

# Fahrzeugmechatronik I

## Aktoren



**Prof. Dr.-Ing. Steffen Müller**

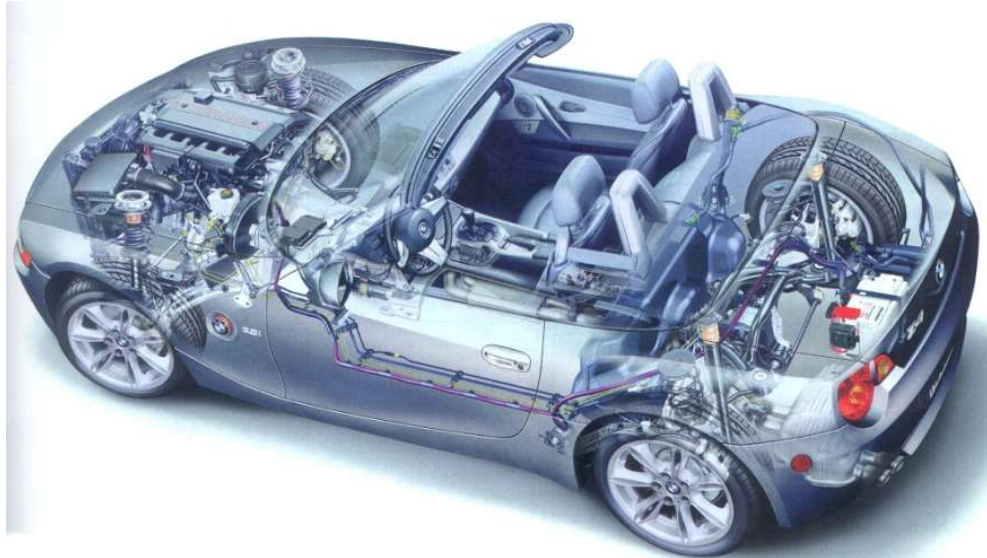
**M.Sc. Osama Al-Saidi**

**Fachgebiet Kraftfahrzeuge • Technische Universität Berlin**

---

# Fluidische Aktoren

## Anwendungsbeispiele in der Fahrzeugtechnik





# Fluidische Aktoren

## Hydraulik vs. Pneumatik

Merkmal	Hydraulik-Aktor	Pneumatik-Aktor
Druckbereich mit Anwendungen:		
Niederdruck	30–50 bar Werkzeugmaschinen	bis 1 bar Steuerungen
Mitteldruck	bis 170 bar Transportanlagen, Bauma- schinen, Fahrantriebe	
Hochdruck	bis 420 bar Pressen, Spannvorrichtungen, Flugzeughydraulik	6–10 bar Pressen, Spannvorrichtungen, Arbeitsgeräte
Geschwindigkeit	klein	groß
Strömung	bis 5 m/s	bis 40 m/s
Arbeitskolben	bis 0,15 m/s	0,01–1,5 m/s
Kräfte/Momente	groß	klein
Regelbarkeit:		
Geschwindigkeit	sehr gut	schlecht
Kraft/Moment	sehr gut	gut
Leistungsdichte	sehr groß	klein
Kompressibilität des Fluids	klein	groß
Leckverlust	gering	groß
Fluidrückführung in	Behälter	Umgebung

Heimann, Gerth, Popp:  
Mechatronik

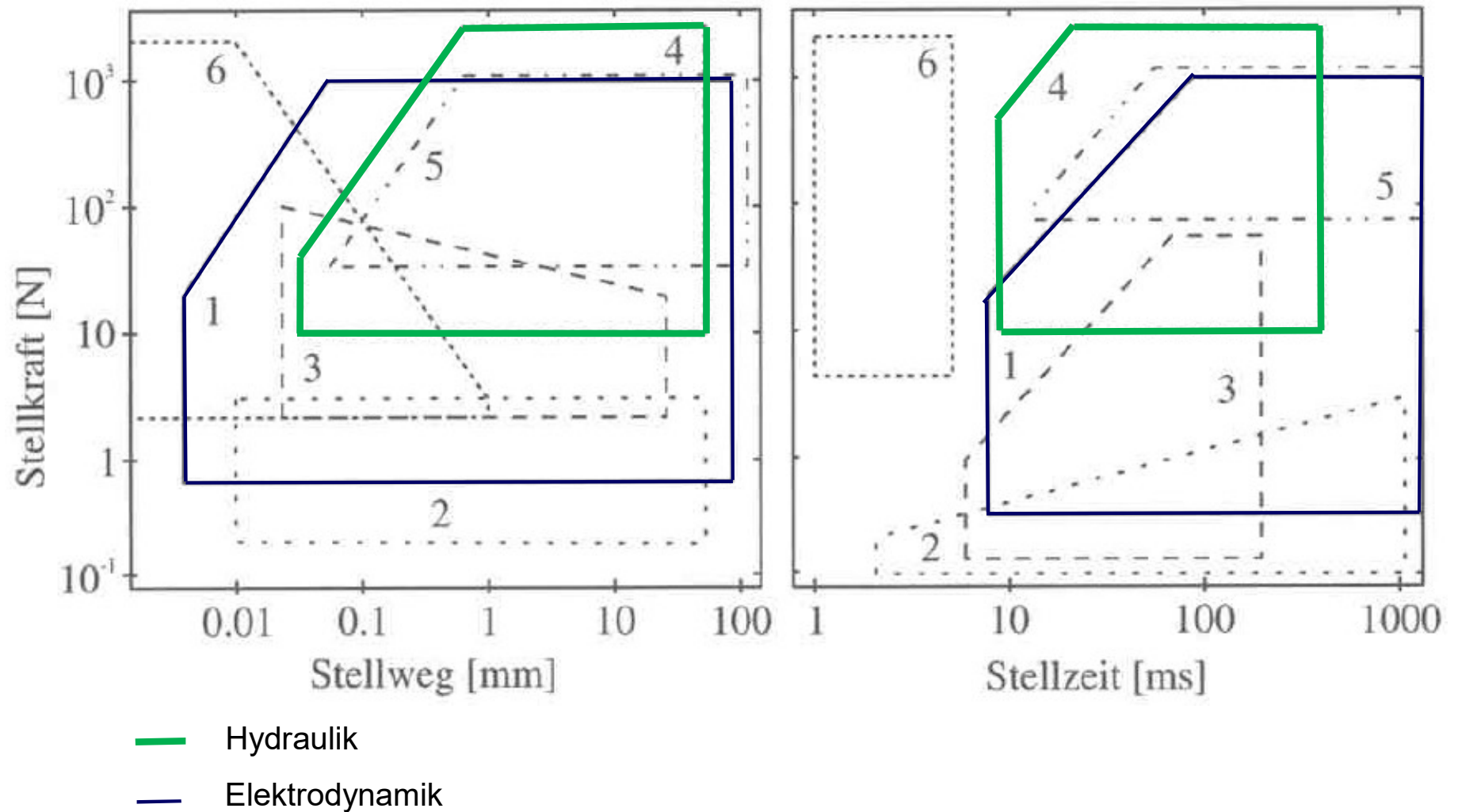
# Hydraulische Aktoren

## Hydraulik vs. Elektrodynamik

Eigenschaften	Elektrodynamische Aktoren	Hydraulische Aktoren
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>gute Stellgenauigkeit</i></li><li>• <i>großer Frequenzbereich</i></li><li>• <i>großer Einsatzbereich</i></li><li>• <i>kompakte Einheiten</i></li><li>• <i>bedarfsgerechter Energieverbrauch</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Hohe Leistungsdichte (ohne Versorgung)</i></li><li>• <i>große Kräfte</i></li><li>• <i>flexibles Package</i></li></ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>große bewegte Massen</i></li><li>• <i>relativ kleine Kräfte</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>„schmutzige“ Technik</i></li><li>• <i>Variantenvielfalt (z.B. Leitungen)</i></li><li>• <i>Beeinflussung des Systemverhaltens durch Fluidodynamik</i></li></ul>
<b>Regel- frequenzbereich</b>	<i>&lt; 1000 Hz</i>	<i>&lt; 250 Hz</i>

