

# Servo Hydraulik

Umfassend, unkompliziert und schnell

Elektro-hydraulische  
Linearverstärker  
*Electro hydraulic  
Linear Amplifiers*

NC-Ventile  
*NC-Valve*

Elektro-hydraulische  
Drehmomentverstärker  
*Electro hydraulic  
Torque Amplifiers*

- 3-9 Elektro-hydraulische Linearverstärker  
*Electro hydraulic Linear amplifier*
- 10 Autonome NC-Ventile  
*Autonomous NC-Valves*
- 11-17 Elektro-hydraulische Drehmomentverstärker  
*Electro hydraulic Torque amplifier*
- 18 Zubehör  
*Optional Accessories*
- 19 Betriebshinweise  
*Operating directions*

# Elektro-hydraulische Linearverstärker

## *Electro hydraulic Linear amplifier*

### Antriebskonzept

Die Linearverstärker (Fig. 1) stellen eine äusserst leistungsfähige hydraulische Antriebseinheit für präzise und reaktionsschnelle lineare Stellbewegungen dar.

Die Ansteuerung erfolgt über einen elektrischen Schrittmotor oder über einen Servomotor, dessen leistungsschwache Drehbewegung der Linearverstärker mit bestimmtem, wählbarem Übersetzungsverhältnis in translatorische Ausgangsbewegung umwandelt und um ein Vielfaches verstärkt.

Die hydraulische Steuerung beruht auf dem Prinzip der bekannten Nachlaufsteuerung. Kennzeichnendes Merkmal dieser Steuerung ist, dass die Rückstellbewegung der Ansteuerbewegung entgegenwirkt und den Ölfluss vom Steuerorgan (NC-Ventil) zum Kraftorgan (Hydrozylinder) ständig zu unterbrechen sucht. Der Stillstand wird erreicht, sobald die Steuerbewegung beendet ist. So ein System arbeitet weitgehend rückwirkungsfrei, da die lastseitigen Störeinflüsse hydraulisch ausgeregelt werden und keinen Einfluss auf die elektrische Regelung haben.

Der wesentliche Vorteil der beschriebenen Antriebskonzeption liegt in der einfachen und exakten Regelbarkeit des Pilotmotors und der folgetreuen Bewegungsübertragung des Linearverstärkers bei gleichzeitiger Kraftverstärkung. Die direkte Kraftübertragung der Kolbenstange auf das zu bewegende Maschinenteil und die ausserordentlich hohe Steifigkeit gegenüber äusseren Belastungen bilden eine weitere Voraussetzung für dieses leistungsstarke Antriebssystem. Mit dem Linearverstärker, der mit seiner Präzision und Dynamik die höchsten Ansprüche erfüllt, steht ein neues wichtiges Bauelement zur Automatisierung von mechanischen Prozessen zur Verfügung, mit dem sowohl Vorschubbewegungen wie auch genaue Positionierungen ausgeführt werden können.

### Drive concept

*The linear amplifiers (Fig. 1) constitute extremely high capacitive drive units intended for applications where precise and rapid positioning movements are required.*

*Control is either through a stepping motor, or a Servomotor. The low-power pilot motor rotation is converted by the linear amplifier at a predetermined transmission ratio into a highly amplified translatory output movement. The hydraulic control principle applied is the so-called «follow-up» system. The characteristic feature of this system is that the output movement counteracts the input movement and constantly controls the flow of oil from the control unit (NC-valve) to the power element (hydraulic cylinder). Stall is achieved immediately the control movement has ended. External load is hydraulically compensated and does not affect electrical regulation. Such systems are virtually non-reactive in function.*

*The outstanding advantage of this concept is the ease and precision of pilot motor control and the fidelity of movement transmission by the linear amplifier, combined with simultaneous power amplification. The direct transmission of thrust forces from the piston rod to the machine element being positioned, plus the exceptionally high stiffness against variable machine side load conditions are also features inherent in this high capacitive drive system. Due to its superior accuracy and dynamics, the linear amplifier constitutes a new and important design element for use in the automation of mechanical processes, in particular for feed and precision positioning applications.*



# Elektro-hydraulische Linearverstärker

## Electro hydraulic Linear amplifier

### Konstruktiver Aufbau

Im Linearverstärker LV ist das NC-Ventil mit dem Hydrozylinder in einer baulichen Einheit zusammengefasst. Durch das integrierte Bindeglied Spindel-Spindelmutter wird der Linearverstärker zu einem Stellantrieb, der einen geschlossenen mechanisch-hydraulischen Lageregelkreis bildet.

### Wirkungsweise (Fig. 2)

Eine Drehung der Pilotmotorwelle bewirkt das Ein- und Ausschrauben der Steuerwelle in der Gewindebühse und die Auslenkung des Vierkanten-Steuerkolbens des NC-Ventils. Bei der daraus resultierenden Bewegung des Arbeitskolbens wird die Spindel durch die steilgängige Spindelmutter so in Drehung versetzt, dass die spindelstirnseitig befestigte Gewindebühse die Steuerwelle wieder in Richtung Ausgangslage schraubt und den Steuerkolben wieder in Schliessposition bringt.

Bei fortgesetzter Drehung der Pilotmotorwelle folgt der Arbeitskolben der vorgegebenen Eingangsbewegung (Rechtsdrehung = Einfahren der Kolbenstange, linksdrehung = Ausfahren der Kolbenstange), jedoch immer mit einem gewissen Nachlauf. Das Stillsetzen des Pilotmotors hat das Schliessen der Steuerkanten (P und T) zur Folge. Der Arbeitskolben kommt somit zum Stillstand und die Nachlaufgrösse bzw. Regelabweichung wird zu Null.

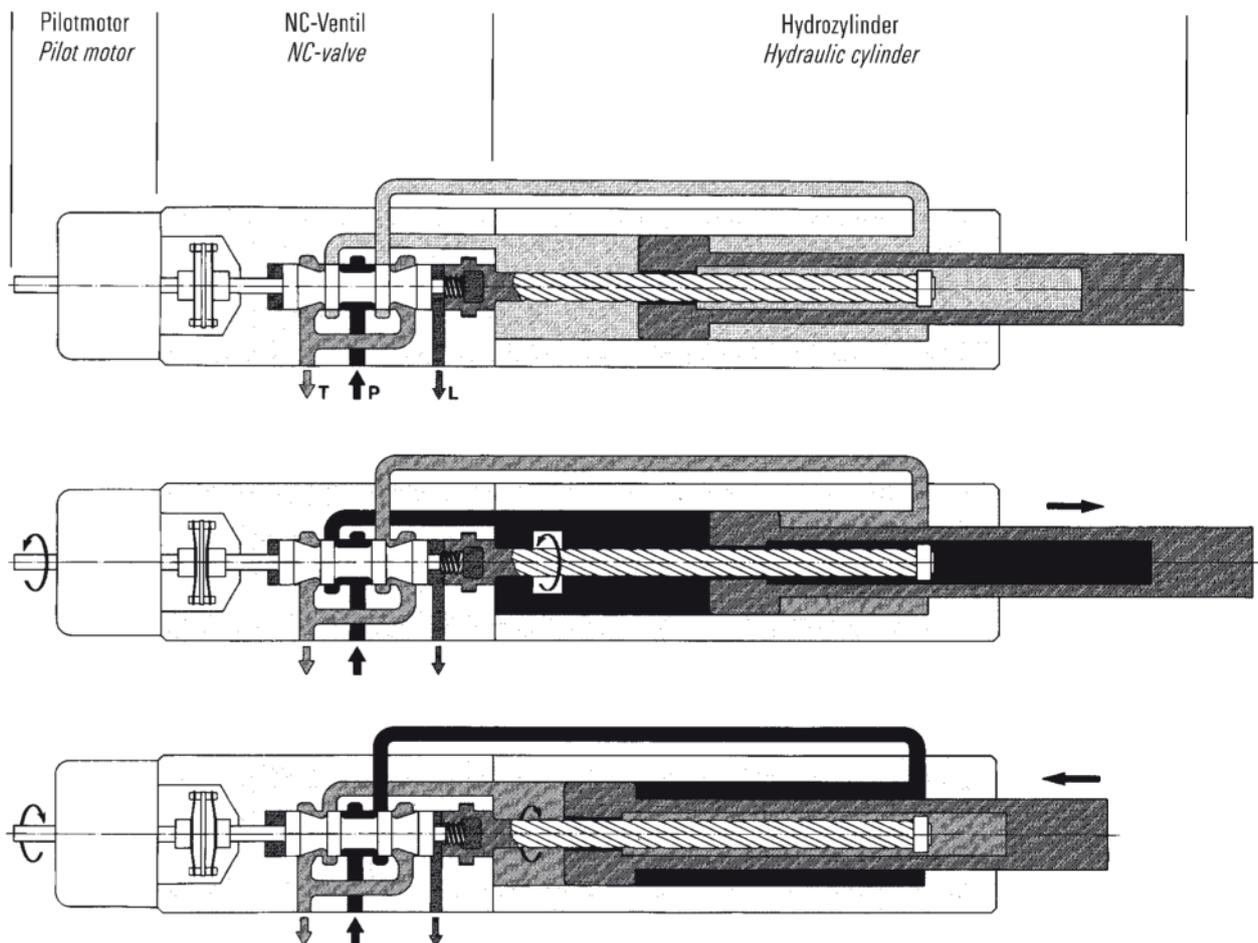
### Layout

In the linear amplifier, the NC-valve and the hydraulic cylinder form a combined element. Through the integrated screw/nut-connection the linear amplifier becomes a servo-drive and forms a mechanical-hydraulic, closed loop control circuit.

