugmaschinen) weitgehend gerecht. Ihr Einsatzanteil ist sehr hoch.





Aufgaben von Druckflüssigkeiten

Die in hydraulischen Anlagen eingesetzten Druckflüssigkeiten müssen sehr unterschiedliche Aufgaben erfüllen:

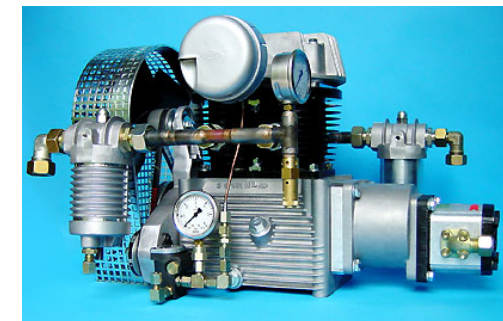
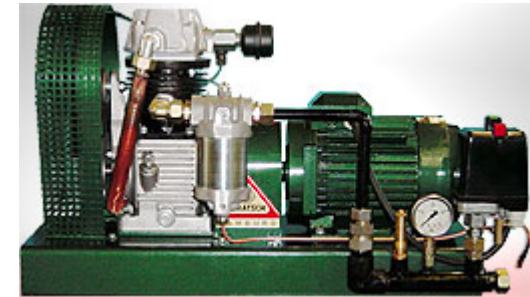
- Druckübertragung
- Schmieren der beweglichen Geräteteile
- Kühlen, d. h. Ableiten der durch Energieumwandlung (Druckverluste) entstehenden Wärme
- Dämpfung von Schwingungen, die durch Druckstöße hervorgerufen werden
- Korrosionsschutz
- Abriebentfernung
- Signalübertragung



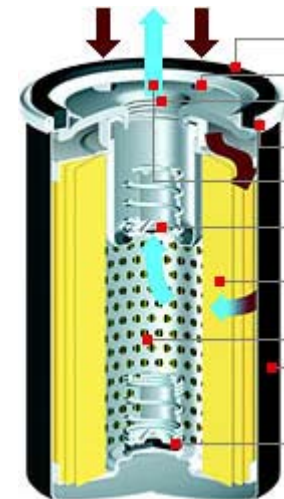
Bestandteile einer Hydraulikanlage

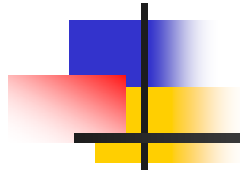
Energieversorgungsteil

Diese Baugruppe stellt die notwendige hydraulische Energie bereit – durch Umwandlung der mechanischen Leistung des Antriebsmotors. Das zentrale Bauelement der Energieversorgungseinheit ist die Hydropumpe. Sie saugt die Druckflüssigkeit aus einem Behälter (Tank) an und fördert diese gegen die entstehenden Widerstände in das Leitungssystem der Hydraulikanlage. Es baut sich erst dann ein Druck auf, wenn sich der strömenden Flüssigkeit ein Widerstand entgegensezt.



Häufig ist im Energieversorgungsteil auch die Druckmittelaufbereitung untergebracht. Innerhalb des Systems kommt es aufgrund von mechanischem Abrieb, Ölerwärmung und -alterung sowie äußeren Umwelteinflüssen zu Verunreinigungen. In den Ölkreislauf werden deshalb zur Beseitigung der Schmutzpartikel in der Druckflüssigkeit Filter eingebaut. Wasser und Gase im Öl sind ebenfalls Störfaktoren und müssen durch besondere Maßnahmen ausgesondert werden.

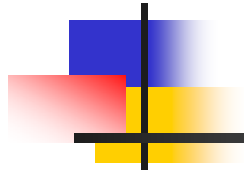




Druckflüssigkeit

Dies ist das Arbeitsmedium, welches die bereitgestellte Energie von der Energieversorgungseinheit zum Antriebsteil (Zylinder bzw. Motoren) überträgt. Es gibt Druckflüssigkeiten mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften. Deshalb muss sie je nach Anwendung ausgewählt werden. Die Anforderungen ergeben sich aus den Aufgaben. Häufig werden Druckflüssigkeiten auf Mineralölbasis eingesetzt, man bezeichnet solche Druckflüssigkeiten als Hydrauliköle.

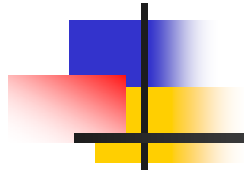




Ventile

Ventile sind Geräte zur Steuerung des Energieflusses, mit denen die Strömungsrichtung der Druckflüssigkeit, der Druck, der Volumenstrom und damit die Strömungsgeschwindigkeit gesteuert oder geregelt werden können.





Wegeventile

Sie steuern die Flussrichtung der Druckflüssigkeit und damit die Bewegungsrichtung und das Positionieren der Arbeitsglieder. Wegeventile können manuell, mechanisch, elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigt werden. Sie wandeln und verstärken Signale (manuelle, elektrische, pneumatische) und sind damit Schnittstelle zwischen Energiesteuerteil und Signalsteuerteil.

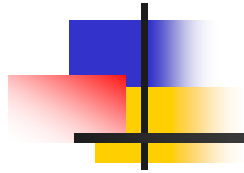


Druckventile

Sie haben die Aufgabe, den Druck in einem hydraulischen Gesamtsystem oder in einem Teil des Systems zu beeinflussen. Die Funktionsweise dieser Ventile beruht darauf, dass der wirksame Druck aus der Anlage auf eine Fläche im Ventil wirkt. Die daraus entstehende Kraft wird durch eine entgegenwirkende Feder ausgeglichen.



Druckbegrenzungsventil

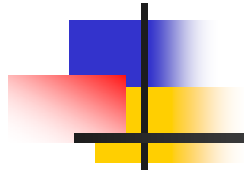


Stromventile

Sie beeinflussen im Zusammenwirken mit Druckventilen den Volumenstrom. Dadurch kann die Bewegungsgeschwindigkeit der Arbeitselemente gesteuert oder geregelt werden. Bei konstanter Volumenstromversorgung muss eine Stromteilung erfolgen. Diese entsteht meist aus dem Zusammenwirken des Stromventils mit einem Druckventil.



Drosselventil



Sperrventile

Bei diesen Ventilen sind Rückschlagventile und entsperrbare Rückschlagventile zu unterscheiden. Rückschlagventile gestatten den Durchfluss der Druckflüssigkeit in nur einer Richtung, die Gegenrichtung ist gesperrt. Bei den entsperrbaren Rückschlagventilen kann der Durchfluss in Sperrrichtung durch ein Entsperrsignal freigegeben werden.



Rückschlagventil

Zylinder (Linearantriebe)

Zylinder sind Antriebsglieder, die hydraulische Leistung in mechanische Leistung wandeln. Sie erzeugen geradlinige Bewegungen durch den Druck auf die Fläche des beweglichen Kolbens. Man unterscheidet:



Einfachwirkende Zylinder

Der Flüssigkeitsdruck auf den Kolben wirkt nur in einer Richtung, was bedeutet, dass die Antriebsbewegung nur in einer Richtung erfolgt. Der Rückhub des Kolbens erfolgt durch eine äußere Kraft oder durch eine Feder.



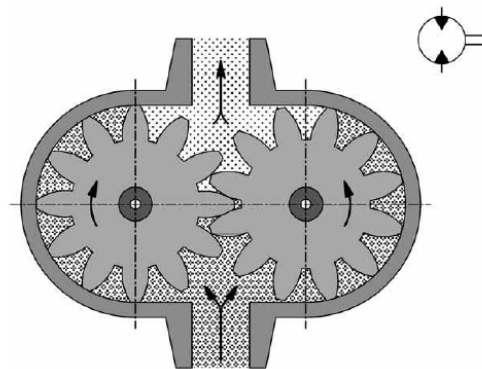
Doppeltwirkende Zylinder

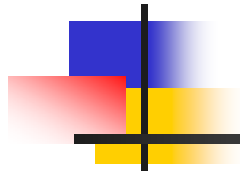
Der Flüssigkeitsdruck auf den Kolben wirkt wahlweise in beiden Richtungen, was bedeutet, dass Antriebsbewegungen in zwei Richtungen erfolgen.



Motoren (Rotationsantriebe)

Hydraulische Motoren bezeichnet man als Hydromotoren. Sie sind, wie die Zylinder, Antriebsglieder, die durch Ventile gesteuert werden. Auch sie wandeln hydraulische Leistung in mechanische Leistung um, jedoch mit dem Unterschied, dass sie Drehbewegungen oder Schwenkbewegungen erzeugen.