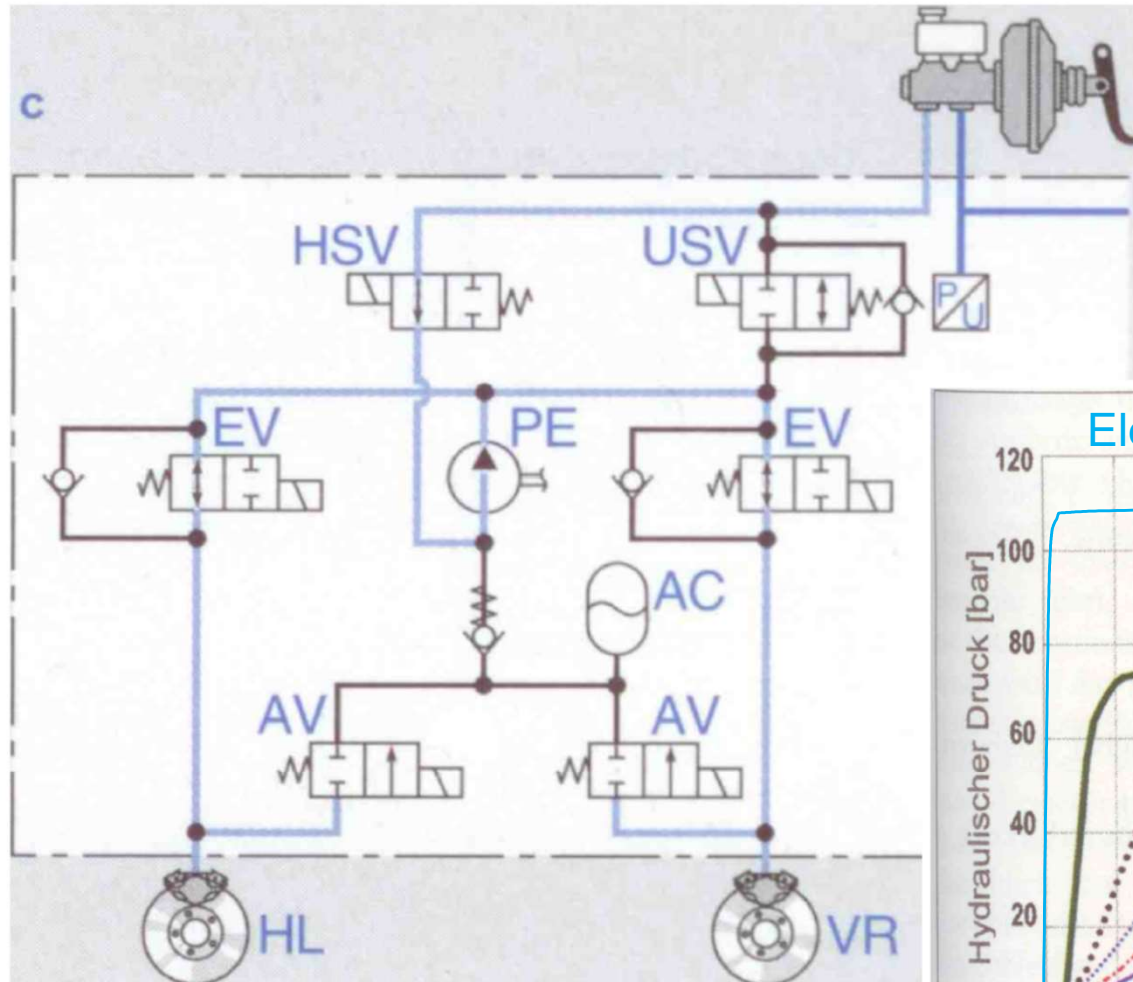
# Hydraulische Aktoren

## Hydraulik vs. Elektrodynamik

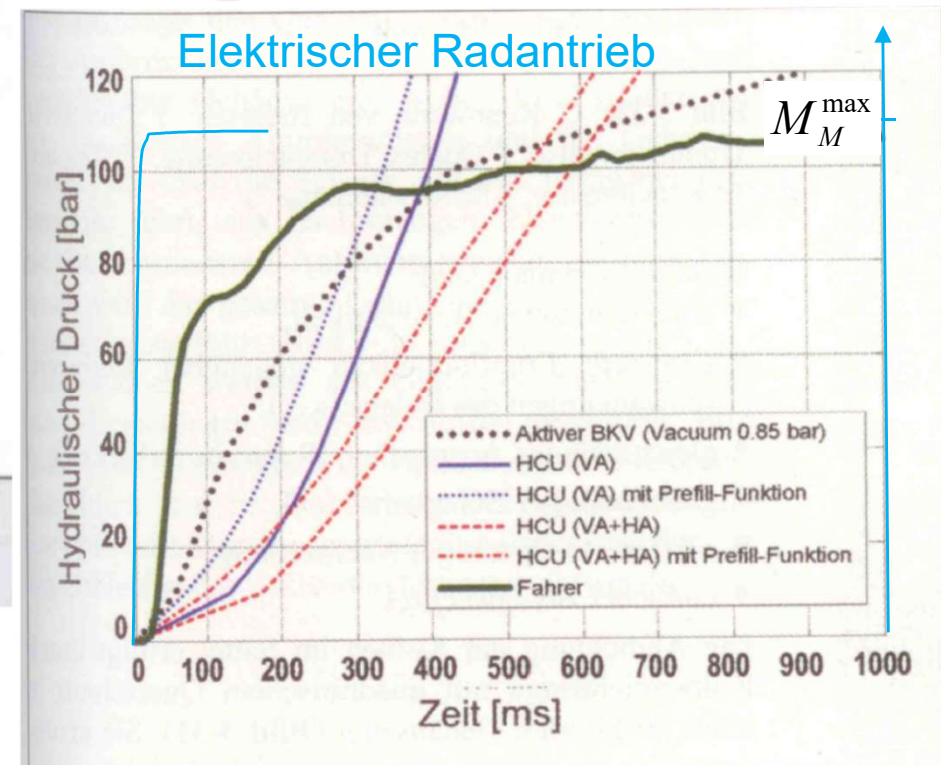


# Hydraulische Aktoren

## Hydraulik vs. Elektrodynamik



**Anstiegszeiten  
hydraulische  
Bremsdynamik  
300 – 500 ms**



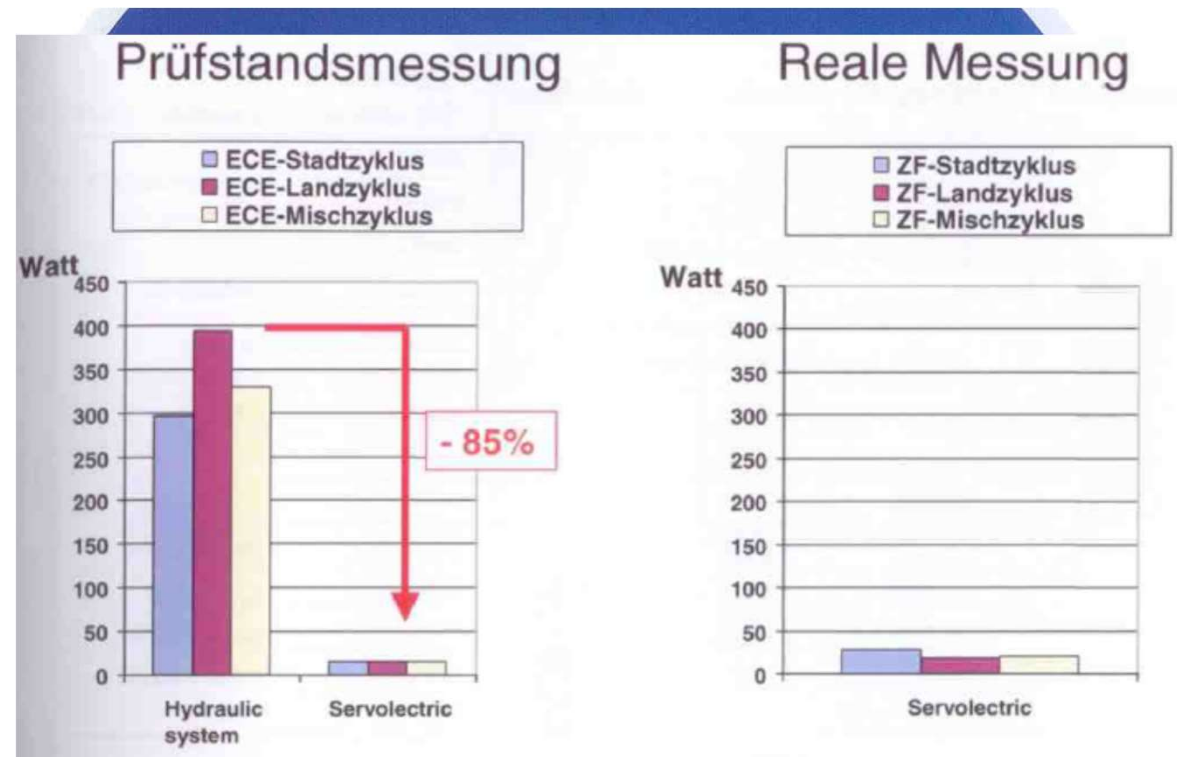
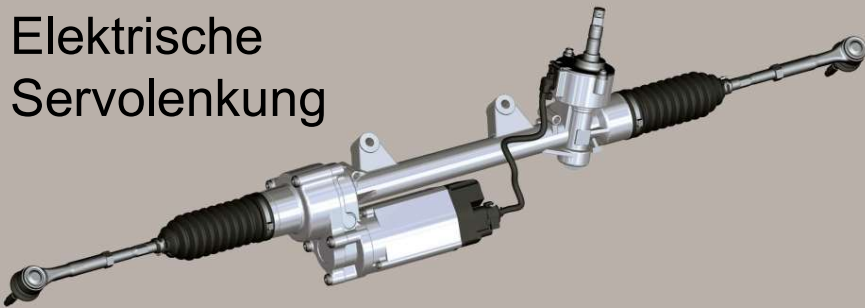
Quelle: Bosch, Sicherheits- und Komfortsysteme, Vieweg, 2004.

Quelle: Heißing, Fahrwerkhandbuch, Vieweg, 2008.