### Function (Fig. 2)

Pilot motor shaft rotation screws the control shaft into, or out of the threaded bush and displaces the NC-valve spool accordingly. Through the resultant movement of the actuating piston, the spindle is rotated by the coarse pitch spindle nut. Consequently, the threaded bush screws back the pilot shaft, thus returning the NC-valve spool to the closed position. As the pilot motor shaft continues to turn, the actuating piston follows suit, depending on the given sense of rotation (clockwise = piston rod retracts, counterclockwise = piston rod extends), but always with a slight lag. Stopping the pilot motor causes the two control parts (P and T) to be closed off. The actuating piston comes to rest and the lag, i.e. the deviation is annulled.

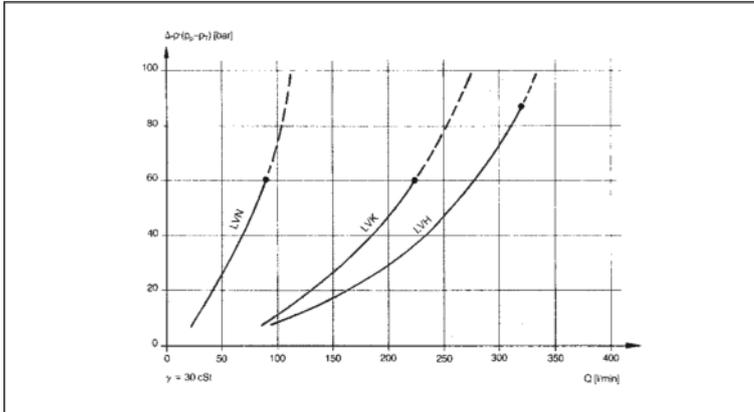
Fig. 2



# Elektro-hydraulische Linearverstärker

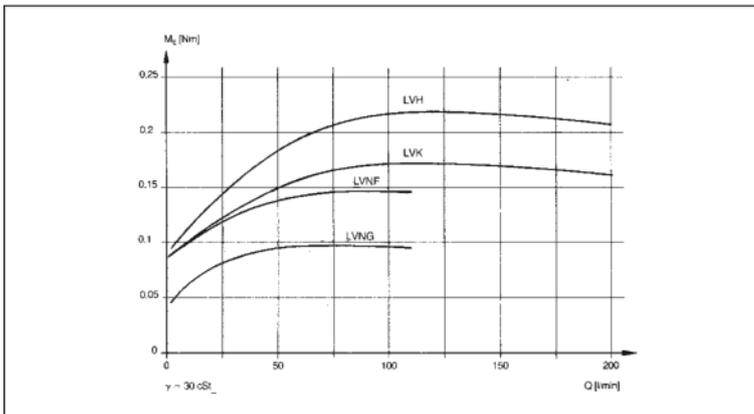
## Electro hydraulic Linear amplifier

### Kennlinien Characteristics



Durchflusskennlinie  $Q = f(\Delta p)$   
Durchfluss durch das NC-Ventil bei voller  
Steuerschiebeöffnung.

Flow rate  $Q = f(\Delta p)$   
Flow rate through control section at fully opened NC-valve.



Drehmomentkennlinie  $ME = f(Q, pS)$   
Erforderliches max. Antriebsmoment an der Steuerwelle

Torque  $ME = f(Q, pS)$   
Required maximum drive moment at the control shaft.

### Hubinkremente und Genauigkeitswerte Performance of Linear Amplifier

Spindelsteigung Spindle pitch		mm	8	10	20	40	50	100
Hubinkrement pro Schritt Stroke increment per step	200 Schr/u steps/rev	mm	0.04	0,05	0,1	0.2	0,25	0,5
	400 Schr/u steps/rev	mm	0,02	0,025	0,05	0.1	0,125	0,25
	500 Schr/u steps/rev	mm	0.016	0,02	0.04	0.08	0.1	0,2
	1000 Schr/u steps/rev	mm	0.008	0,01	0,02	0.04	0,05	0.1
	Zusatzgetriebe additional gear	Verfeinerung des Hubinkreementes ist von Getriebeübersetzung abhängig (bitte um Rückfrage) improved stroke increment depends on gear ratio (please contact us)						
Positioniergenauigkeit* Positioning accuracy*		mm	<0,03		<0,08		<0,2	
Wiederholgenauigkeit Reproducibility		mm	<0,008		<0,05		<0,12	
Max. Umkehrfehler Max. reversal error		mm	0.008		0,05		0,12	

\*Vorwiegend von den Einsatzbedingungen abhängig  
\*mainly depending on operational conditions

# Elektro-hydraulische Linearverstärker

## Electro hydraulic Linear amplifier

### Einsatzarten

Mit Linearverstärkern können folgende Steuerungen ausgeführt werden:

- Digital- oder Analogsteuerung je nach Wahl des Pilotmotors (Schrittmotor, Servomotor)
- Geschwindigkeits-/Drehzahlregelkreis
- Lageregelkreis
- Punkt-zu-Punkt-Steuerung
- Streckensteuerung
- Bahnsteuerung
- Zählsteuerung
- Synchronlaufsteuerung
- Kraft-/Drehmomentregelung

### Linearverstärker

angesteuert über Schrittmotor

Der Pilotmotor, in diesem Fall ein elektrischer Schrittmotor (ESM), wird von einer Steuerlogik angesteuert und führt pro Steuerimpuls einen definierten Winkel-Schritt aus. Der ESM wirkt als Steuer- und Messsystem, weshalb man bei Positionierungssystemen mit ESM von einem offenen Regelkreis spricht (Fig. 3). Da der Linearverstärker intern einen Lageregelkreis bildet, ist jedem Schritt des ESM ein genau definiertes Hubinkrement des Arbeitskolbens zugeordnet. Es können am Hydro-zylinder Hubinkremente von 0.002 bis 0.5 mm (siehe Technische Daten) mit grosser Genauigkeit verfahren werden, ohne dass die Position durch ein aufwendiges Messsystem erfasst werden muss. Die Kolbengeschwindigkeit des Zylinders entspricht der Frequenz der Steuerimpulse und kann damit sehr genau eingestellt werden. Ein weiterer Vorteil des schrittmotorgesteuerten Linearverstärkers liegt darin, dass mehrere Zylinder – auch unterschiedlicher Grösse – von derselben Logik gesteuert werden können, wodurch ein absoluter Gleichlauf gewährleistet wird.

Mit dem Faktor K wird bei der G-Ausführung das mechanische Übertragungsverhältnis – Steuergewindesteigung zu Spindelsteigung – berücksichtigt.

### Applications

The following control functions are possible

- Digital or analog control, depending on the choice of pilot motor (stepping motor or Servomotor)
- speed control
- Position control
- Point-to-point control
- Straight-out control
- Continuous path control
- Counting control
- Synchronizing control
- Power / torque control

### Linear Amplifier

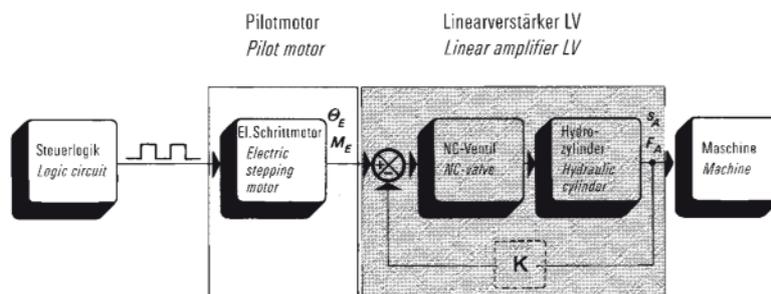
controlled by a Stepmotor

The electric stepping motor (ESM) is controlled by a logic circuit and advances by an angle of increment per control impulse. The ESM functions simultaneously as a control and measuring system, for which reason, positioning system employing ESM's are referred to as «open loop» types (Fig. 3). As the linear amplifier itself forms an internal position control loop, each step of the ESM corresponds to a precisely defined stroke increment of the actuating piston. Because the hydraulic cylinder can be precisely displaced by stroke increments of 0.002–0.5 mm [see technical specifications] there is no need for external position measuring systems. Cylinder piston speed matches the control impulse frequency and can therefore be set very accurately.

A further advantage of the stepping motor controlled linear amplifier is that several cylinders – even of different sizes – can be controlled by the same logic circuit, thereby ensuring absolutely synchronous running.

In the G-variant factor K takes the mechanical transmission ratio – control thread pitch to spindle pitch – into account.

Fig. 3



# Elektro-hydraulische Linearverstärker

## Electro hydraulic Linear amplifier

Linearverstärker

angesteuert über Servomotor

Der Linearverstärker wird von einem Servomotor mit Geschwindigkeitsrückführung oder Geschwindigkeits- und Positionsrückführung angesteuert.

Geschwindigkeitsregelung

Den eigentlichen Geschwindigkeitsregelkreis (Fig. 4) bildet der Servomotor mit dem Geschwindigkeitssensor, dessen Signal auf den elektronischen Servoverstärker (ESV) zurückgeführt wird.

Laständerungen des Linearverstärkers haben keinen Einfluss auf die Vorschubgeschwindigkeit, da der Linearverstärker praktisch rückwirkungsfrei arbeitet und gegenüber äusseren Belastungen eine hohe Steifigkeit hat.