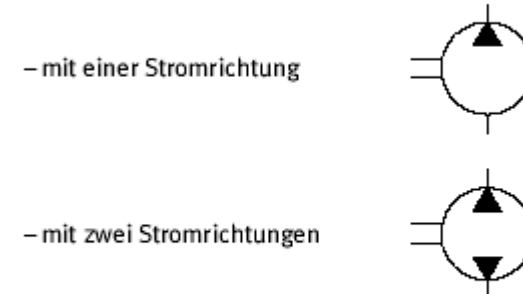


Symbole und Bildzeichen

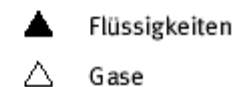
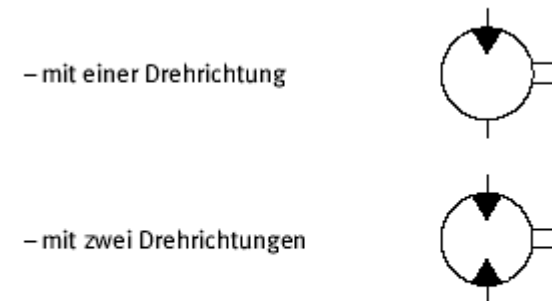
Pumpen und Motoren

Hydropumpen und -motoren werden durch einen Kreis mit angedeuteter An- oder Abtriebswelle dargestellt. Über die Strömungsrichtung geben Dreiecke im Kreis Auskunft. Die Dreiecke sind ausgefüllt, da in der Hydraulik mit Druckflüssigkeiten gearbeitet wird. Handelt es sich um ein gasförmiges Druckmittel, wie in der Pneumatik, werden die Dreiecke nicht ausgefüllt. Die Symbole der Hydromotoren unterscheiden sich von den Symbolen der Hydropumpen nur durch die entgegengesetzt gezeichneten Strömungsrichtungspfeile.

Hydropumpen mit konstantem Verdrängungsvolumen



Hydromotoren mit konstantem Verdrängungsvolumen

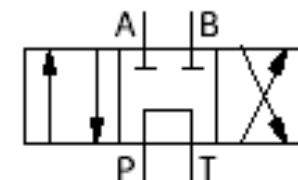
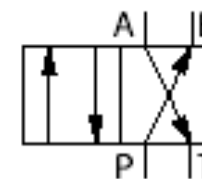
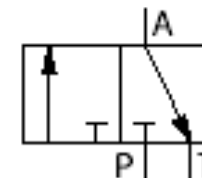
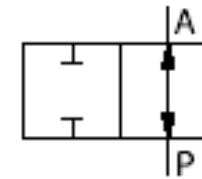




Symbole und Bildzeichen

Wegeventile

Wegeventile werden durch mehrere aneinander gereihte Quadrate dargestellt. Die Anzahl der Quadrate gibt die Anzahl der möglichen Schaltstellungen eines Ventils an. Pfeile in den Quadraten zeigen die Durchflussrichtung. Linien zeigen, wie die Anschlüsse in den verschiedenen Schaltstellungen miteinander verbunden sind. Für die Bezeichnung der Anschlüsse gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder mit den Buchstaben P, T, A, B und L oder durchgehend mit A, B, C, D, ..., wobei die erste Möglichkeit in der Norm bevorzugt wird. Die Bezeichnungen sind immer der Ruhestellung des Ventils zuzuordnen. In der Bezeichnung der Wegeventile wird immer zuerst die Anzahl der Anschlüsse und dann die Anzahl der Schaltstellungen genannt. Wegeventile haben mindestens zwei Schaltstellungen und mindestens zwei Anschlüsse. Die Bezeichnung lautet in diesem Fall 2/2-Wegeventil



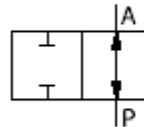


Symbole und Bildzeichen

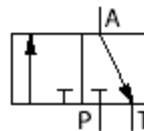
Anzahl der Anschlüsse

Anzahl der Schaltstellungen

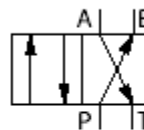
2/2 – Wegeventil



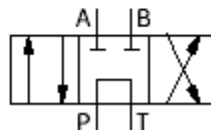
3/2 – Wegeventil



4/2 – Wegeventil



4/3 – Wegeventil

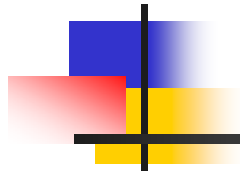


Bezeichnungen der Anschlüsse:

- P Druckanschluss
- T Rücklaufanschluss
- A } Arbeitsanschlüsse
- B }
- L Lecköl

oder:

- A Druckanschluss
- B Rücklaufanschluss
- C } Arbeitsanschlüsse
- D }
- L Lecköl



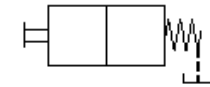
Symbole und Bildzeichen

Betätigungsarten

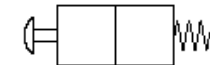
Die Schaltstellung eines Wegeventils kann durch unterschiedliche Betätigungsarten geändert werden. Das Bildzeichen wird um das Symbol für die Betätigungsart ergänzt. Bei einigen der abgebildeten Betätigungsarten wie Handtaster, Pedal, Stößel oder Taster sowie Rollenstößel gehört immer eine Feder zur Rückstellung mit dazu. Die Rückstellung kann z. B. bei einem Ventil mit Handhebel und Rasteinstellung auch durch nochmaliges Schalten erfolgen.

Rechts sind die Symbole der wichtigsten Betätigungsarten aufgeführt.

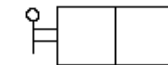
– allgemeines Symbol für Muskelkraftbetätigung, mit Federrückstellung und Leckölanschluss



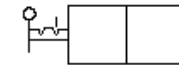
– durch Druckknopf und Federrückstellung



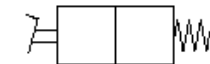
– durch Hebel



– durch Hebel mit Rasteinstellung



– durch Pedal und Federrückstellung



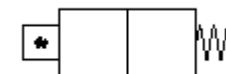
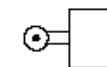
– durch Stößel

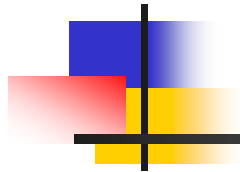


– durch Feder



– durch Rollenstößel





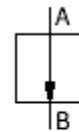
Symbole und Bildzeichen

Druckventile

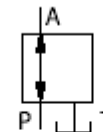
Druckventile werden durch ein Quadrat dargestellt. Ein Pfeil gibt die Durchflussrichtung an. Die Anschlüsse der Ventile können mit P (Druckanschluss) und T (Tankanschluss) oder mit A und B bezeichnet werden.

Die Lage des Pfeils im Quadrat gibt an, ob das Ventil in Ruhestellung geschlossen oder geöffnet ist.

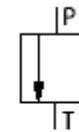
Weiterhin unterscheidet man fest eingestellte und einstellbare Druckventile. Letztere werden durch einen schräg durch die Feder verlaufenden Pfeil gekennzeichnet.



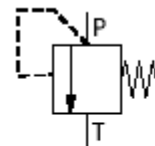
offen



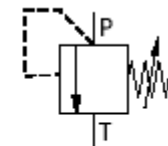
Durchfluss von P nach A
T gesperrt



geschlossen



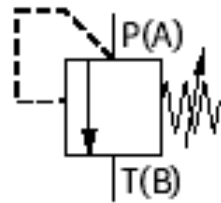
fest eingestellt



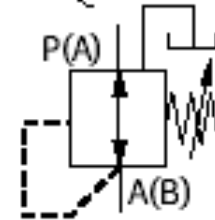
einstellbar

Symbole und Bildzeichen

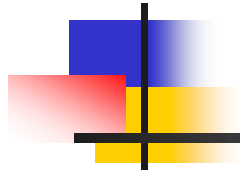
Druckventile



Druckbegrenzungsventil



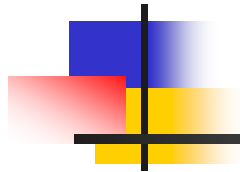
3-Wege-Druckregelventil



Symbole und Bildzeichen

Druckventile werden in Druckbegrenzungs- und Druckregelventile eingeteilt:

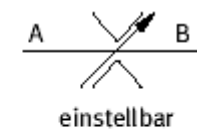
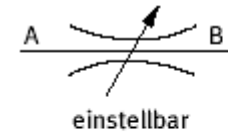
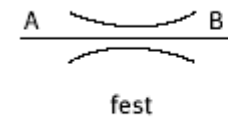
Beim Druckbegrenzungsventil, das in Ruhestellung geschlossen ist, wird der Steuerdruck am Eingang abgefragt. Dieser Druck wirkt im Ventil über die vom Eingang ausgehende Steuerleitung auf eine Kolbenfläche, die durch eine Feder gegen den Steuerdruck gehalten wird. Übersteigt die aus dem Druck und der wirksamen Kolbenfläche resultierende Kraft die Federkraft, öffnet das Ventil. Auf diese Weise lässt sich der Begrenzungsdruck auf einen festen Wert einstellen. Beim Druckregelventil, das in Ruhestellung offen ist, wird der Steuerdruck am Ausgang abgefragt. Dieser Druck wirkt im Ventil über die Steuerleitung auf eine Kolbenfläche und erzeugt eine Kraft. Dieser Kraft wirkt eine Feder entgegen. Das Ventil beginnt zu schließen, wenn der Ausgangsdruck größer als die Federkraft wird. Dieser Schließvorgang bewirkt ein Druckgefälle vom Eingang zum Ausgang des Ventils (Drosselwirkung). Erreicht der Ausgangsdruck einen bestimmten Wert, schließt das Ventil ganz. Am Eingang des Ventils stellt sich der maximal eingestellte Systemdruck ein, am Ausgang der reduzierte. Steigt der Druck am Ausgang durch äußere Kräfte an, so öffnet das Druckregelventil den Durchgang nach T. Der Druck wird dadurch konstant gehalten. Ein Druckregelventil kann also nur auf einen kleineren Einstellwert als am Druckbegrenzungsventil vorhanden, eingestellt werden.