# Hydraulische Aktoren

## Hydraulik vs. Elektrodynamik

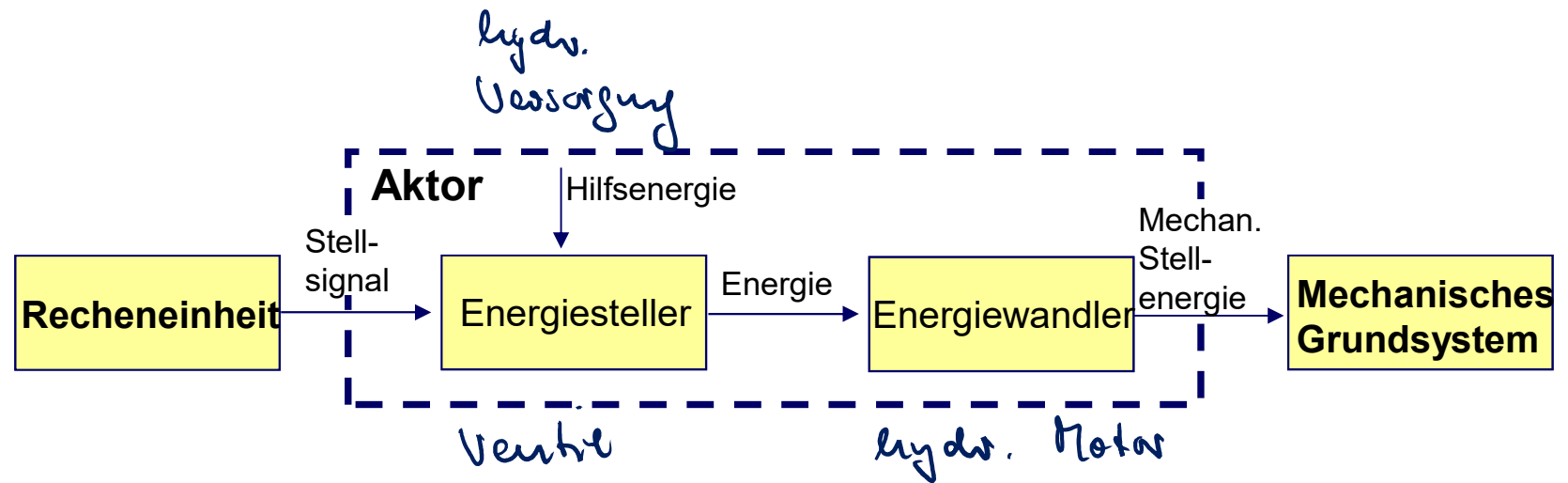
Elektrische  
Servolenkung



Elektrische Aktoren ermöglichen eine bedarfsgerechte Ansteuerung

# Hydraulische Aktoren

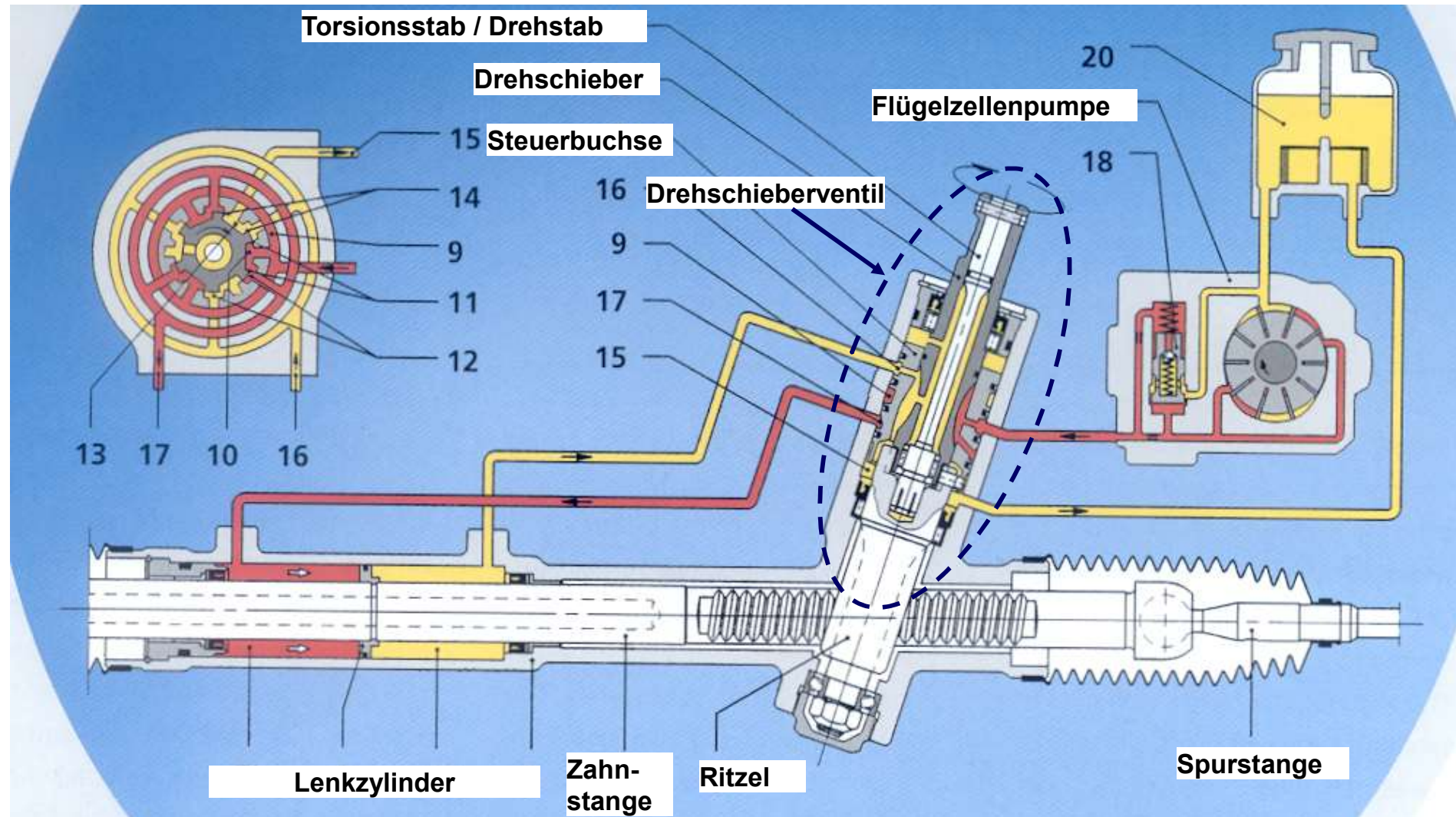