Lageregelung

Aus dem Geschwindigkeitsregelkreis wird ein Lageregelkreis (Fig. 5), wenn zusätzlich ein Positionsmessgeber zum Erfassen der Position eingebaut wird. Die Anordnung Servomotor-Linearverstärker bleibt dabei unverändert. Der Lageregelkreis kann entweder über eine direkte Lageerfassung an der Kolbenstange oder eine indirekte Lageerfassung an der Pilotmotorwelle geschlossen werden. Bei diesem System spricht man deshalb, im Vergleich zu schrittmotorgesteuerten Antrieben, von einem geschlossenen Regelkreis. Als Messelemente kommen alle bekannten digitalen und analogen Messsysteme zur Erfassung von Winkel und Weg in Betracht.

Linear amplifier

controlled by a Servomotor

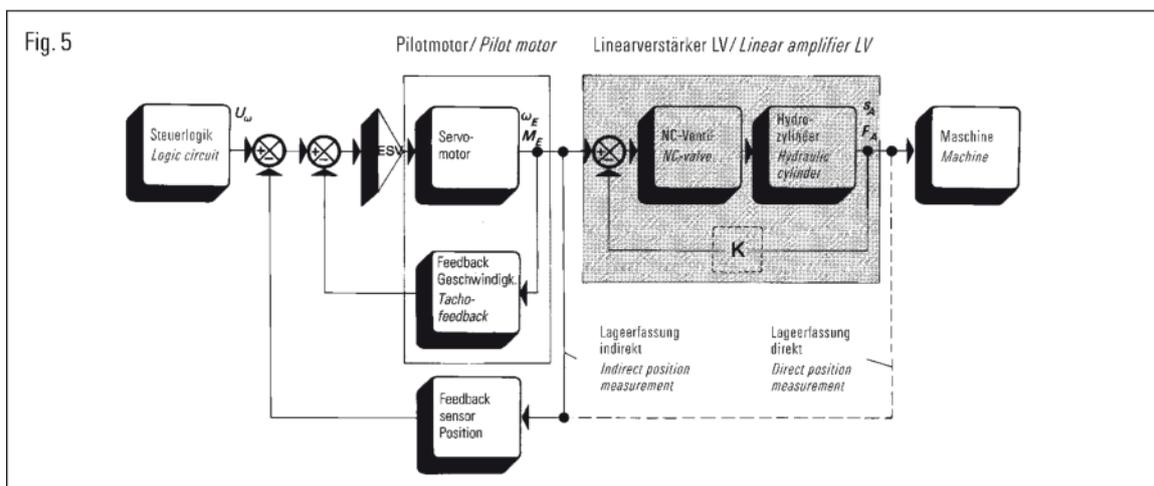
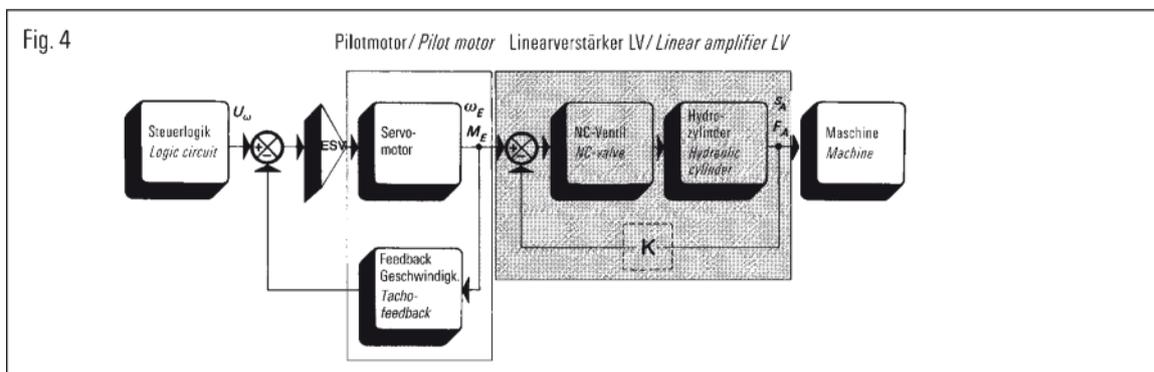
In this system, the pilot motor is a servomotor with a velocity feedback, or velocity, and position feedback.

Velocity Control

The actual speed control loop (Fig. 4) is formed by a servo-motor with tacho feedback whose signals are relayed back to the servo-amplifier ESV. As the linear amplifier function is virtually nonreactive and highly resistant to external loading, fluctuating load conditions do not affect the feed rate.

Position Control

Speed control loops can be converted to position control (Fig. 5) by integrating a position transducer to register position. The servomotor/linear amplifier configuration remains unchanged. The position control loop can be closed either via direct position pickup at the piston rod, or indirectly at the pilot motor shaft. Contrary to stepping motor drives, this systems is known as the «closed loop» type. Any commercially available digital or analog angle or position measuring system can be used for the purpose.



# Elektro-hydraulische Linearverstärker

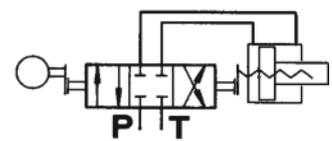
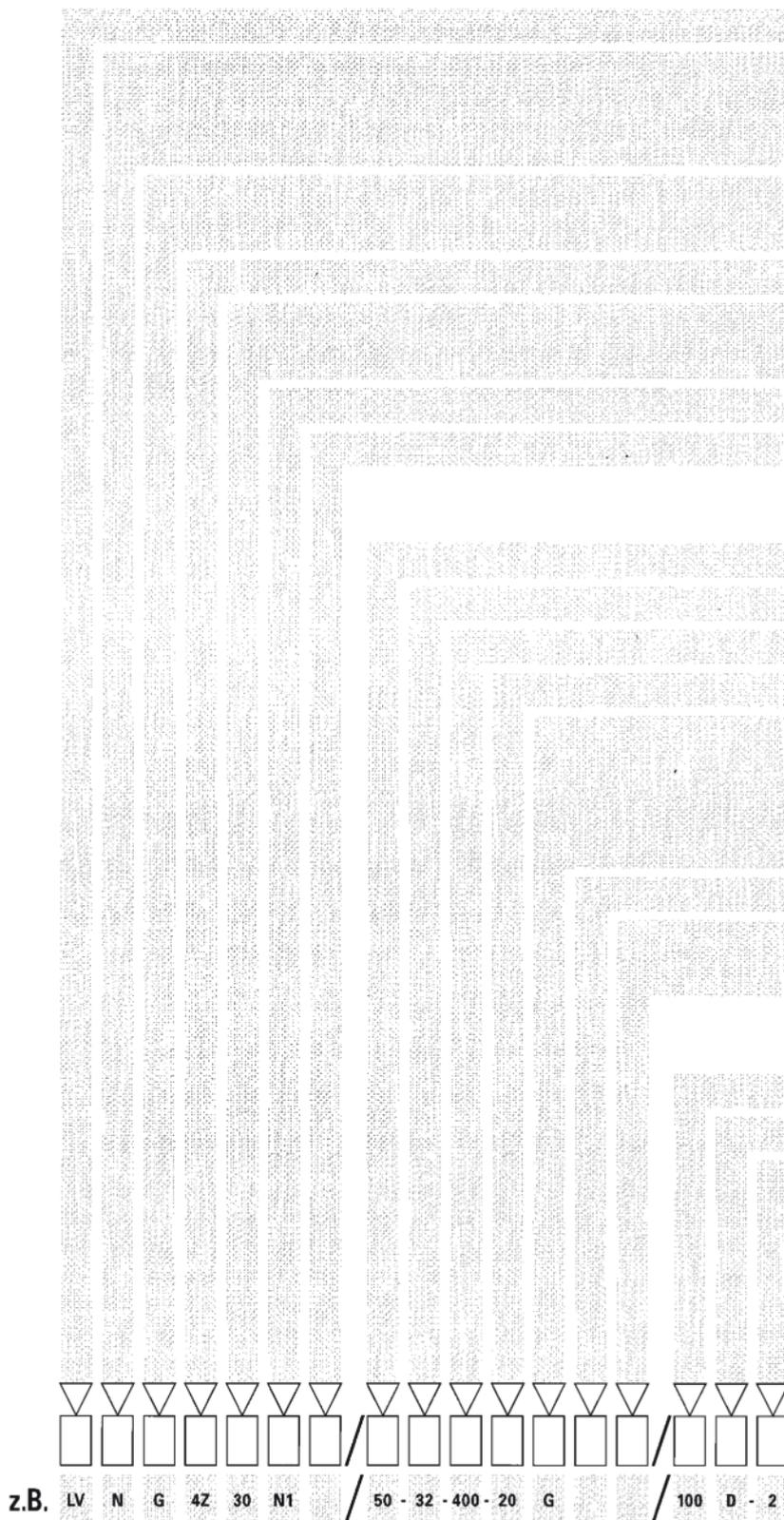
## Electro hydraulic Linear amplifier

Typenschlüssel / Ordering Code

Code	Steuerteil Control unit
LV	Hydr. Linearverstärker Hydraulic linear amplifier
N	Ventil-Baugröße N Valve-size N
K	Ventil-Baugröße K Valve-size K
H	Ventil-Baugröße H Valve-size H
F	F-Variante F variant
G	G-Variante G variant
4Z	Steuerschieberart Valve spool type
30	Steurgewindesteigung (G-Variante) Control-screw pitch (G-variant)
00	(F-Variante) (F-variant)
N1, N2 ...	Überlastsicherung Overload protection
M1, M2 ...	Zusatzventil, Anschlussplatte, ... Special housing ...