Symbole und Bildzeichen

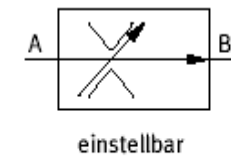
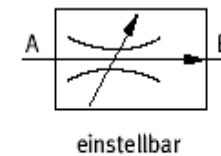
Stromventile

Bei Stromventilen wird unterschieden zwischen viskositätsabhängigen und viskositätsstabilen Drosseln. Viskositätsstabile Drosseln werden als Blende bezeichnet. Drosseln stellen Widerstände in einem Hydrosystem dar. Das 2-Wege-Stromregelventile besteht aus zwei Drosseln, und zwar aus einer viskositätsstabilen Einstelldrossel (Blende) und einem Regeldrossel element. Der Regeldrosselpalt wird über Drücke verändert. Diese Regeldrossel wird auch Druckwaage genannt. Diese Ventile werden durch ein Rechteck symbolisiert, in welches das Symbol für die variable Drossel und ein Pfeil für die Druckwaage gezeichnet ist. Der schräg durch das Rechteck verlaufende Pfeil gibt an, dass das Ventil einstellbar ist. Es gibt für das 2-Wege-Stromregelventil ein ausführliches Bildzeichen.



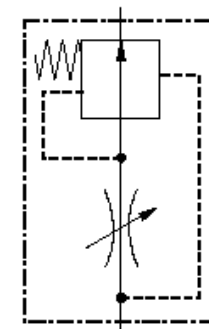
Drossel

Blende

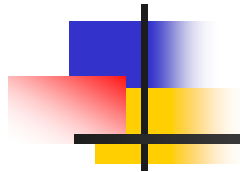


mit Drossel

mit Blende



ausführlich



Sperrventile

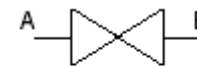
Rückschlagventile werden im Symbol durch eine Kugel, die gegen einen dicht abschließenden Sitz gedrückt wird, dargestellt. Dieser Sitz wird als offenes Dreieck, in dem die Kugel liegt, gezeichnet. Allerdings gibt die Spitze des Dreiecks nicht die Durchflussrichtung, sondern die gesperrte Richtung an. Entsperrbare Rückschlagventile werden durch ein Quadrat dargestellt, in das man das Symbol des Rückschlagventils zeichnet. Die Entsperrbarkeit des Ventils wird durch einen Steueranschluss verdeutlicht, der gestrichelt dargestellt wird. Der Steueranschluss wird mit den Buchstaben X bezeichnet. Absperrventile werden durch zwei gegeneinander gerichtete Dreiecke in Schaltplänen symbolisiert. Sie werden eingesetzt um die Anlagen manuell drucklos zu schalten oder Speicher zu entlasten. Im Grunde überall dort wo Leitungen manuell geöffnet oder geschlossen werden müssen.



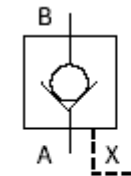
federbelastet



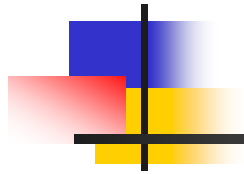
unbelastet



Absperrventil



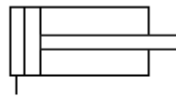
Entsperrbares Rückschlagventil



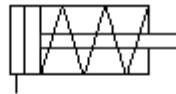
Symbole und Bildzeichen

Zylinder Bei Zylindern unterscheidet man zwischen einfachwirkendem Zylinder und doppelwirkendem Zylinder.

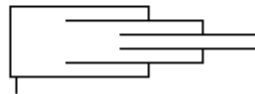
Einfachwirkender Zylinder,
Rückstellung durch äußere Kraft



Einfachwirkender Zylinder,
mit Federrückstellung



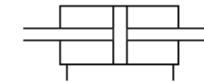
Einfachwirkender Teleskopzylinder



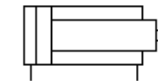
Doppelwirkender Zylinder,
mit einfacher Kolbenstange



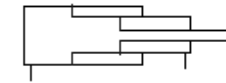
Doppelwirkender Zylinder,
mit durchgehender Kolbenstange



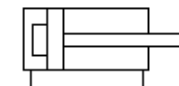
Differentialzylinder



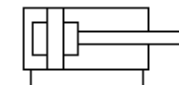
Doppelwirkender Teleskopzylinder



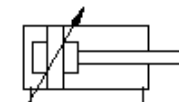
Doppelwirkender Zylinder,
mit einfacher Einlagendämpfung



Doppelwirkender Zylinder,
mit beidseitiger Einlagendämpfung



Doppelwirkender Zylinder,
mit beidseitiger, einstellbarer
Einlagendämpfung





Symbole und Bildzeichen

Energieübertragung und Aufbereitung

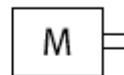
– Hydraulische Energiequelle



– Elektromotor



– Nichtelektrische Antriebseinheit



– Druck-, Arbeits-, Rücklaufleitung



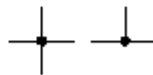
– Steuerleitung



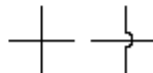
– flexible Leitung



– Leitungsverbindung



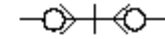
– gekreuzte Leitungen



– Entlüftung, kontinuierlich



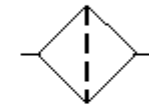
– Schnellverschlusskupplung verbunden mit mechanisch öffnenden Rückschlagventilen



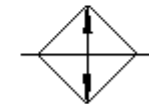
– Behälter



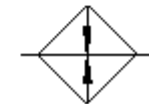
– Filter

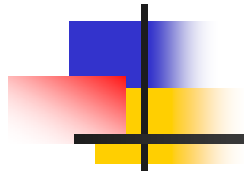


– Kühler



– Heizer





Symbole und Bildzeichen

Messgeräte

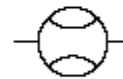
– Druckmessgerät



– Thermometer



– Strommessgerät

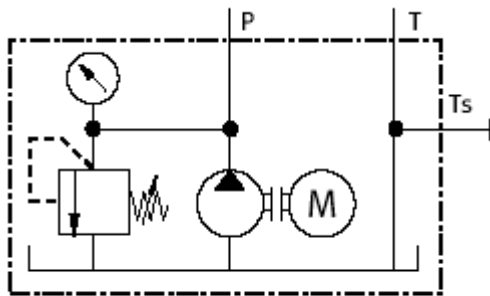


– Füllstandsanzeiger

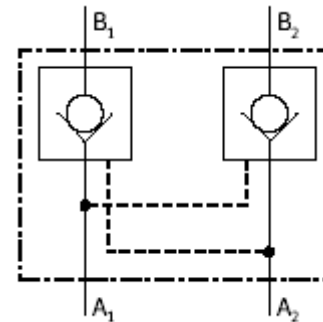


Symbole und Bildzeichen

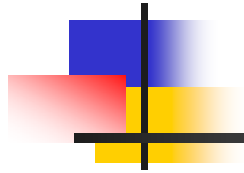
Sind mehrere Geräte in einem Gehäuse zusammengefasst, wird um die Symbole der Einzelgeräte ein strichpunktierter Kasten gelegt, aus dem dann die Anschlüsse herausgeführt sind.