## Prinzipielle Funktionsweise





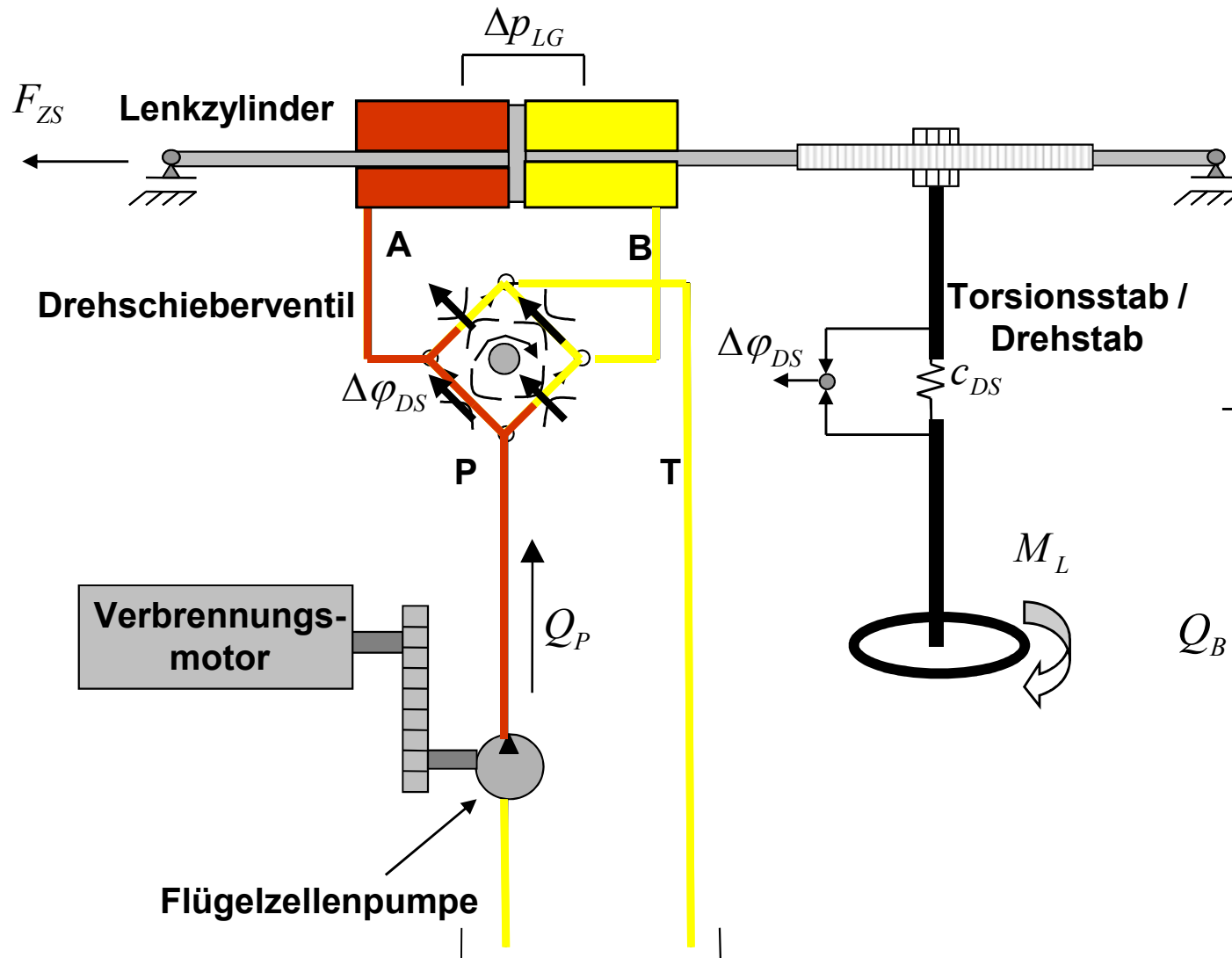
# Grundlagen hydraulischer Aktoren

## Beispiel für prinzipielle Funktionsweise – Open-Center

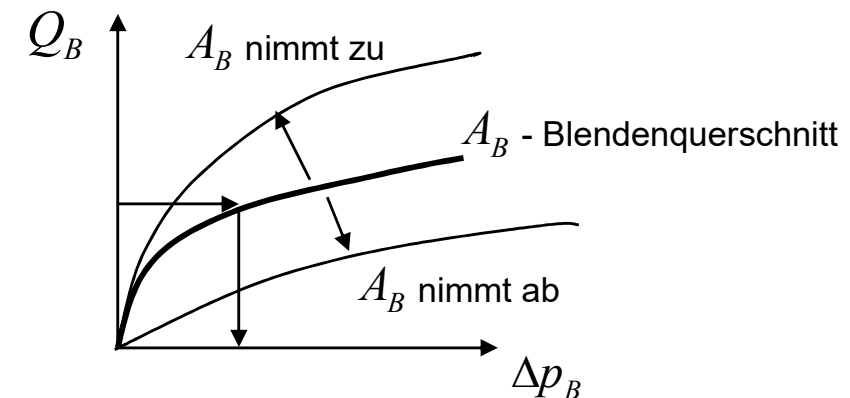
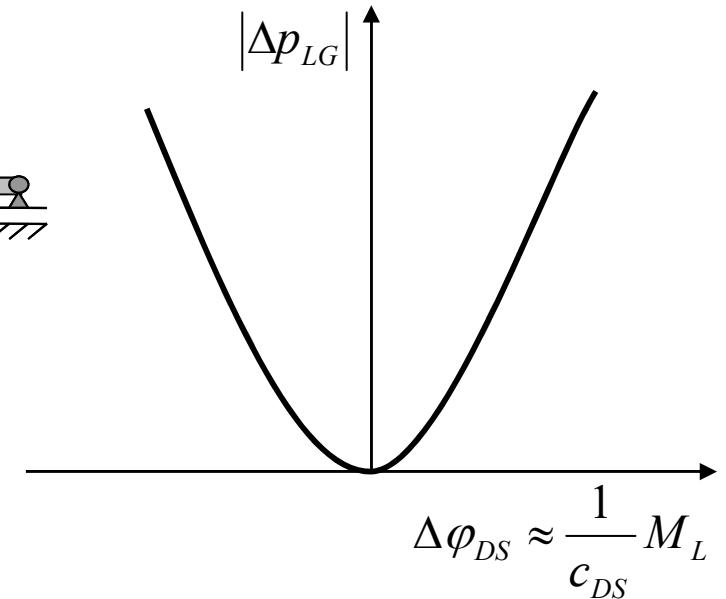