Code	Zylinder Cylinder
50	Kolbendurchmesser Piston diameter
32	Kolbenstangendurchmesser Piston rod diameter
400	Zylinderhub Cylinder stroke
20	Spindelsteigung Spindle pitch
F	Hanschbefestigung/ Flange
G	Grundausführung/ Standard execution
U	Fussbefestigung/ Foot
S	Schwenkausführung/ Central pivot lug
A01, A02, ...	Zylinder-Sonderausführung Cylinder in special execution
K01, K02, ...	Kolbenstangenklemmung Piston rod blocking
ohne Bez. no des.	160 bar-Zylinder 160 bar-cylinder
H	300 bar-Zylinder (LVH) 300 bar-cylinder (LVH)

Code	El. Antrieb El. drive
100	Pilotmotorart Pilot motor type
D	Getriebe-Ausführung Gear type
2	Übersetzungsverhältnis Gear ratio



# Elektro-hydraulische Linearverstärker

## Electro hydraulic Linear amplifier

### Technische Daten / Technical specifications

Kenngrosse/Parameters	Dimension	LVNF	LVNG	LVKF	LVKG
Max. Betriebsdruck Max. working pressure	1) Bar	160		160	
Durchfluss bei $\Delta p=30\%$ pmax max. flow rate	1) l/min.	80		200	
Stellkraft Positioning force	N	von Zylindergrösse abhängig depends on cylinder size			
Vorschubgeschwindigkeit Feed rate	m/min.	von Zylindergrösse abhängig depends on cylinder size			
Spindelsteigung Spindle pitch	mm	8;10	20;40;50; 100	8;10	20;40;50; 100
Trägheitsmoment der Kupplung und der Steuerwelle Inertia moment of coupling and of pilot shaft	kg cm <sup>2</sup>	*	0.03	*	0.065
Max. Drehmoment an der Steuerwelle Max. Torque at pilot shaft	Nm	0.15	0.1	0.18	0.18
Erf. max. Leistung des Pilotmotors bei 100% ED Max. power of pilot motor at 100% duty cycle	W	50	30	55	55
Max. Leckölmenge bei pmax. max. leakage flow reate at pmax.	l/min.	0.15	0.07	0.2	0.07
Max. Nulldruchfluss bei pmax. Zero flow rate at pmax.	l/min.	0,7**	1,5**	0,7**	2,5**
Druckmedium Pressure media	Marken-Hydrauliköl auf Mineralölbasis, schwerentflammbare Flüssigkeiten *** mineral based hydraulic oils, fire resistand fluids ***				
Viskosität (Empfehlung) Viscosity (recommended)	cSt	ca. 37 bei 50°C approx. 37 at 50°C			
Temperatur Temperature	°C	<70			
Filterung (Empfehlung) Filtration (recommended)	ISO 4406	Reinheitsklasse 15/12 (in Spezialfällen 13/9) Cleanliness level "15/12" (in special cases "13/9")			

1) Sonderausführungen  
Max. Betriebsdruck: 300 bar  
Max. Durchfluss: 1000l/min.  
1) special models  
Max.: working pressure: 300bar  
Max. Flow rate: 1000l/min.

\* Berücksichtigt werden muss Gesamtträgheitsmoment von Kupplung, Steuerwelle und Spindel.  
Total inertia moment of coupling, pilot shaft and spindle must be considered.

\*\* Vorwiegend von Steuerschiebergeometrie und Viskosität abhängig.  
Primarily dependent on servo-valve geometry and viscosity

\*\*\* Bei Betrieb mit schwerentflammaren Flüssigkeiten bitten wir grundsätzlich um Rückfrage.  
Please contact us before using fire resistant fluids.

Die Werte für Eigenfrequenz, Geschwindigkeits- und Kraftverstärkung werden nach Festlegung der Zylindergrösse ermittelt.  
Natural frequency, speed and power amöification figures are determined after selecting dylinder size.

Zylinder  
- Standard-Kolben Ø32-200 mm  
- Standard-Hublänge bis 1200 mm (Speziallänge bis 3000 mm)  
- Im handelsüblichen Ausführungsvarianten  
- Sonderausführungen auf Wunsch

Cylinders  
- Standard piston Ø32-200 mm  
- Standard strokes up to 1200 mm (special lengths up to 3000 mm)  
- Commercial type models  
- Special models optional

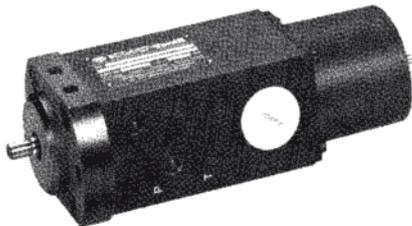
# Autonome NC-Ventile

## Autonomous NC-Valves

Der elektrohydraulische Linearverstärker mit integriertem elektrischem Pilotmotor, NC-Ventil und Hydrozylinder ist eine vom Werk optimierte Antriebseinheit. Das NC-Ventil ist auch autonom einsetzbar und die folgenden Beispiele zeigen einige Anbau- und Kombinationsmöglichkeiten. Auf Grund des bekannten Steuerprinzips bieten sich ausser Spindel und Spindelmutter (Fig. 7) auch andere Rückführelemente an. So ergibt zum Beispiel die Kombination Steuerteil-Zahnrad-Zahnstange-Zylinder (Fig. 8) eine weitere interessante Ausführungsart des Linearverstärkers. Auf die gleiche Art können auch hydraulische Drehmomentverstärker zusammengesetzt werden, indem zum Steuerteil rotative Rückführelemente (z.B. Zahnräder, Zahnriemen etc.) in Verbindung mit Hydromotoren gebracht werden (Fig. 9).

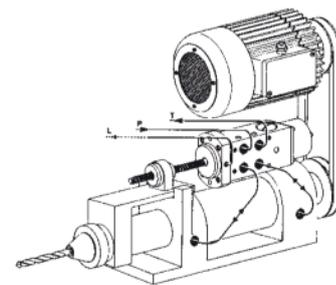
The electro-hydraulic linear amplifier with its integrated electric pilot motor, NC-valve and hydraulic cylinder, represents an optimized drive unit. It is possible, however, to combine the autonomous hydraulic control unit with custom-built drive elements. In addition to the screw and spindle system (Fig. 7), the design principle permits the use of alternative return elements. An interesting linear amplifier configuration, for example is the combination: control unit-track and pinion-cylinder (Fig. 8). Hydraulic torque amplifiers can also be set up in this manner by connecting rotating return elements (e.g. gears, timing belts etc.) in combination with hydraulic motors, to the control unit (Fig. 9).

Fig. 6



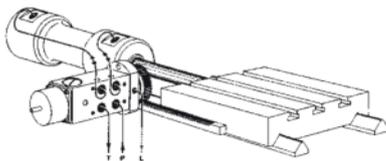
NC-Ventil digital oder analog ansteuerbares Servoventil mit mechanischer Rückführung  
*NC-valve digitally or analog controlled servo-valve with mechanical feedback*

Fig. 7



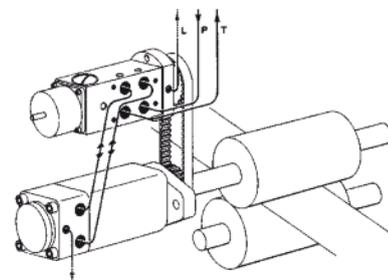
Regelung einer hydraulischen Bohreinheit über NC-Ventil  
*NC-valve controlling hydraulic drilling-unit*

Fig. 8



Regelung eines Hydraulikzylinders über NC-Ventil  
*NC-valve controlling hydraulic cylinder*

Fig. 9



Regelung eines Hydraulikmotors über NC-Ventil  
*NC-valve controlling hydraulic motor*

# Elektro-hydraulische Drehmomentverstärker

## *Electro hydraulic Torque amplifier*

### Antriebskonzept

Die Drehmomentverstärker (Fig. 10) wurden als Antriebsmotor für Positions-, Geschwindigkeits- und Kraftregelsysteme mit hohen Anforderungen an die Regelgüte konzipiert. Geringe Massenträgheit, minimale Reibung und grosse Steifigkeit ergeben die Voraussetzung für präzise und reaktionsschnelle Stellbewegungen.