Hydraulik-Aggregat



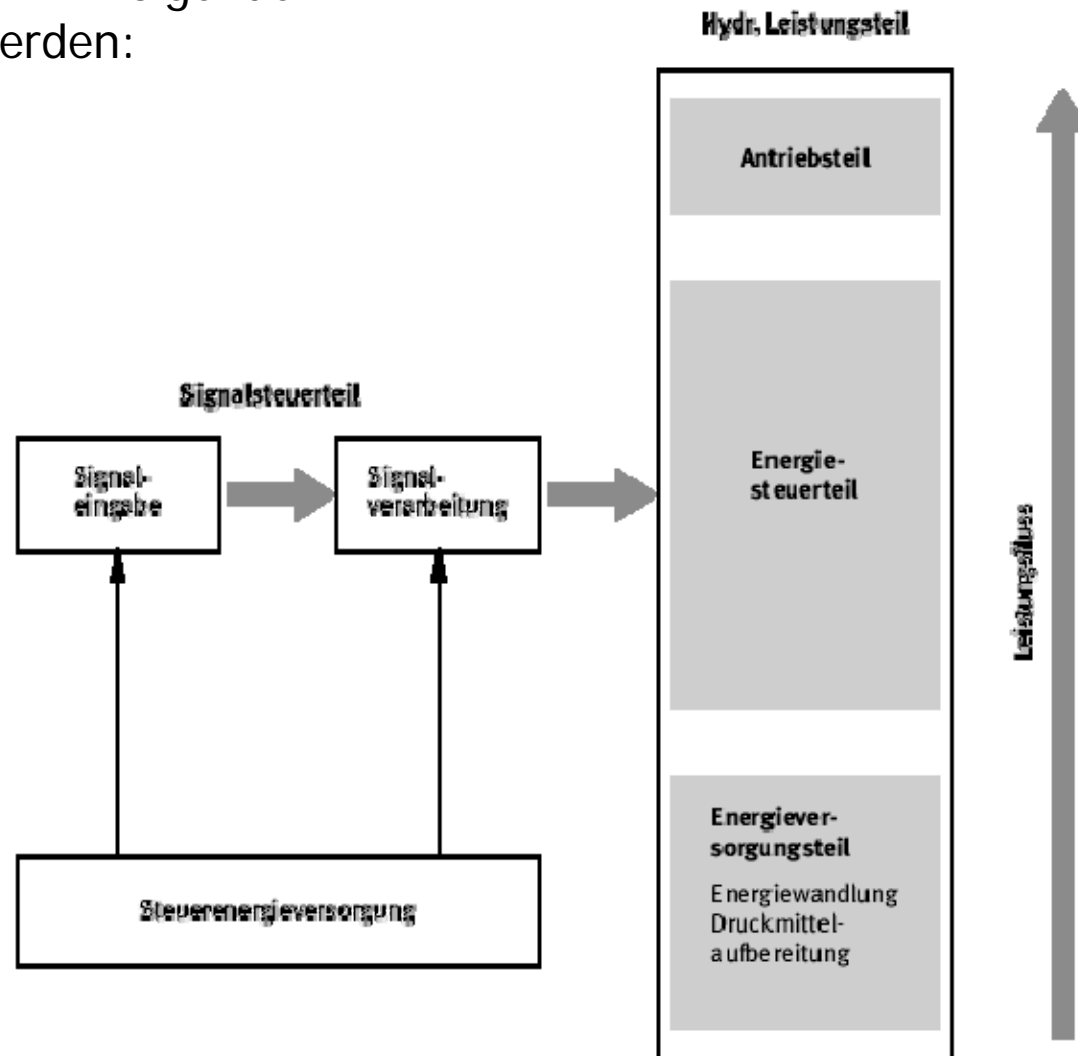
Entsperrbares Doppelrückschlagventil

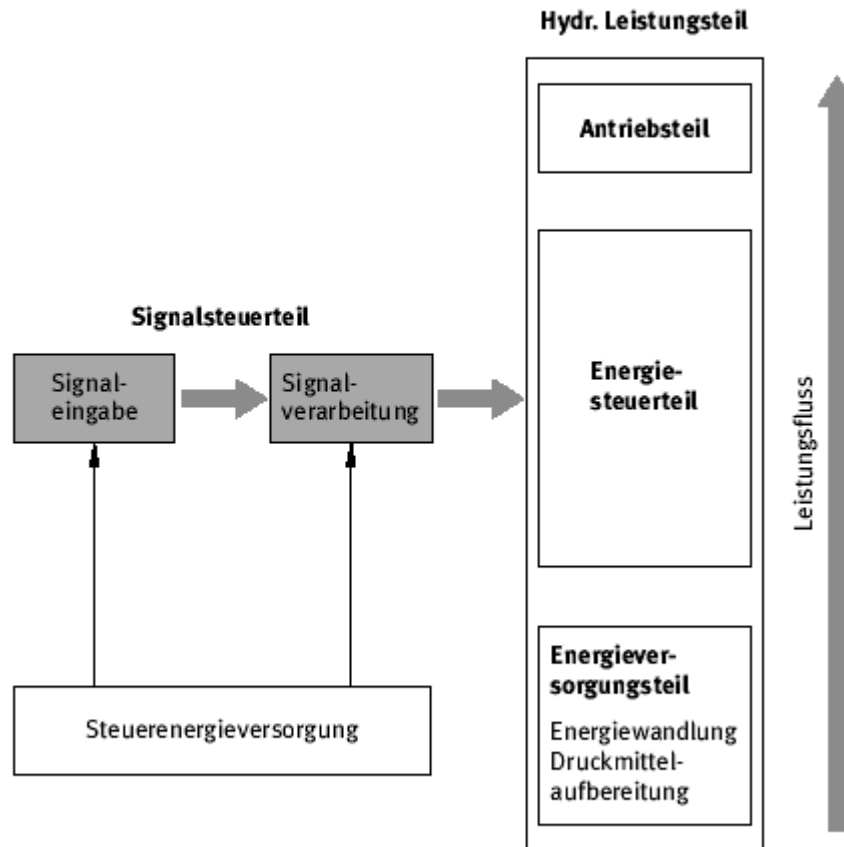


Aufbau und Darstellung einer Hydraulikanlage

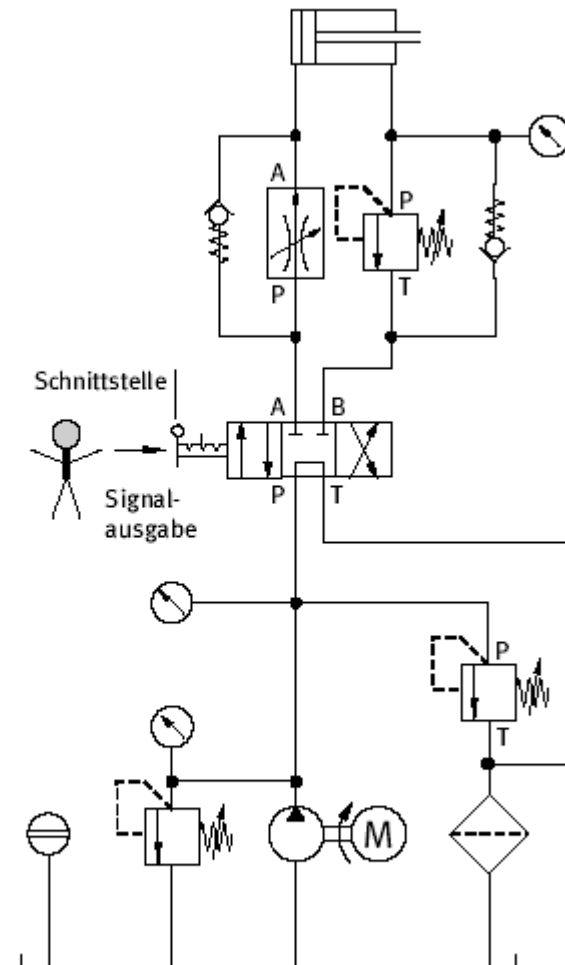
Eine Hydraulikanlage kann in folgende Baugruppen eingeteilt werden:

- Signalsteuerteil
- Leistungsteil





Hydraulikanlage (Aufbau)