# Grundlagen hydraulischer Aktoren

## Beispiel für prinzipielle Funktionsweise – Open-Center

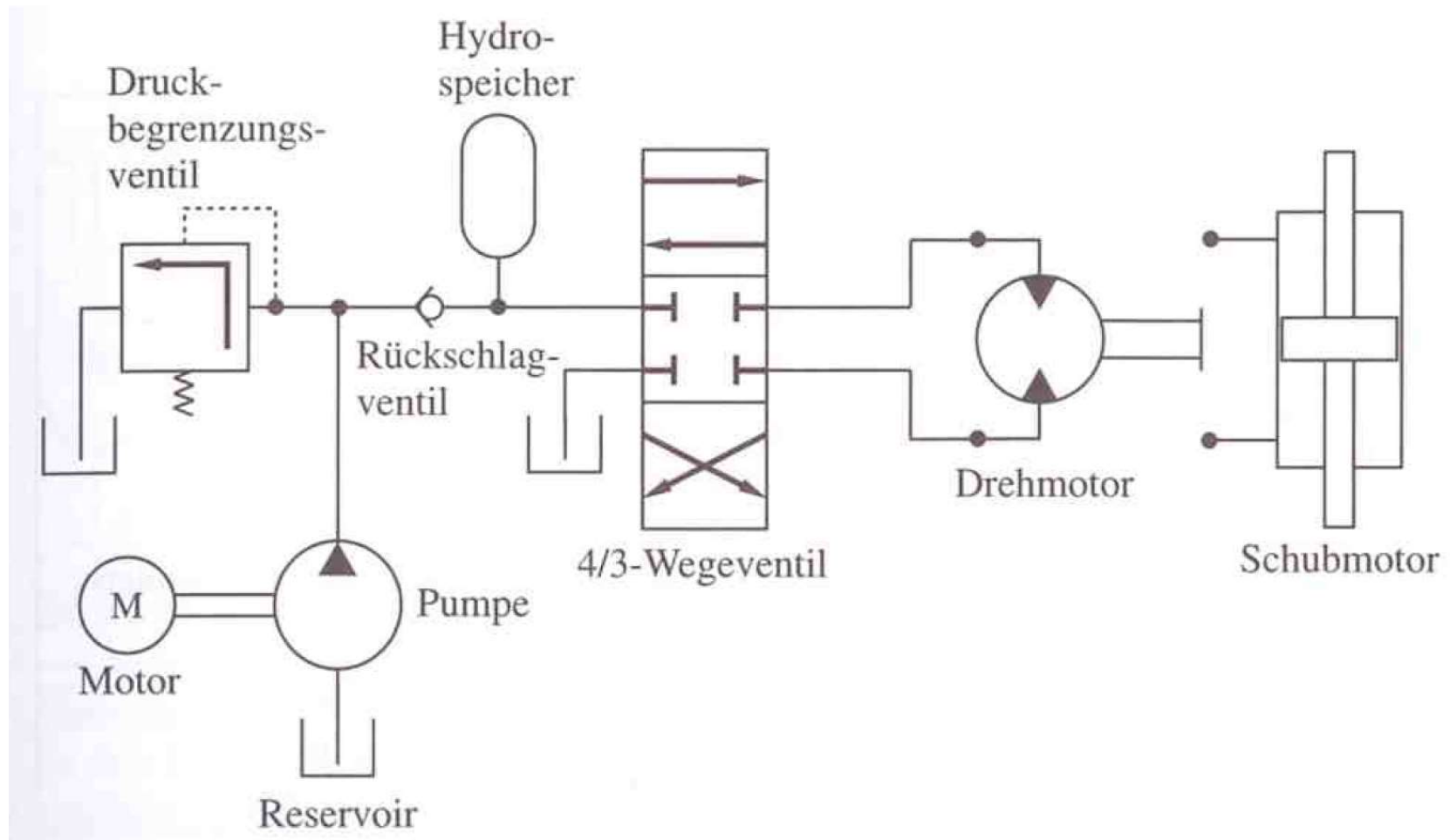


Unterstützungskennlinie



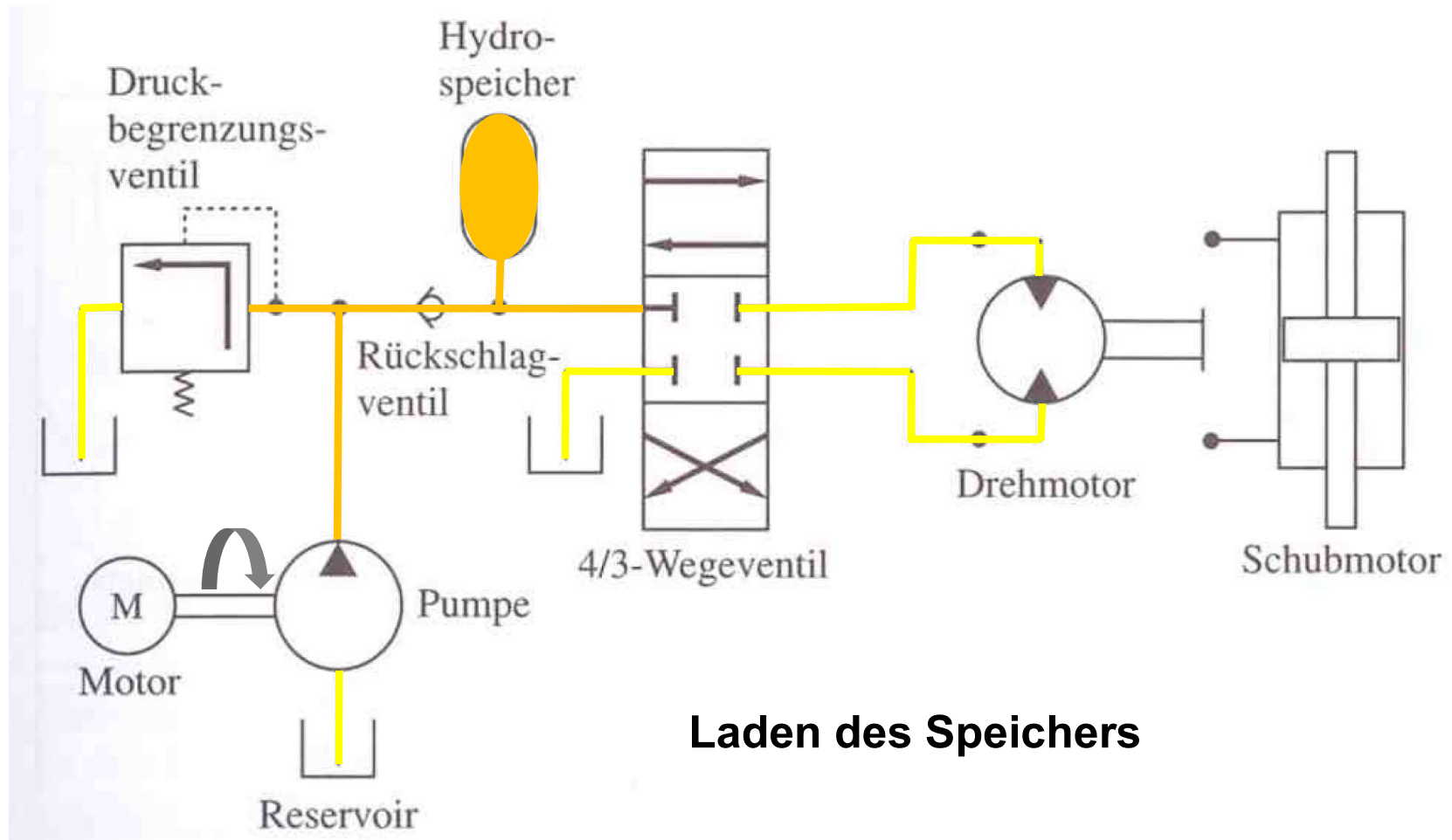
# Grundlagen hydraulischer Aktoren

## Beispiel für prinzipielle Funktionsweise – Closed-Center