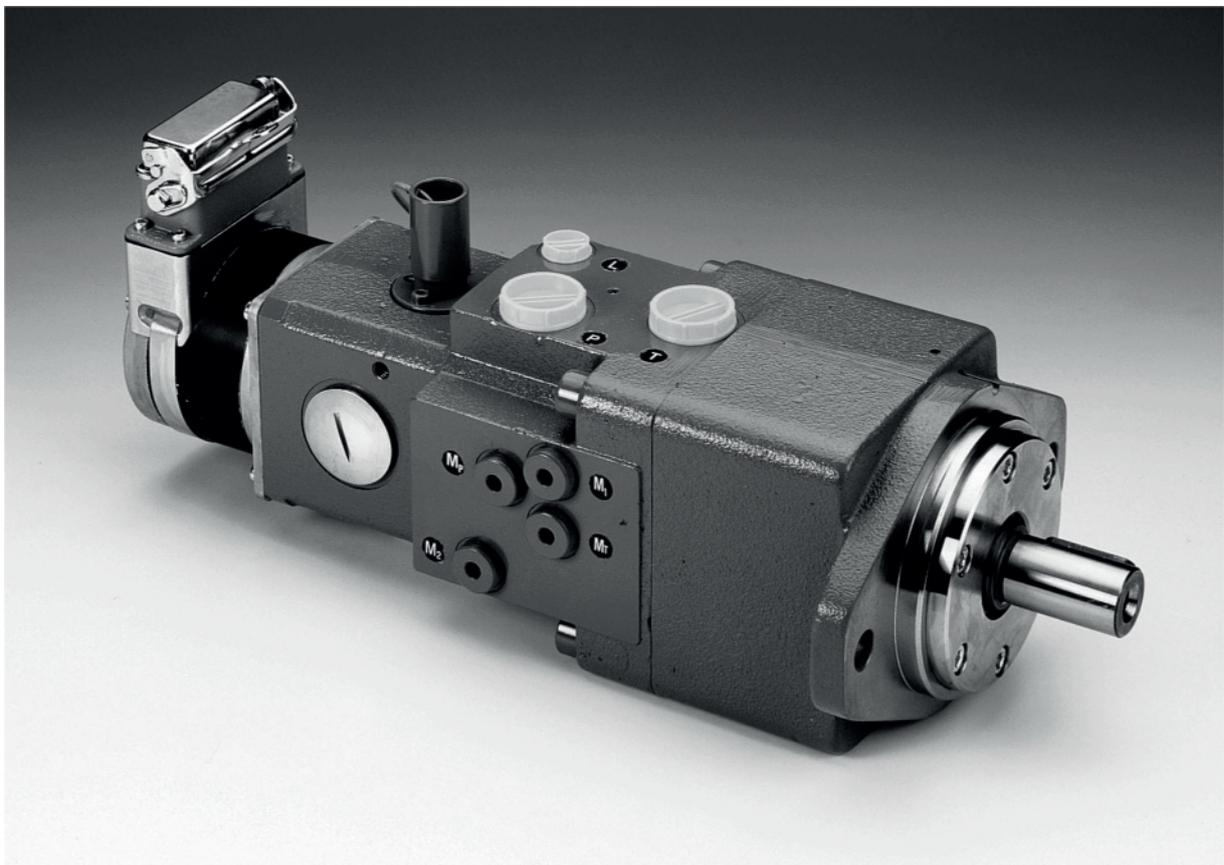
Die Ansteuerung erfolgt entweder über einen elektrischen Schrittmotor oder über einen Servomotor. Die von der elektronischen Steuerlogik ausgehenden Informationen steuern einen angebauten elektrischen Pilotmotor von geringer Leistung, dessen Drehbewegung der Hydromotor unter Abgabe eines hohen Drehmoments präzise folgt.

Der Hydromotor wirkt somit als Drehmomentverstärker des Pilotmotors, wobei dessen leichte Regelbarkeit mit der grossen Kraft des Hydromotors gepaart wird. Die daraus resultierenden besonderen Eigenschaften machen unsere Drehmomentverstärker zu einem wichtigen Bauelement zur Automatisierung von mechanischen Prozessen – als Bindeglied zwischen der elektronischen Steuerlogik und der zu steuernden Maschinenfunktion. Es können die verschiedensten Bewegungsarten, oft ohne Zwischengetriebe, direkt erzeugt werden, wobei die auftretenden Beschleunigungs- und Reibkräfte überwunden werden, ohne dass dabei die Genauigkeit des Regelvorgangs nennenswert beeinträchtigt wird.

### Drive concept

*Torque amplifiers (Fig. 10) are high capacity drives designed for applications where fast and accurate movements are required. Position, velocity and force control systems can be obtained. These stiff, low inertia, minimal friction drives are essential for accurate high dynamic movements.*

*Control is either through a stepping motor or a Servomotor. The low power pilot motor rotation is converted by the hydraulic motor at a predetermined transmission ration into a high torque rotary output. The outstanding advantage of this concept is the simplicity and precision of the pilot motor control in combination with the fidelity of rotation by the torque amplifier with simultaneous power amplification. Due to their superior accuracy and dynamics the torque amplifiers are an important design element in the automation of mechanical processes. A wide range of movements can be realized without intermediate gear boxes. Acceleration and friction forces are compensated with negligible influence to the accuracy of the control process.*



# Elektro-hydraulische Drehmomentverstärker

## Electro hydraulic Torque amplifier

Wirkungsweise (Fig. 11)

Die Drehmomentverstärker bestehen aus 3 Elementen: Hydromotor, NC-Ventil und Pilotmotor. Das NC-Ventil liegt zwischen dem Hydromotor und dem Pilotmotor und enthält die Vierkantensteuerschieber. Der Steuerschieber ist über ein Steergewinde mit dem Hydromotor gekoppelt. Durch die Drehung des Pilotmotors wird der Ventilkolben axial ausgelenkt und steuert das Öl in den Hydromotor, der jetzt der Pilotmotorwelle folgt. Dadurch wird über das Steergewinde der Steuerschieber wieder in die Nulllage zentriert. Beim Stillsetzen des Pilotmotors hat dies das Abschneiden des Ölstroms und damit den Stillstand des Hydromotors zur Folge. Bei fortgesetzter Drehung des Pilotmotors in der einen oder anderen Richtung folgt jedoch der Hydromotor diesem mit einer gewissen Regelabweichung, die vom nutzbaren Druckgefälle, der Belastung des Drehmomentverstärkers und dem Trägheitsmoment der Last abhängt. Bei Stillstand wird die Regelabweichung zu Null. Der Pilotmotor betätigt nur das NC-Ventil, wobei der Hydromotor jeder Art von Steuerbewegung nachfolgt. Daher erfolgt keine Rückwirkung der Motorlast auf die Welle des Pilot-motors, und das Abtriebsmoment des Pilotmotors ist lastunabhängig.

Operating principle (Fig. 11)

Torque amplifiers consist of three main elements, hydraulic motor, NC-valve and pilot motor. The NC-valve comprises a three position, four way, servo type spool with mechanical feedback facility. The valve is located between the hydraulic motor and the pilot motor with the feedback taken directly from the hydraulic motor rotor. The subsequent oil flow is directed via the spool to the hydraulic motor, which now follows the pilot motor rotation. The NC-valve spool is moved via the threaded bush combination axially towards its centre position. Stopping the pilot motor cuts the oil flow and the hydraulic motor stops. If the pilot motor continues to turn in either direction, the hydraulic motor will follow with a certain time lag, depending on the required differential pressure due to the acceleration of the moment of inertia and the actual speed. In the stationary position the deviation is annulled. The pilot motor actuates the NC-valve only, and the hydraulic motor follows this command movement. Influences from the load side are not reflected to the pilot motor and therefore the torque requirement to the pilot motor is load independent.