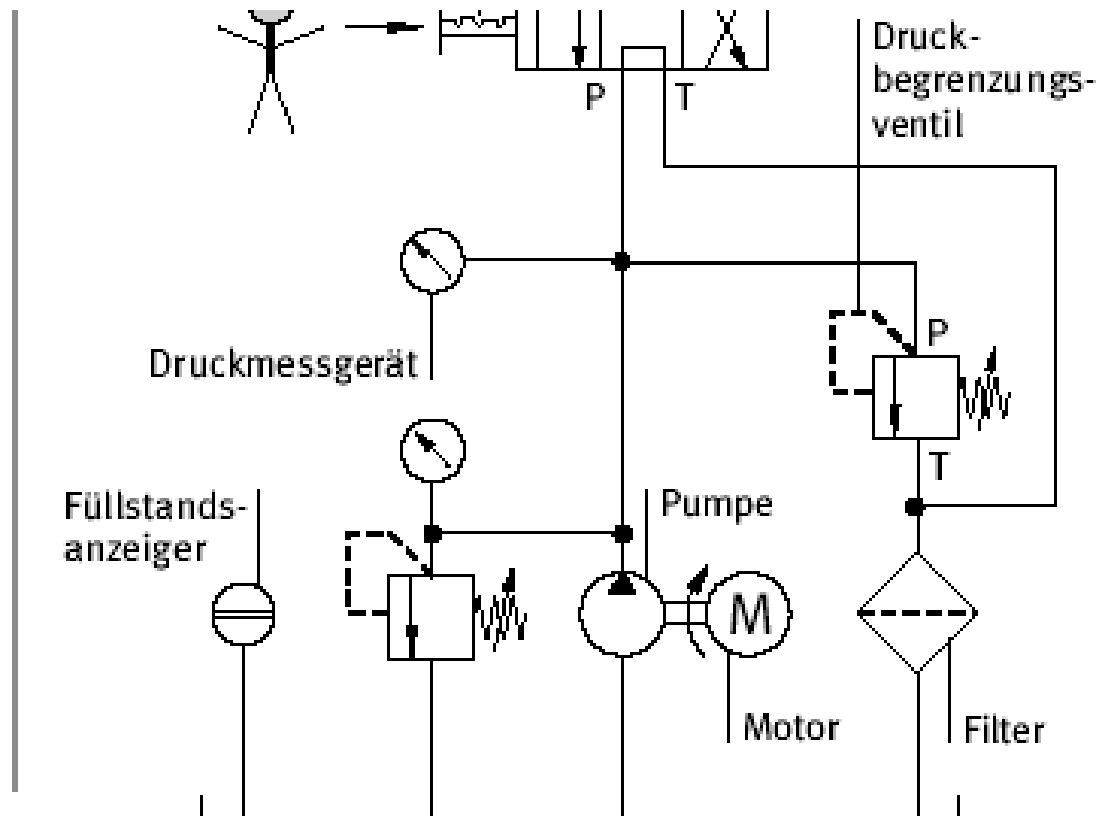
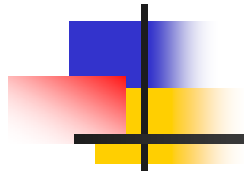


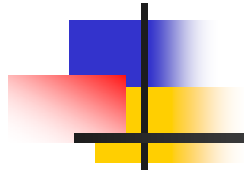
Der Leistungsteil einer Hydraulikanlage lässt sich in den Energieversorgungsteil, Energiesteuerteil und den Antriebsteil (Aktorik) unterteilen. Der Energieversorgungsteil gliedert sich in die Energiewandlung und Druckmittelaufbereitung. In diesem Teil der Hydraulikanlage wird die hydraulische Energie bereitgestellt und die Druckflüssigkeit aufbereitet. Für die Energiewandlung – elektrische Energie in mechanische und dann in hydraulische Energie – werden folgende Bauelemente eingesetzt:

- Elektromotor
- Verbrennungsmotor
- Kupplung
- Pumpe
- Druckanzeige
- Schutzeinrichtung

Die Aufbereitung der Druckflüssigkeit erfolgt mittels folgender Bauelemente:

- Filter
- Kühler
- Heizung
- Thermometer
- Druckmessgerät
- Druckflüssigkeit
- Behälter
- Füllstandsanzeiger



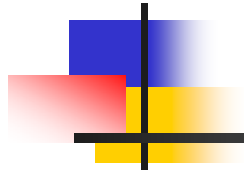


Leistungsfluss

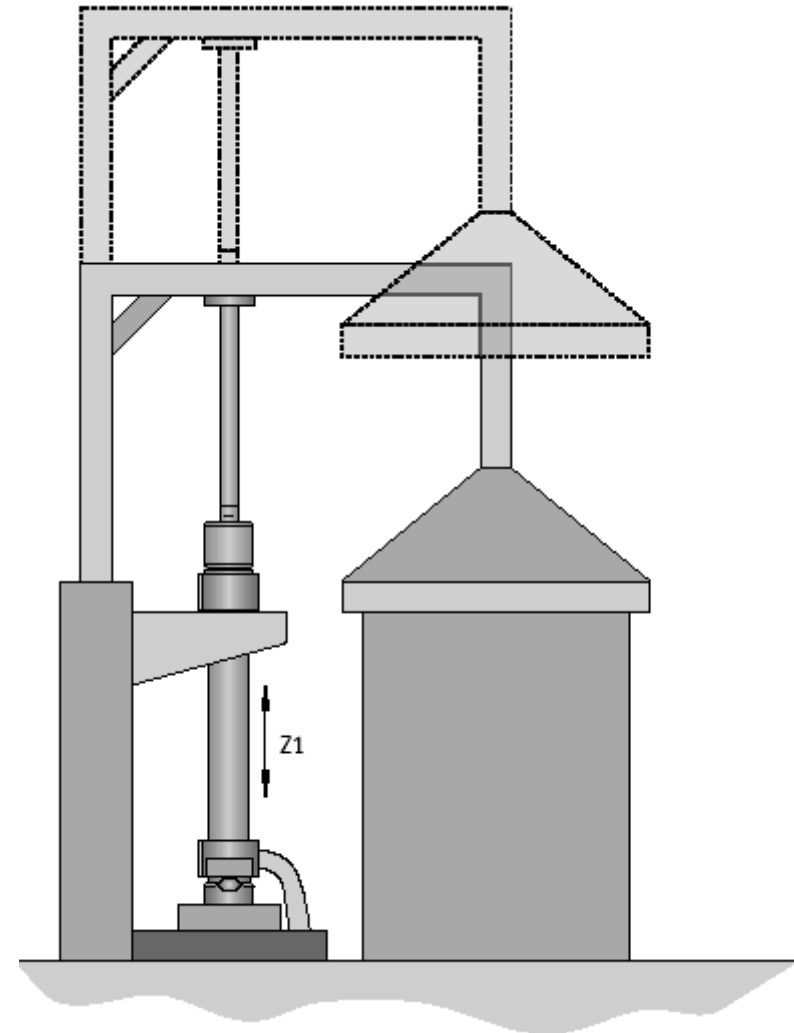
Um Bewegungsabläufe und Schaltzustände von Arbeits- und Steuerungselementen eindeutig wiedergeben zu können, bedarf es einer geeigneten Darstellung.

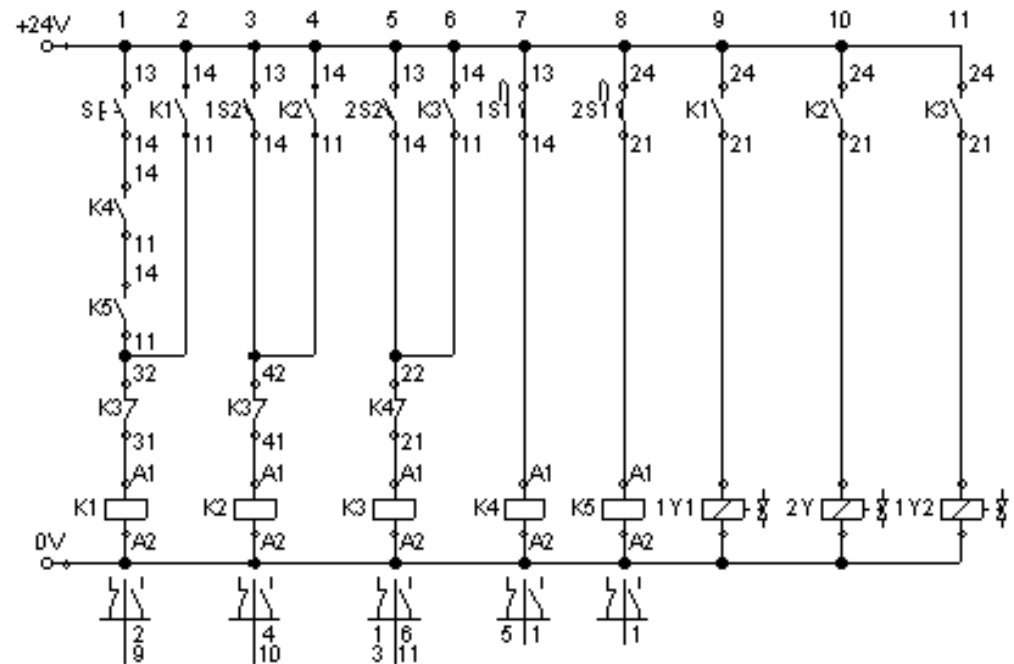
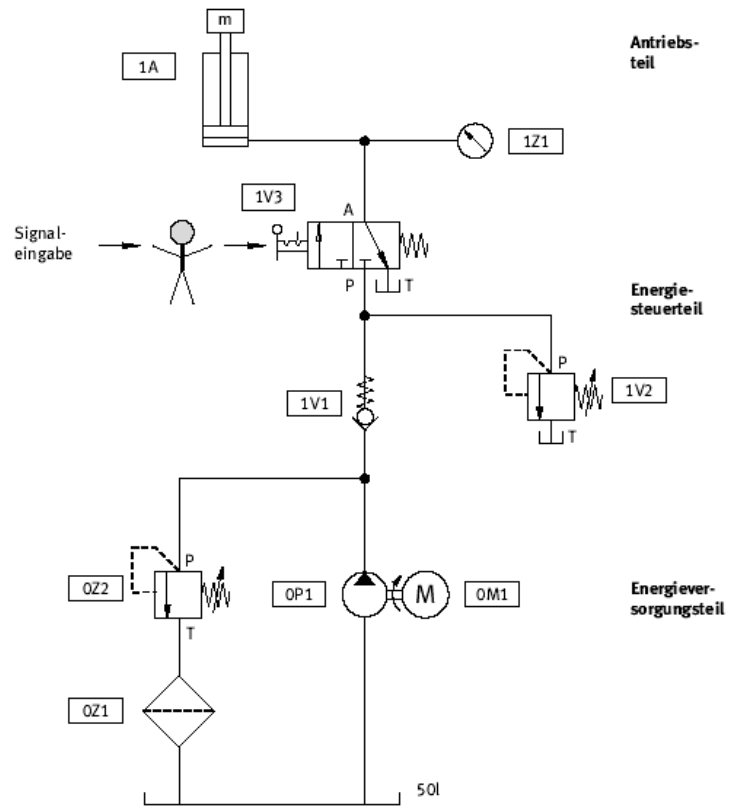
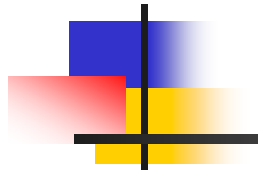
Folgende Darstellungsarten sind von Bedeutung:

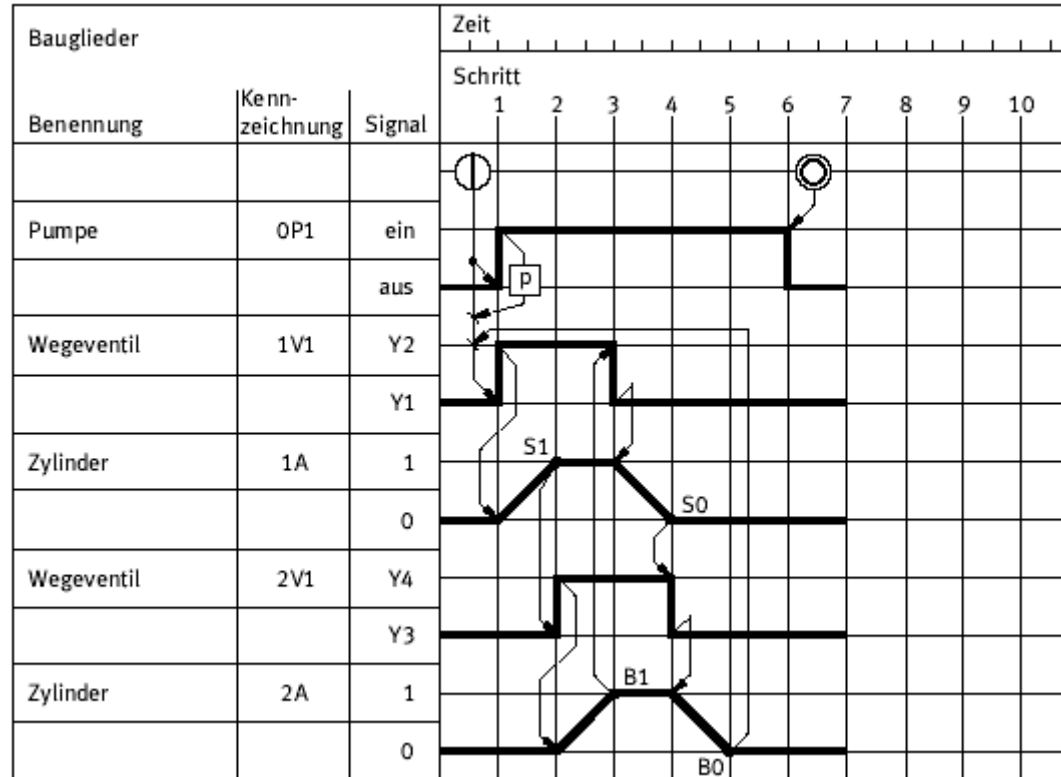
- Lageplan
- Schaltplan (Hydraulik- und Stromlaufplan)
- Weg-Schritt-Diagramm (nicht mehr genormt !)
- Weg-Zeit-Diagramm
- Funktionsdiagramm
- Funktionsplan



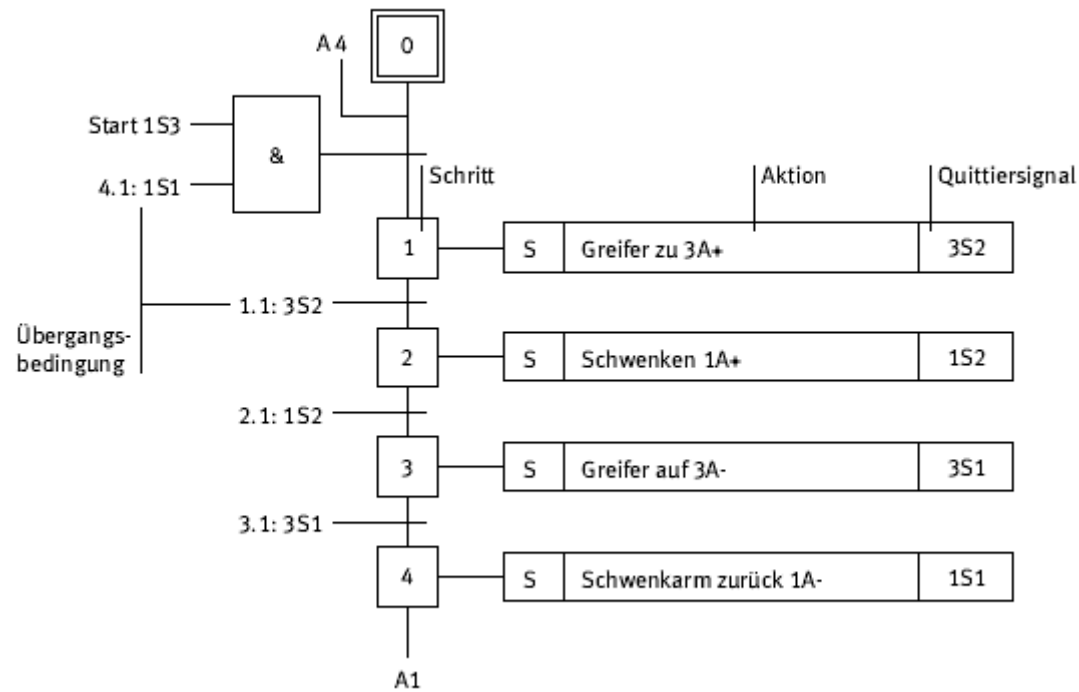
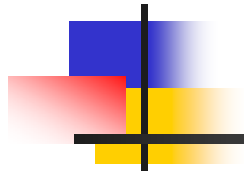
Der **Lageplan** ist eine Skizze oder Schemazeichnung einer Fertigungseinrichtung, einer Maschine usw. Er soll leicht verständlich und auf das Wesentliche beschränkt sein. Aus ihm ist die räumliche Anordnung der Bauelemente zu erkennen. Der in der Abbildung dargestellte Lageplan zeigt die Lage des Zylinders Z1 sowie dessen Funktion: Z1 soll die Verschlusshaube des Härteofens anheben.