# Grundlagen hydraulischer Aktoren

## Beispiel für prinzipielle Funktionsweise – Closed-Center



**Laden des Speichers**



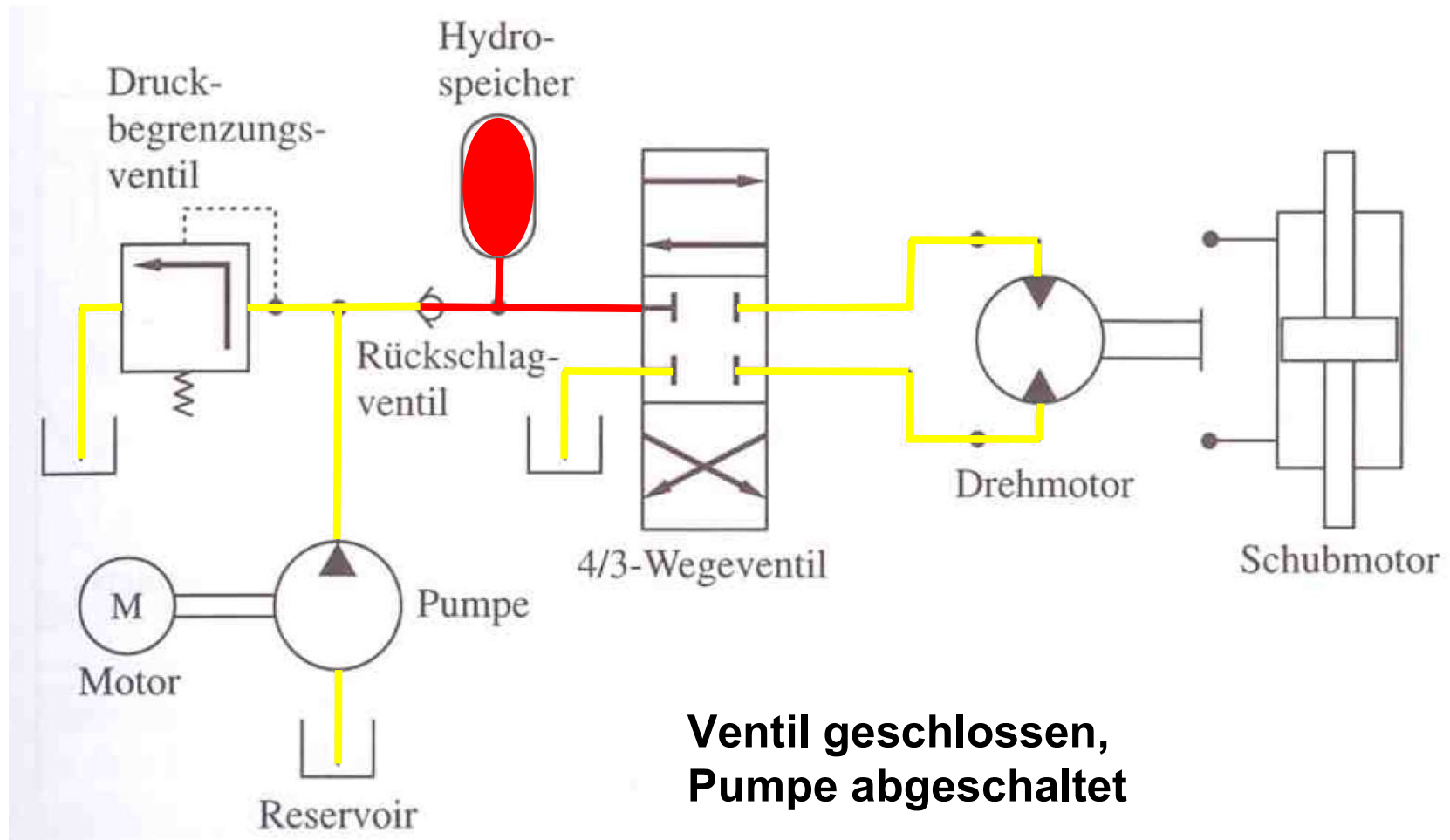
The diagram illustrates a hydraulic circuit for charging a storage tank. The components and their connections are as follows:

- Motor (M) and Pumpe (Pump):** A motor (M) is connected to a pump (Pumpe). The pump's output is connected to a reservoir (Reservoir) and a pressure-limiting valve (Druckbegrenzungsventil).
- Pressure-Limiting Valve (Druckbegrenzungsventil):** This valve is connected to the pump's output and the storage tank (Hydrospeicher).
- Storage Tank (Hydrospeicher):** A red oval representing the storage tank, which is being charged.
- Check Valve (Rückschlagventil):** A valve that allows flow from the storage tank to the pump but prevents backflow.
- 4/3-Way Valve (4/3-Wegeventil):** A valve that controls the flow between the storage tank and the hydraulic motor (Drehmotor).
- Hydraulic Motor (Drehmotor):** A motor that converts hydraulic energy into mechanical energy.
- Push Motor (Schubmotor):** A motor that converts hydraulic energy into linear motion.

The circuit is designed to charge the storage tank (Hydrospeicher) from the reservoir (Reservoir) through the pump (Pumpe) and the pressure-limiting valve (Druckbegrenzungsventil). The storage tank is connected to the 4/3-way valve (4/3-Wegeventil), which can direct flow to the hydraulic motor (Drehmotor) or the push motor (Schubmotor).

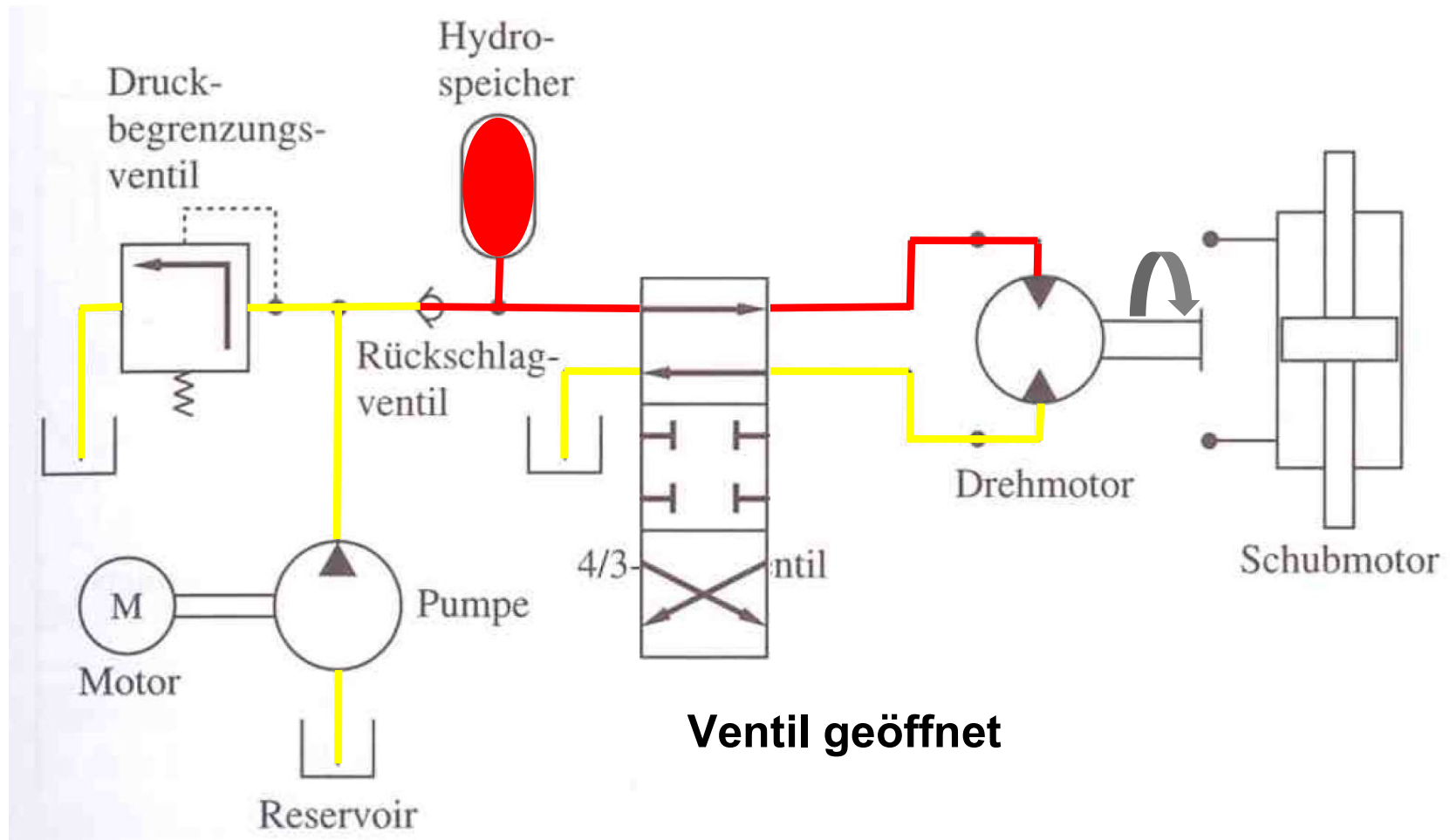
# Grundlagen hydraulischer Aktoren

## Beispiel für prinzipielle Funktionsweise – Closed-Center



# Grundlagen hydraulischer Aktoren

## Beispiel für prinzipielle Funktionsweise – Closed-Center



# Grundlagen hydraulischer Aktoren

## Symbolik nach DIN ISO 1219-1 (Auswahl)

lfd.Nr.	Symbol	Bedeutung
1		Strömungsrichtung des Fluids
2		Verstellbarkeit
3	Betätigungsarten	
3a		Muskelkraft
3b		Stößel oder Taster
3c		Feder
3d		Elektromagnet (schaltend)
3e		Proportionalmagnet

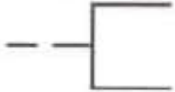
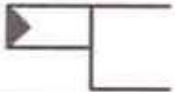




2  
Alg  
|

Will, Ströhl, Gebhardt:  
Hydraulik



# Grundlagen hydraulischer Aktoren







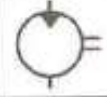

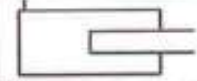
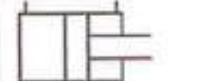
## Symbolik nach DIN ISO 1219-1 (Auswahl)

3f		hydraulisch direktwirkend
3g		hydraulisch indirektwirkend
3h		Elektromotor
4		Druckleitung, Rückflußleitung, elektrische Leitung
5		Steuerleitung, Leckleitung, Spül- oder Entlüftungsleitung
6		flexible Leitung
7		Leitungskreuzung (keine Verbindung)
8		Leitungsverbindung