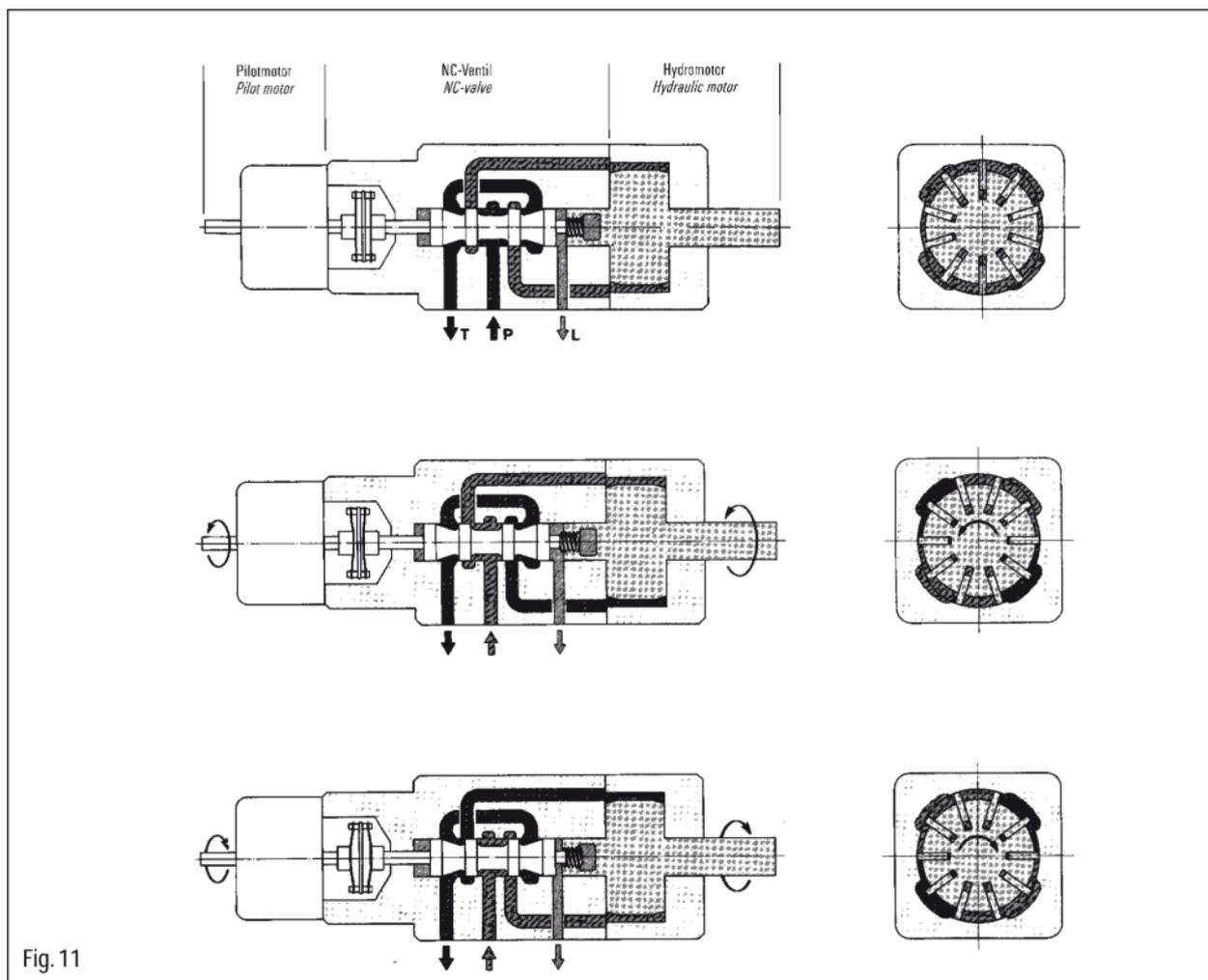


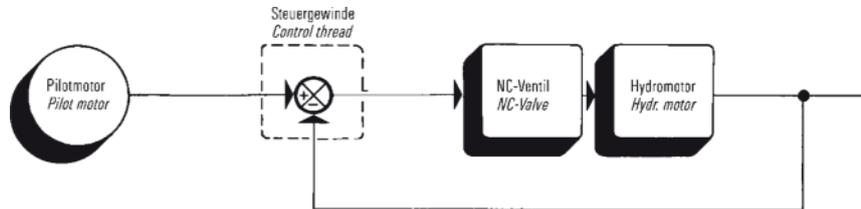
Fig. 11

# Elektro-hydraulische Drehmomentverstärker

## Electro hydraulic Torque amplifier

Konstruktiver Aufbau

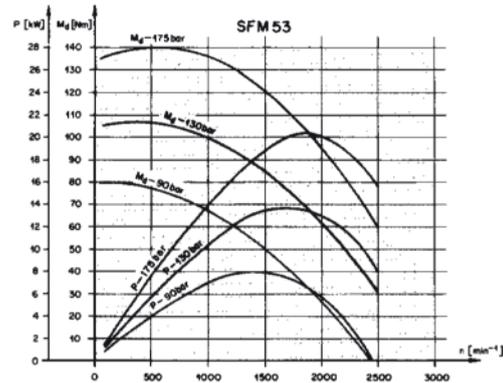
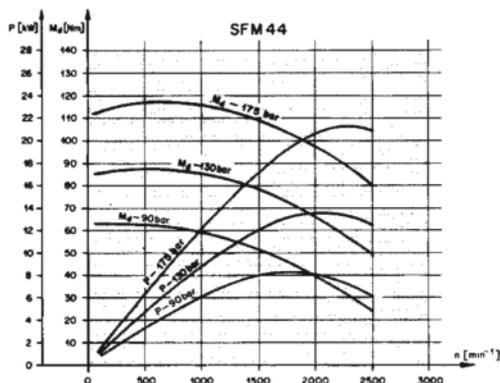
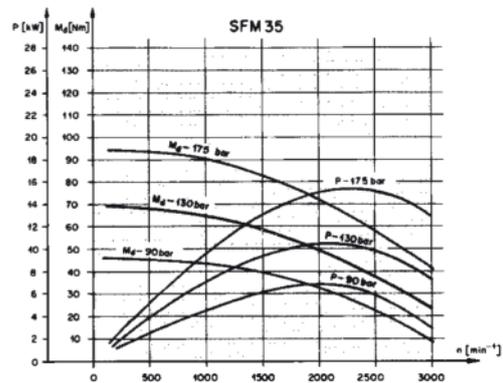
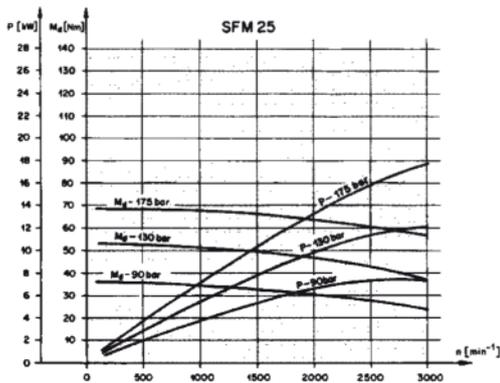
Design



Die Drehmomentverstärker basieren jeweils auf bewährten Hydromotoren. Bei der Typenreihe SFM handelt es sich dabei um einen druck- und masseausgeglichenen Flügelzellenmotor. Das Steuerungsprinzip des Drehmomentverstärkers ist als sogenannte «Hydraulische Nachlaufsteuerung» von Kopiersteuerung und Servolenkung her seit langem bekannt. Regeltechnisch gesehen bildet der Drehmomentverstärker einen geschlossenen mechanisch-hydraulischen Regelkreis.

The torque amplifier concept is based on approved hydraulic motors. The range SFM consists of a pressure and mass compensated vane type hydraulic motor. Torque amplifiers are based on the well established mechanical follow up system commonly used in power steering and copying systems to form a closed hydromechanical position loop system.

Drehmoment und Leistungskennlinien SFM  
Characteristics of torque and power SFM



# Elektro-hydraulische Drehmomentverstärker

## Electro hydraulic Torque amplifier

### Einsatzarten

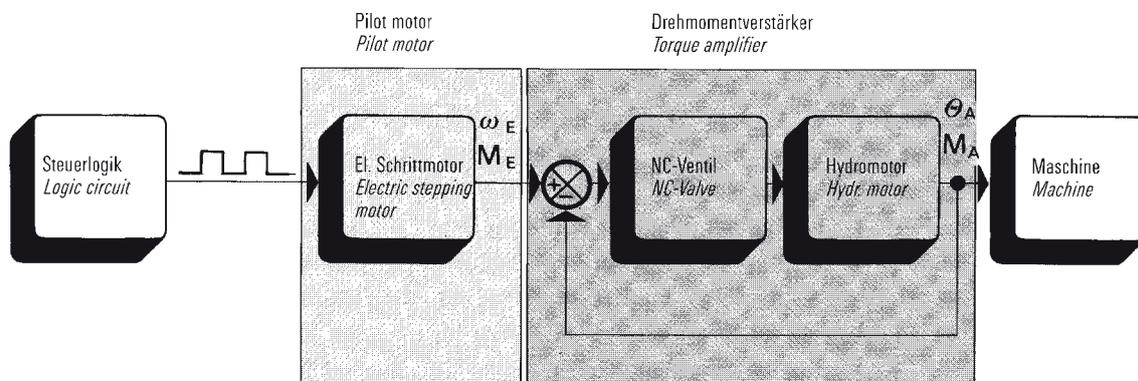
Mit Drehmomentverstärkern können folgende Steuerungen ausgeführt werden:

- Digital-Steuerung
- Geschwindigkeits-/Drehzahlregelkreis
- Lage-Regelkreis
- Punkt-zu-Punkt-Steuerung
- Streckensteuerung
- Synchronlaufsteuerung
- Drehmomentregelung

### Applications

The following control functions are possible with torque amplifiers:

- Digital control
- Speed control
- Position control
- Point-to-point control
- Straight-out control
- Synchronizing control
- Torque control



### Drehmomentverstärker angesteuert über einen Schrittmotor

Ist der Pilotmotor ein elektrischer Schrittmotor, so wird er von einer Steuerlogik angesteuert und führt pro Steuerimpuls einen definierten Winkel-Schritt aus. Der Schrittmotor wirkt zugleich als Steuer- und Messsystem, weshalb man bei derartigen Positionierungssystemen von einem offenen Regelkreis spricht. Da der Drehmomentverstärker intern einen Lageregelkreis bildet, führt jeder Schritt des Schrittmotors zu einer gleichgrossen Bewegung der Abtriebswelle des Hydromotors mit einer Zuverlässigkeit und Genauigkeit, die grundsätzlich den Verzicht auf die Messung der Position durch ein aufwendiges Messsystem erlaubt. Die Drehzahl der Motorwelle des Hydromotors entspricht der Frequenz der Steuerimpulse und kann damit sehr genau geregelt werden.

Ein weiterer Vorteil des schrittmotorgesteuerten Drehmomentverstärkers liegt darin, dass mehrere Motoren – auch unterschiedlicher Grösse – von derselben Logik gesteuert werden können, wodurch ein absoluter Synchronlauf bzw. ein elektrisch einstellbares Drehzahlverhältnis verwirklicht werden kann. Ein solches elektrohydraulische Getriebe arbeitet schlupffrei. Veränderliche Belastungen an der Motorwelle des Hydraulikmotors wirken nicht auf den Steuermotor zurück, solange der Hydromotor das jeweils erforderliche Drehmoment aufbringt. Dieses kann durch eine entsprechende Wahl von Druck, Schluckvolumen und Beschleunigung optimiert werden.

### Torque amplifier controlled by a Stepmotor

The electric stepping motor (ESM) is controlled by a logic circuit and rotates by a angle of increments per control impulse. The ESM functions simultaneously as a control and measuring unit. Positioning systems using ESM's are therefore referred to as «open loop» types. The torque amplifier itself forms an internal position control loop, and each step of the ESM results in a corresponding angular movement of the output shaft of the hydraulic motor. Due to the reliability and accuracy of this follow up movement no external position measuring system is required. The speed of the hydraulic motor drive shaft corresponds to the control impulse frequency and can therefore be set very accurately.