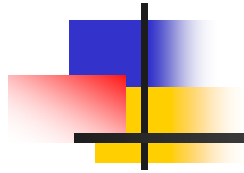




Weg Schritt Diagramm (nicht mehr genormt wird aber trotzdem noch benutzt)



Funktionsplan



Bestandteile des Energieversorgungsteils

Die Energieversorgungseinheit stellt die benötigte Energie für die Hydraulikanlage bereit. Zu ihren wesentlichen Bestandteilen gehören:

- Antrieb
- Pumpe
- Druckbegrenzungsventil
- Kupplung
- Behälter
- Filter
- Kühler
- Heizung

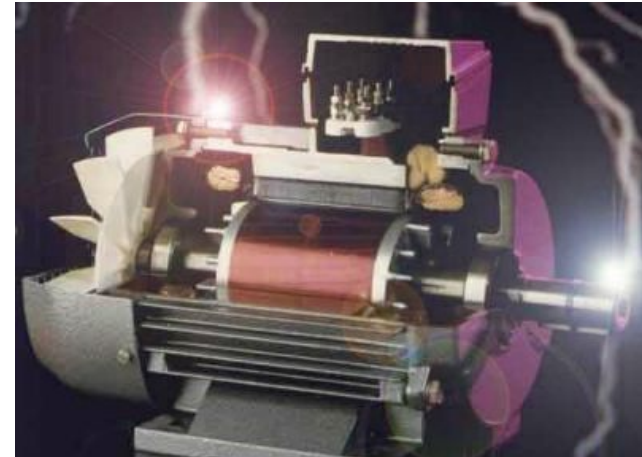
Weiterhin enthält jede Hydraulikanlage Wartungs-, Überwachungs- und Sicherheitsgeräte sowie Leitungen für die Verbindung der hydraulischen Bauelemente.



Der Antrieb einer Hydraulikanlage erfolgt (außer bei Handpumpen) durch Motoren (Elektromotor, Verbrennungsmotor). In der Stationärhydraulik liefern überwiegend Elektromotoren, in der Mobil-Hydraulik Verbrennungsmotoren die mechanische Leistung für die Pumpe.

Bei größeren Maschinen und Anlagen ist die Zentralhydraulik von Bedeutung. Dabei werden alle Verbraucher einer Anlage mit einem oder mehreren

Hydraulikaggregaten und mit Hilfe eines oder mehrerer Speicher über eine gemeinsame Druckleitung versorgt. Der Hydraulikspeicher speichert hydraulische Energie, die bei Bedarf abgegeben wird. Druck-, Rücklauf- und Leckölleitungen sind Ringleitungen. Durch diese Bauart wird der Platz- und Leistungsbedarf verringert.



Die **Pumpe** einer Hydraulikanlage, auch Hydropumpe genannt, wandelt die mechanische Energie des Antriebsaggregats in hydraulische Energie (Druckenergie) um. Die Pumpe saugt die Druckflüssigkeit an und verdrängt diese in das Leitungssystem. Durch die Widerstände, die der strömenden Druckflüssigkeit entgegenwirken, baut sich im Hydrauliksystem ein Druck auf. Die Höhe des Drucks entspricht dem Gesamtwiderstand, der sich aus äußeren und inneren Widerständen und dem Volumenstrom ergibt.

- Äußere Widerstände:

kommen auf Grund von Nutzlasten und mechanischer Reibung sowie statischer Last und Beschleunigungskräften zustande.

- Innere Widerstände:

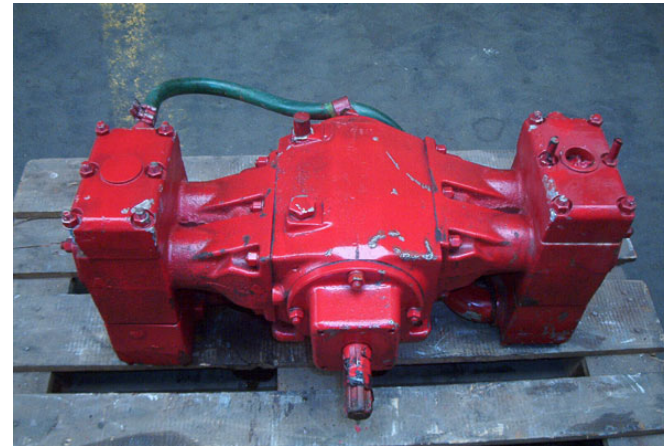
kommen durch die Gesamtreibung in Leitungen und Bauelementen, die Flüssigkeitsreibung sowie durch Strömungsverluste (Drosselstellen) zustande. Der Flüssigkeitsdruck eines Hydrauliksystems wird also nicht von vornherein durch die Pumpe gegeben, sondern er baut sich entsprechend den Widerständen auf – und zwar im Extremfall soweit, bis ein Bauteil zerstört würde. Dies wird jedoch in der Praxis vermieden, indem direkt nach der Pumpe oder im Pumpengehäuse integriert ein Druckbegrenzungsventil als Sicherheitsventil installiert ist, an dem der maximale Betriebsdruck, für den die Pumpe geeignet ist, fest eingestellt ist.

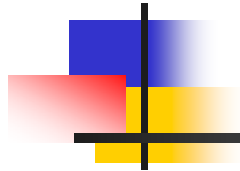
Für die Pumpe sind folgende Kenngrößen von Bedeutung:

Das Verdrängungsvolumen V (auch Fördervolumen oder Hubvolumen genannt) ist ein Maß für die Größe der Pumpe. Es bezeichnet das Flüssigkeitsvolumen, das von der Pumpe pro Umdrehung (bzw. pro Hub) gefördert wird.

Das geförderte Flüssigkeitsvolumen pro Minute wird als Volumenstrom Q (Förderstrom) bezeichnet. Dieser ergibt sich aus dem Verdrängungsvolumen V und der Drehzahl n :

$$Q = n \cdot V$$

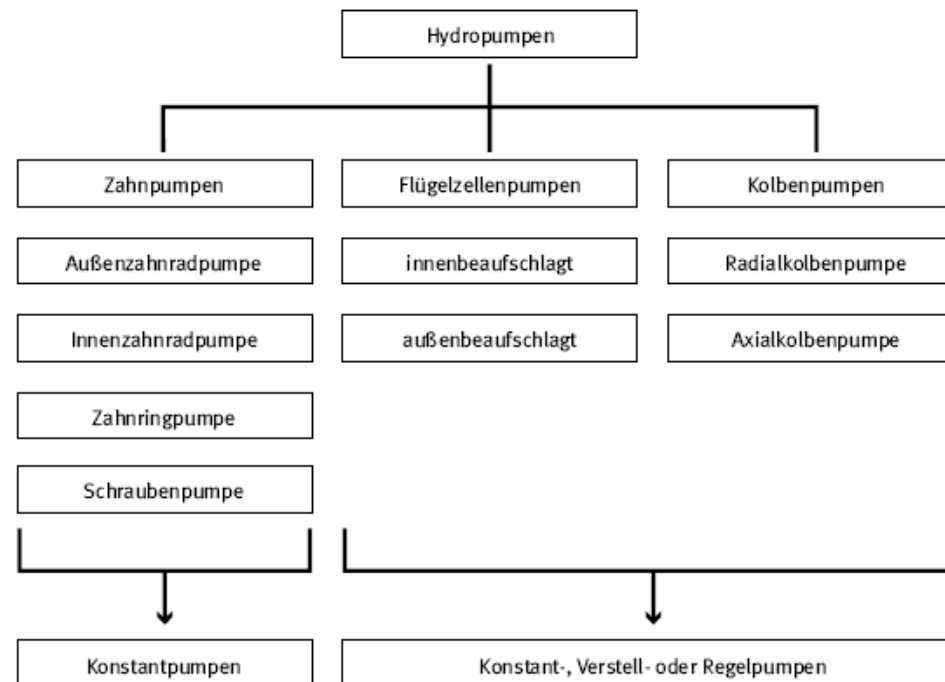




Anhand des Verdrängungsvolumens lassen sich drei Grundtypen von Hydropumpen unterscheiden:

- Konstantpumpen: konstantes Verdrängungsvolumen
- Verstellpumpen: verstellbares Verdrängungsvolumen
- Regelpumpen: Regelung von Druck, Volumenstrom bzw. Leistung geregeltes Verdrängungsvolumen

Die Bauarten von Hydraulikpumpen sind recht verschieden; sie arbeiten jedoch alle nach dem Verdrängungsprinzip. Das Verdrängen der Druckflüssigkeit in Richtung Arbeitselement geschieht z. B. durch Kolben, Flügelzellen, Schraubenspindeln oder durch Zahnräder.