Will, Ströhl, Gebhardt:  
Hydraulik

# Grundlagen hydraulischer Aktoren

## Symbolik nach DIN ISO 1219-1 (Auswahl)







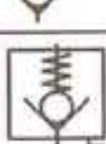
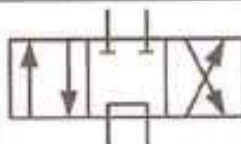
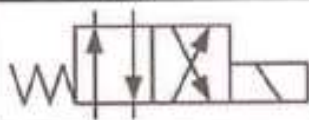
9		Entlüftung, kontinuierlich
10		Behälter, Leitungsende unterhalb des Fluidspiegels
11		Druckflüssigkeitsspeicher
12		Druckquelle
14		Pumpe mit konstantem Verdrängungsvolumen, einer Förderrichtung und einer Drehrichtung
15		Pumpe mit veränderbarem Verdrängungsvolumen und zwei Förderrichtungen
16		Rotationsmotor mit konstantem Verdrängungsvolumen und einer Drehrichtung
17		Rotationsmotor mit veränderbarem Verdrängungsvolumen und zwei Drehrichtungen
18		einfachwirkender Zylinder mit Tauchkolben
19		doppeltwirkender Zylinder mit einseitiger Kolbenstange

↓  
b  
|  
Energiebündler  
|

Will, Ströhl, Gebhardt:  
Hydraulik

# Grundlagen hydraulischer Aktoren

## Symbolik nach DIN ISO 1219-1 (Auswahl)

20		doppeltwirkender Zylinder mit zweiseitiger Kolbenstange
21		Teleskopzylinder einfachwirkend
22		Drosselventil einstellbar
23		Absperrventil
24	 140 bar $p \leq 140 \text{ bar}$	Rückschlagventil, ohne Druckabfall
25	 140 bar $p \leq 140 \text{ bar} + x$	Rückschlagventil, mit Druckabfall
26		Rückschlagventil, entsperrbar
27		4/3-Wegeventil Anzahl d. Stellungen Anzahl d. Anschlüsse
28		4/2-Wegeventil mit Elektromagnet und Federrückführung

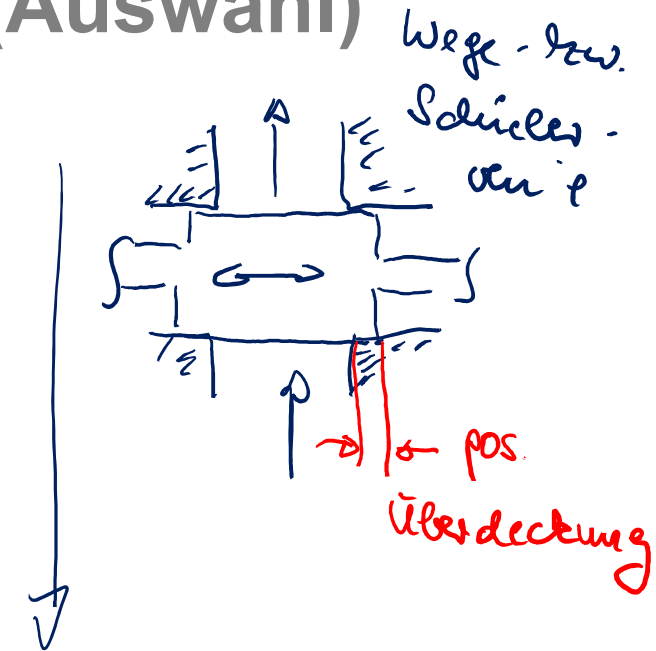
↓  
↑  
Energiespeicher

Will, Ströhl, Gebhardt:  
Hydraulik

# Grundlagen hydraulischer Aktoren

## Symbolik nach DIN ISO 1219-1 (Auswahl)

29		Servoventil, zweistufig, mit positiver Überdeckung
30		Druckbegrenzungsventil, direktgesteuert, mit externem Leckanschluß
31		Druckreduzierventil, einstufig,
32		2-Wege-Stromregelventil
33		3-Wege-Stromregelventil
34		Filter
35		Kühler
36		Vorwärmer
37		Manometer
38		Volumenstrommesser
39		Thermometer



Sitzventil

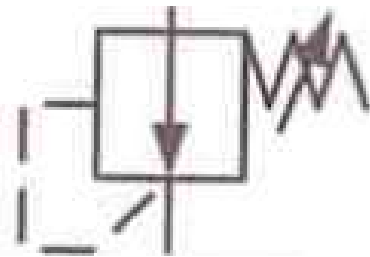
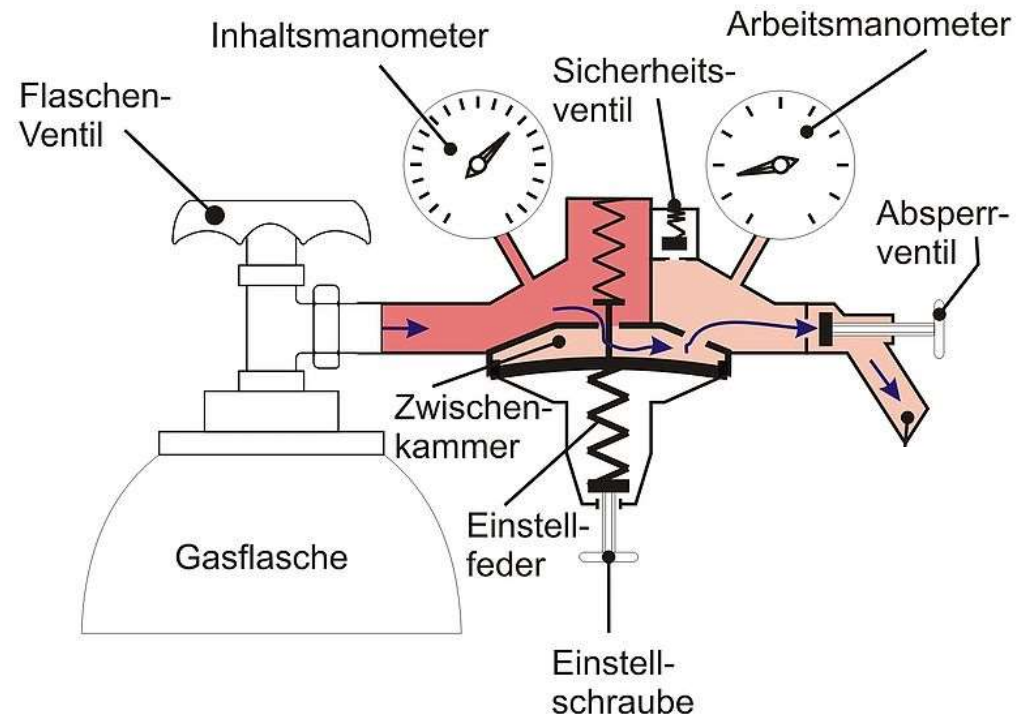


Will, Ströhl, Gebhardt:  
Hydraulik



# Grundlagen hydraulischer Aktoren

## Druckreduzierventil - Beispiel



# **Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**