A further advantage of the stepping motor controlled torque amplifier is that several motors – even of different displacement – can be controlled by the same logic circuit, thereby ensuring absolutely synchronous running or alternatively an electrically variable speed ratio can be realized. This type of electrohydraulic drive provides non-slip operation. Variable load conditions at the drive shaft of the hydraulic motor do not react to the pilot motor, provided the hydraulic motor generates required torque. This can be optimized by selective matching of pressure, acceleration and displacement of unit.

# Elektro-hydraulische Drehmomentverstärker

## Electro hydraulic Torque amplifier

Typenschlüssel / Ordering Code

Code	Theor. Schluckvolumen <i>Displacement</i>
25	26 cm <sup>3</sup> /Umdr. 26 cm <sup>3</sup> /rev
35	36 cm <sup>3</sup> /Umdr. 36 cm <sup>3</sup> /rev
44	45 cm <sup>3</sup> /Umdr. 45 cm <sup>3</sup> /rev
53	54,5 cm <sup>3</sup> /Umdr. 54,5 cm <sup>3</sup> /rev

Code	Schieberkennlinie <i>Spool characteristic</i>
504	wird werkseitig bestimmt <i>defined by manufacturer</i>
508	
512	
516	

Code	Wellenende / <i>Drive shaft</i>
F	zylindrisch mit Passfeder DIN 6885 / <i>parallel with key DIN 6885</i>
G	zylindrisch ohne Passfeder <i>parallel without key</i>
K	konisch / <i>tapered</i>

Code	Überwachungssensorik <i>Sensor</i>
N2	PNP Schliesser <i>Overload PNP</i>
N..	So-Ausführung / <i>others</i>

Code	Sonderausführung <i>special execution</i>
M...	

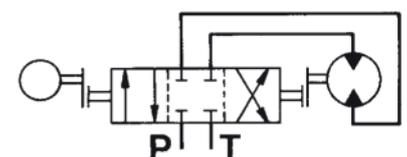
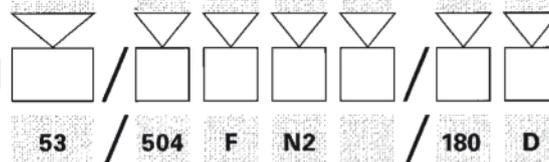
Code	Pilot motor <i>Pilot motor</i>
180	VRDM 597/50
280	VRDM 597/50 break
14	21-3424
...	Andere / <i>others</i>

Code	Getriebeübersetzung 1: <i>Gear ratio 1:</i>
D	0,4 0,9 1,0 1,5 2 2,5 3 4 5

Drehmoment-  
Verstärker  
*Torque Amplifier*

**SFM**

z.B. SFM



# Elektro-hydraulische Drehmomentverstärker

## Electro hydraulic Torque amplifier

Technische Daten / Technical specifications

Kenngröße Parameters	Dimension	SFM			
		SFM 25	SFM 35	SFM 44	SFM 53
Schluckvolumen pro Umdrehung (eff.) Displacement per revolution (eff.)	cm <sup>3</sup>	26	36	45	54.5
Max. Drehzahl Max. speed	min <sup>-1</sup>	3000		2500	
Max. Schluckstrom Max. flow rate	l/min	81	111	116	140
Max. Betriebsdruck Max. working pressure	Bar	175			
Max. Moment bei max. Betriebsdruck Max. torque at max. Pressure	Nm	68	94	117	140
Trägheitsmoment des Motors Motor inertia	kg cm <sup>2</sup>	7			
Max. Leistung Max. Rating	kW	17.8	15.4	21.4	20.4
Trägheitsmoment der Kupplung und der Steuerwelle Inertia of pilot shaft	kg cm <sup>2</sup>	0,065			
Max. Moment an der Steuerwelle Max. Torque at pilot shaft	Nm	0.1			
Erf. Max. Leistung des Pilotmotors bei 100% ED Max. continuous rating of pilot motor	W	30			
Eigenfrequenz*** Natural frequency***	Hz	48	62	76	86
Max. Drehmomentverstärkung (n=0) Torque amplification (n=0rpm)	Nm/Grad Nm/deg.	15.7	21	28	32.3
Geschwindigkeitsverstärkung*** Velocity amplification***	s <sup>-1</sup>	70	90	110	120
Max. Leckölmenge bei p <sub>max</sub> und M <sub>max</sub> Max. leakage at p <sub>max</sub> and M <sub>max</sub>	l/min	3.5			
Max. Nulldurchfluss bei p <sub>max</sub> Max. zero-flow rate at p <sub>max</sub>	l/min	0.7			
Positioniergenauigkeit** Positioning accuracy**	Grad deg.	<0,5			
Wiederholgenauigkeit** Reproducibility**	Grad deg.	<0,4			
Druckmedium Pressure medium		Marken-Hydrauliköl auf Mineralölbasis, schwerentflammare Flüssigkeiten* / Mineral based hydraulic oil, fire resistant fluids*			
Viskosität (Empfehlung) Viscosity (recommended)	cSt	ca.37 bei 50°C approx. 37 at 50°C			
Temperatur Temperature	°C	<70			
Filterung (Empfehlung) Filtration (recommended)	ISO 4406	Reinheitsklasse 15/12 (in Spezialfällen 13/9) cleanlines level „15/15“(in special cases +13/9“)			
Gewicht ohne Pilotmotor weight excl. pilot motor	kg	19.5			
Radiale Belastbarkeit der Abtriebswelle Radial loadability of output shaft	N	1000			

\* Bei Betrieb mit schwerentflammaren Flüssigkeiten bitten wir grundsätzlich um Rückfragen / Please contact us before using fire resistant fluids

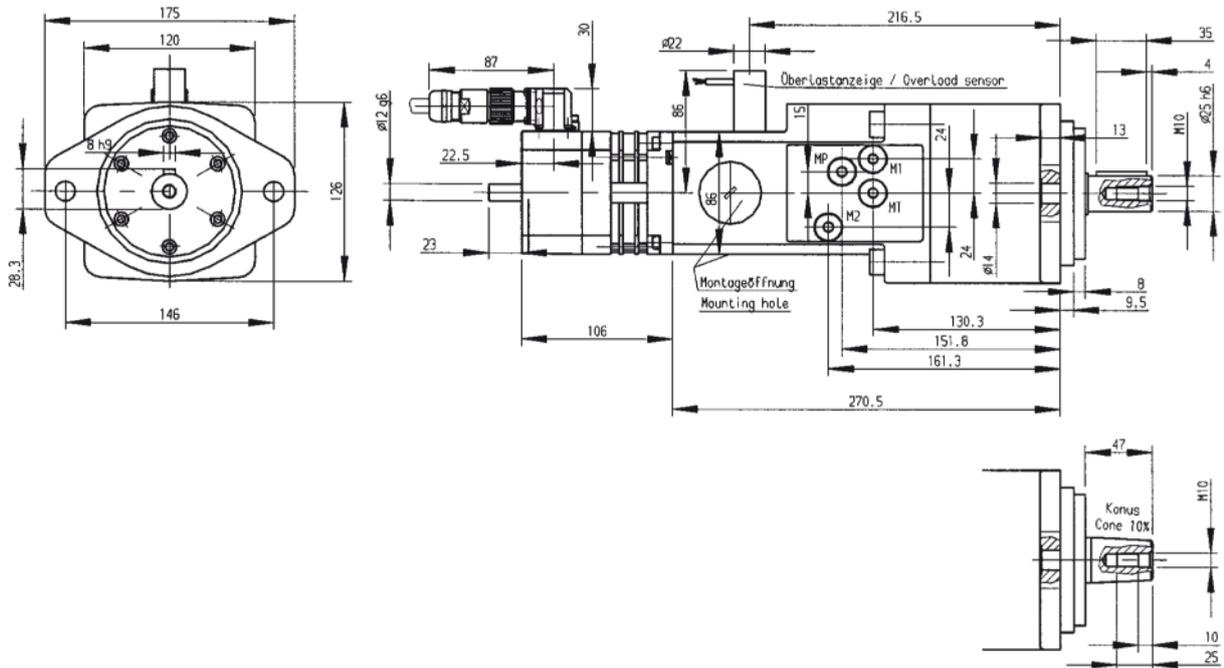
\*\* Von den Einsatzbedingungen abhängig / Dependent on working conditions

\*\*\* Bezogen auf ein reduziertes Massenträgheitsmoment von 70 kg/cm<sup>2</sup> / Based on inertia mass (reduced) of 70 kg/cm<sup>2</sup>

# Elektro-hydraulische Drehmomentverstärker

## Electro hydraulic Torque amplifier

Masee / Dimensions

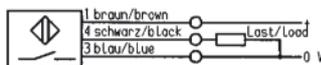


### Oberlastanzeige NPN (Code N2)

in unbedämpftem Zustand gezeichnet

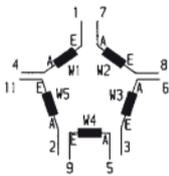
#### OverLoad sensor (Code N2)