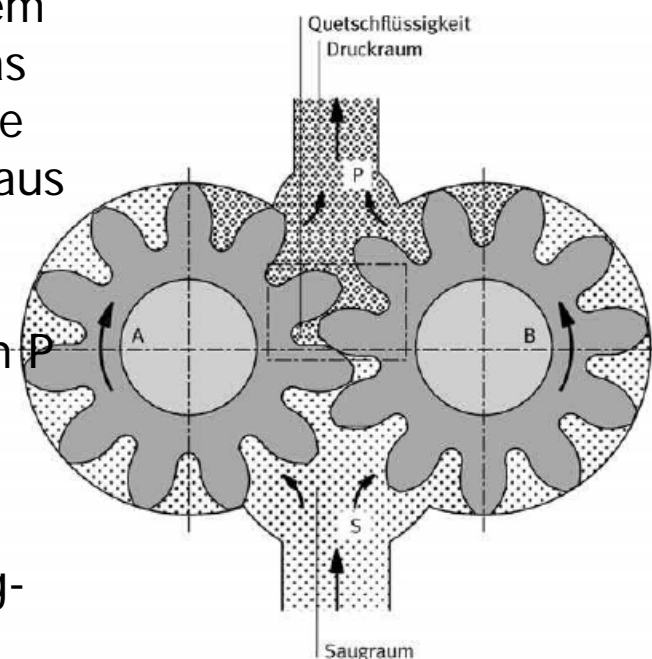


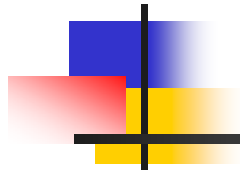
Hydropumpe: Zahnradpumpe



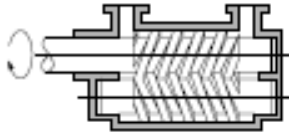

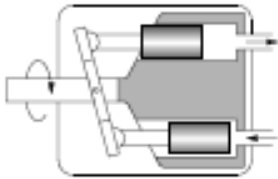

Bei Zahnradpumpen handelt es sich um Konstantpumpen, da das verdrängte Volumen, das durch die Zahnücke bestimmt wird, nicht veränderbar ist.

Prinzipdarstellung der Zahnradpumpe

Die Zahnradpumpe ist in der Abbildung im Schnitt dargestellt. Der Saugraum S steht mit dem Behälter in Verbindung. Die Zahnradpumpe arbeitet nach folgendem Prinzip: Ein Zahnrad ist mit dem Antrieb verbunden, das andere wird über die Verzahnung mitgedreht. Durch die Volumenvergrößerung, die sich ergibt, wenn ein Zahn aus einer Zahnücke heraustritt, entsteht ein Unterdruck im Saugraum. Die Druckflüssigkeit füllt die Zahnkammern und wird außen am Gehäuse entlang in den Druckraum P gefördert. Dort wird die Druckflüssigkeit durch Ineinandertauchen der Zähne und Zahnücken aus den Zahnkammern herausgedrückt und in die Leitungen verdrängt. In den Zahnzwischenräumen zwischen Saug- und Druckraum tritt Quetschflüssigkeit auf. Diese wird über eine Nut dem Druckraum zugeführt, da durch Komprimierung des eingeschlossenen Öls Druckspitzen auftreten würden, die Geräusche und Zerstörung zur Folge hätten.



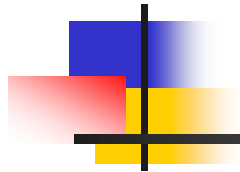


	Bauarten	Drehzahlbereich (1/min)	Verdrängungsvolumen (cm ³)	Nenndruck (bar)	Gesamtwirkungsgrad
	Zahradpumpe, außen verzahnt	500 – 3500	1,2 – 250	63 – 160	0,8 – 0,91
	Zahradpumpe, innen verzahnt	500 – 3500	4 – 250	160 – 250	0,8 – 0,91
	Schraubepumpe	500 – 4000	4 – 630	25 – 160	0,7 – 0,84
	Rügelzellenpumpe	960 – 3000	5 – 160	100 – 160	0,8 – 0,93
	Axialkolbenpumpe	... – 3000 750 – 3000 750 – 3000	100 25 – 800 25 – 800	200 160 – 250 160 – 320	0,8 – 0,92 0,82 – 0,92 0,8 – 0,92
	Radialkolbenpumpe	960 – 3000	5 – 160	160 – 320	0,90

Kupplungen sind im Energieversorgungsteil zwischen Motor und Pumpe angeordnet. Sie übertragen das vom Motor erzeugte Drehmoment auf die Pumpe. Weiterhin dämpfen sie die beiden Geräte gegeneinander ab. Dadurch wird vermieden, dass Laufschränkungen des Motors auf die Pumpe und Druckspitzen der Pumpe auf den Motor übertragen werden. Weiterhin ermöglichen Kupplungen einen Ausgleich der Fluchtfehler von Motor- und Pumpenwelle.

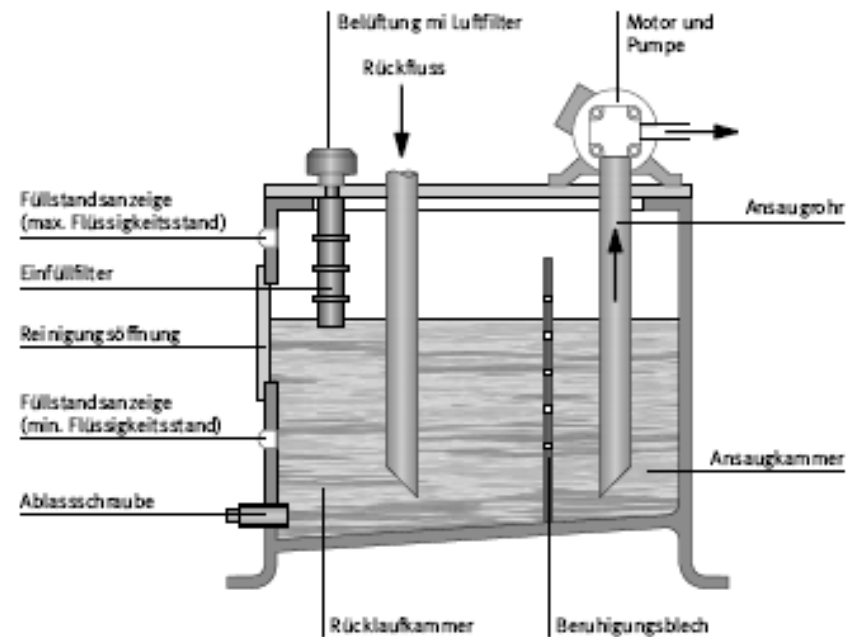
Beispiele: – Gummikupplungen
– Bogenzahnkupplungen
– metallische Klauenkupplungen mit dazwischenliegenden Kunststoffscheiben





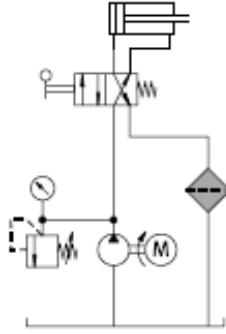
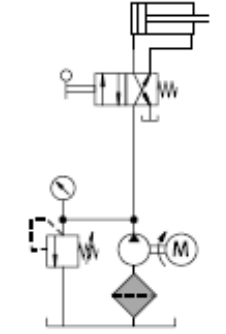
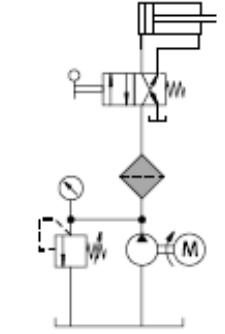
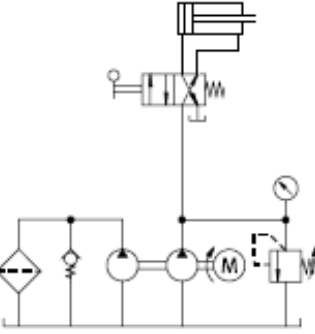
Der **Behälter** einer Hydraulikanlage erfüllt mehrere Aufgaben.

- Aufnahme- und Vorratsbehälter für die zum Betrieb der Anlage erforderliche Druckflüssigkeit
- Abfuhr der Verlustwärme
- Abscheiden von Luft, Wasser und festen Stoffen
- Träger einer ein- oder aufgebauten Pumpe und des Antriebsmotors sowie weiterer Hydraulikbauelemente, wie Ventile, Speicher usw.



Hydraulikfilter können innerhalb der Anlage unterschiedlich angeordnet werden. Man unterscheidet zwischen

- Hauptstromfilterung: Rücklauf-, Saug- und Druckfilterung
- Nebenstromfilterung: nur ein Teil des Förderstromes wird gefiltert

	Hauptstromfilterung			Nebenstromfilterung
	Rücklauffilter	Saugfilter	Druckfilter	
Schaltplan				
Vorteile	preiswert unproblematisch bei der Wartung	schützt Pumpe vor Verunreinigungen	bei schmutzempfindlichen Ventilen kleinere Porengröße als bei anderen möglich	kleinere Filter als Zusatzfilter möglich
Nachteile	Verunreinigungen werden erst beim Verlassen der Hydroelemente erfaßt	schlechte Zugänglichkeit, Ansaugprobleme bei feinporigen Filtern Folge: Kavitation	teuer	geringeres Schmutzabweisungsvermögen
Bemerkungen	wird häufig eingesetzt	zusätzlich als grober Filter vor der Pumpe einsetzbar	erfordern ein druckfestes Gehäuse und eine Verschmutzungsanzeige	nur ein Teil des Förderstromes wird gefiltert