N/O contact or normally open contact

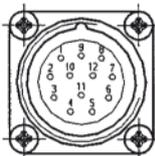


### Steckerbelegung Schrittmotor

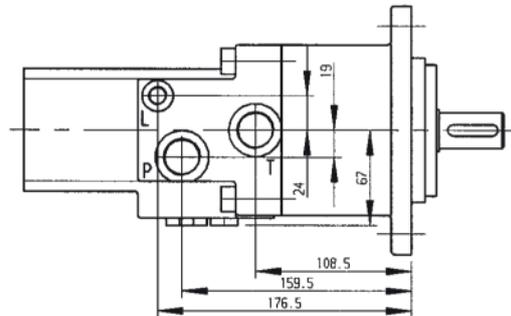
#### Electrical connections stepping motor



A = Wicklungsanfang / begin of winding  
E = Wicklungsende / leading-out wire



Buchsen-Belegung  
Male connector



### Anschlüsse / Ports

P, T = G 3/4"

MP, HT = G 1/4"

M1, M2 = G 1/4"

L = G 1/4"

Max. Druck am Leckölanschluss: 1 bar

Max. pressure at leakage port: 1 bar

Max. Betriebsdruck: 175 bar

Max. pressure: 175 bar

M1=Messanschluss Linksrotation / gauging port ccw  
M2=Messanschluss Rechtsrotation / gauging port cw  
(Sicht auf Abtriebswelle / when viewed from the motorshaft end)

43 804 233 00

### Überlastanzeige

Die Überlastanzeige gibt ein elektrisches Signal ab, sobald die Auslenkung des Steuerkolbens im Servoantrieb das zulässige Maß überschreitet und der Steuerkolben sich der mechanischen Wegbegrenzung nähert. Dies ist dann der Fall, wenn der Servoantrieb dem Pilotmotor nicht mehr innerhalb des zulässigen Nachlaufes folgen kann.

Mögliche Gründe dafür: zu geringer Pumpendruck, zu hohe Pilotmotorbeschleunigung, abtriebsseitige Überlastung. Das elektrische Schaltsignal der Überlastanzeige kann ein optisches oder akustisches Warnsignal auslösen oder auch die Anlage stillsetzen. Letzteres wird beispielsweise bei einem Schrittmotorantrieb erforderlich, wenn unbedingt gewährleistet werden muss, dass die eingegebene Schrittzahl abtriebsseitig vollständig ausgeführt wird.

### Kolbenstangenklemmung

(nur Linearverstärker)

Bei Druck- oder Netzausfall bzw. Stillstand der Anlage, d.h. Systemdruck  $p_s = 0$ , sorgt eine mech.-hydr. Kolbenstangen-Klemmeinheit am Linearverstärker dafür, dass unter Last die Ausgangsposition exakt gehalten wird. Alternativ kann für hängende Lasten ein entsperbares Rückschlagventil eingesetzt werden.

### Schrittmotorüberwachung

Die Funktionen Schrittmotorüberwachung und Referenzpunktfahrt sind optional erhältlich und können via Encoder realisiert werden.

### Overload sensor

*The overload sensor emits an electric signal whenever the NC-valve spool is displaced too far in either direction. This can occur when the Servo drives is no longer able to follow the pilot motor within the acceptable time lag. Possible causes: insufficient pump pressure, increased pilot motor acceleration, increased load torque. The electric overload signal can either trigger an optical or an acoustic signal, or can switch off the system. The overload sensor is required in Servo drives with pilot motors of stepper design to avoid uncontrolled losses of steps due to malfunction of peripheral elements.*

### Piston Rod Blocking

*(Only Linear amplifier)*

*Under conditions of pressure or power failure, or machine stoppage, i.e. where system pressure  $p_s = 0$ , a mechanical-hydraulic piston rod blocking element ensures that the arrested position is maintained, even under load. Alternately a hydraulically operated check-valve can be used for hanging loads.*

*Stepping motor monitor module The stepping motor monitoring and datum reference can be supplied additionally by Encoder.*

# Betriebshinweise

## Operating directions

### Betriebshinweise

#### Allgemeines

Zur Gewährleistung eines störungsfreien Betriebes sind unsere «Hinweise zur Montage und Inbetriebnahme von Schenker Hydraulik AG Servoantrieben» ( 7.205) zu beachten.

#### Druckölversorgung

Der Servoantrieb verlangt einen weitgehend konstanten Eingangsdruck, den die Druckölversorgung unabhängig von der jeweils geforderten Menge einhalten muss. Dies ist besonders wichtig in der Beschleunigungsphase, in der ein Absinken des Versorgungsdrucks ein Ansprechen der Überlastsicherung zur Folge hätte. Wegen der raschen Verfügbarkeit des Drucköls werden Konstantpumpen mit Druckbegrenzungsventil oft vorgezogen. Bei der Verwendung einer Regelpumpe ist auf eine kurze Stellzeit und die richtige Dimensionierung des Druckspeichers zu achten. Die Zuleitungen zum Servoantrieb sollten möglichst kurz sein und einen ausreichenden Querschnitt aufweisen. Rücklauf- und Lecköl müssen unbedingt getrennt und drucklos abgeführt werden.

#### Druckmedium

Es wird die Verwendung eines guten Marken-Hydrauliköls empfohlen. Bei einer Viskosität von ca. 37cSt bei 50°C funktionieren Servoantriebe optimal. Die Öltemperatur darf 70°C nicht überschreiten.

#### Filterung

Das einwandfreie Funktionieren der Antriebe ist nur bei sauberem Öl gewährleistet. Im Normalfall sind Druckfilter nach Reinheitsklasse 15/12 gemäss ISO 4406 ausreichend, in wenigen speziellen Fällen ist eine Filterung nach Reinheitsklasse 13/9 notwendig. Die Reinheitsklasse ist vom Einsatz der Antriebe abhängig und muss mit dem Antriebslieferanten festgelegt werden. Grundsätzlich ist das Leitungssystem der Anlage vor dem Anschluss der Antriebe gründlich zu spülen. Bitte beachten Sie hierzu auch unsere Druckschrift «Hinweise zur Montage und Inbetriebnahme von Schenker Hydraulik AG Servoantrieben» ( 7.205).

#### Druckspitzen

Bei schnellem Stoppen des elektrischen Ansteuer Motors können im Hydrauliksystem Druckspitzen auftreten, die den Betriebsdruck weit überschreiten. Es ist daher darauf zu achten, dass der Ansteuer Motor so betrieben wird, dass Druckspitzen höchstens das 1,5-fache des Betriebsdruckes betragen.

### Operating directions

#### Installing

To ensure a trouble free operation of our components observe the «Directions for Installation and Commissioning of Schenker Hydraulik AG Servo-Drives» leaflet 7.205 refers.

#### Hydraulic power pack

Servo drives require a virtually constant inlet pressure which the power unit must maintain, irrespective of flow rate. This is particularly important during the acceleration phase as a pressure drop would excessively displace the NC-valve-spool and cause the safety overload sensor to trigger. To ensure maximum response, constant pressure pumps with relief valves are generally preferred. If variable flow pumps are considered, they must feature short response time and an adequate pressure accumulator. To minimise pressure losses, supply lines to the Servo drives should be as short as possible and have sufficient cross-section. Return and leakage oil must be returned to the tank separately and without pressure.

#### Pressure medium

The use of a recognised brand of hydraulic mineral oil is recommended. The optimal viscosity range at working temperature is 20–75 cSt. A maximum oil temperature of 70° must not be exceeded. If in doubt, or if considering a different type of hydraulic fluid please consult us.

#### Filtration

Clean oil is essential for optimal functioning and a long service life of our units. Under normal circumstances, filters with a cleanliness level «16/12» according to ISO 4406 are fully adequate. A limited number of special applications may call for cleanliness level «13/9». Degree of filtration depends on the particular application and should be agreed upon in the project stage. Prior to connecting the torque amplifier to the system, flush the hydraulic pipes of the installation thoroughly. Please consult leaflet «Directions for Installation and Commissioning of Schenker Hydraulik AG Servo-Drives» ( 7.205).

#### Pressure peaks

Uncontrolled stop of the electrical pilot motor can cause pressure peaks in the hydraulic motor far in excess of the working pressure. Therefore, the pilot motor must be controlled during the deceleration phase to ensure that pressure peaks do not exceed 1.5 times the working pressure.



# Mehr als Hydraulik

Umfassend, unkompliziert und schnell



Unternehmen



Dichtungen Chesterton



Reparaturen / Revisionen



Hartverchromen / Schleifen



Mechanik



Pumpen-Revisionen



Honen



Servo-Hydraulik



Hydraulik Service vor Ort

Alle Angaben in diesem Prospekt nach bestem Wissen, jedoch ohne Verbindlichkeit. Konstruktionsänderungen vorbehalten.

*The information given herein is believed to be correct at time of publication, but does not constitute a liability. Technical data subject to change.*

*Toutes les indications données dans ce prospectus selon meilleure connaissance, mais sans engagement. Sous réserve de modification de construction.*

Lieferanschrift/Reparaturcenter  
Schenker Hydraulik AG  
Walkstrasse 41  
CH-4658 Däniken

Tel. +41 (0)62 857 35 00

Fax. +41 (0)62 857 35 35

Rechnungsanschrift/Hartchromwerk  
Schenker Hydraulik AG  
Aarauerstrasse 35  
CH-5018 Erlinsbach

[www.schenker-hydraulik.ch](http://www.schenker-hydraulik.ch)

[servo@schenker-hydraulik.ch](mailto:servo@schenker-hydraulik.ch)

**schenker**  
**birrer** mehr als hydraulik