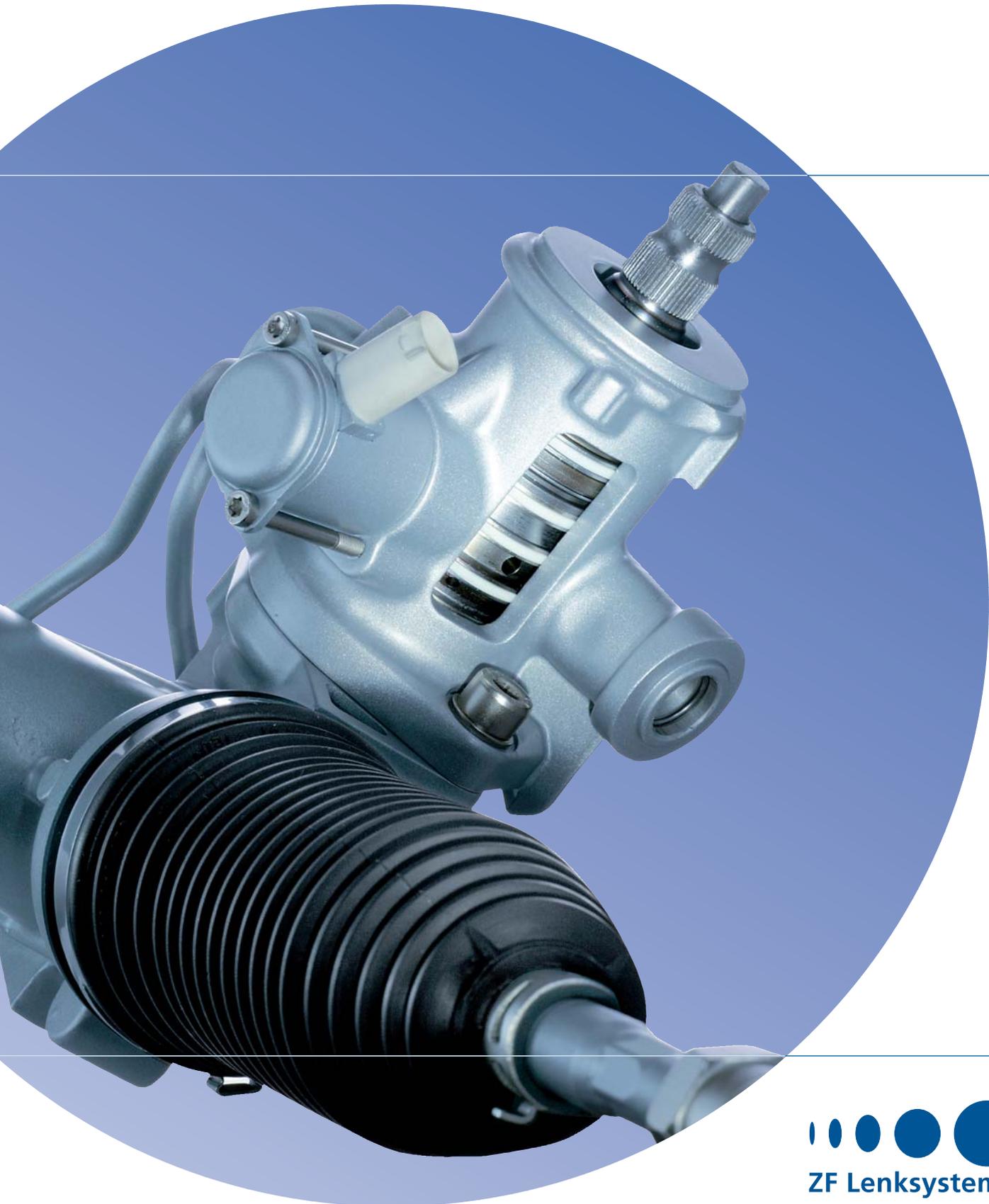
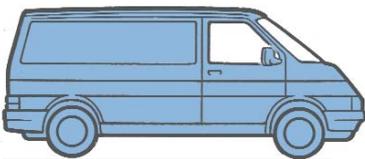
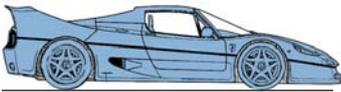
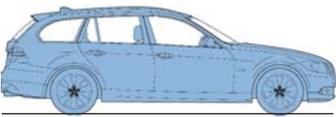
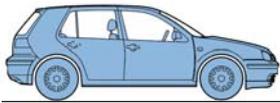


ZF-Servotronic® 2  
für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge



# Richtungweisend.



## Millionen von Fahrzeugen. Wir haben die Lenkung.

So wichtig wie Motor und Räder. Für die Sicherheit so entscheidend wie die Bremse. Die Lenkung ist ein Herzstück jedes Fahrzeuges. Bedienung, Sicherheit, Fahrkomfort – die Qualität des Fahrzeuges hängt auch von der Qualität der Lenkung ab. Die Herausforderungen sind klar definiert: exakt und spielfrei muss sie sein, leichtgängig und direkt, aber auch kompakt und leichtgewichtig. Außerdem muss sie dem Fahrer einen guten Kontakt zur Fahrbahn vermitteln und den Rücklauf in die Geradeausfahrt-Position begünstigen.

Sie soll stoßfrei arbeiten, ein Minimum an Wartung erfordern und ein Maximum an Sicherheit und Komfort bieten – egal, ob bei langsamer oder schneller Fahrt.

Gerade bei hohen Geschwindigkeiten stellt die Hydrolenkung ihr Sicherheitspotenzial unter Beweis. Abrupte Lenkkorrekturen, wie z.B. bei einem Ausweichmanöver, lassen sich auf Grund der Servowirkung der Lenkung problemlos beherrschen. Aber auch schlagartig auftretende, einseitige Lenkkräfte werden zum überwiegenden Teil von der Hydraulik bewältigt. Der Fahrer kann auf den Überraschungseffekt reagieren, das Fahrzeug in der Spur halten und zum Stillstand bringen. Er benötigt dabei nur eine unwesentlich höhere Haltekraft am Lenkrad.



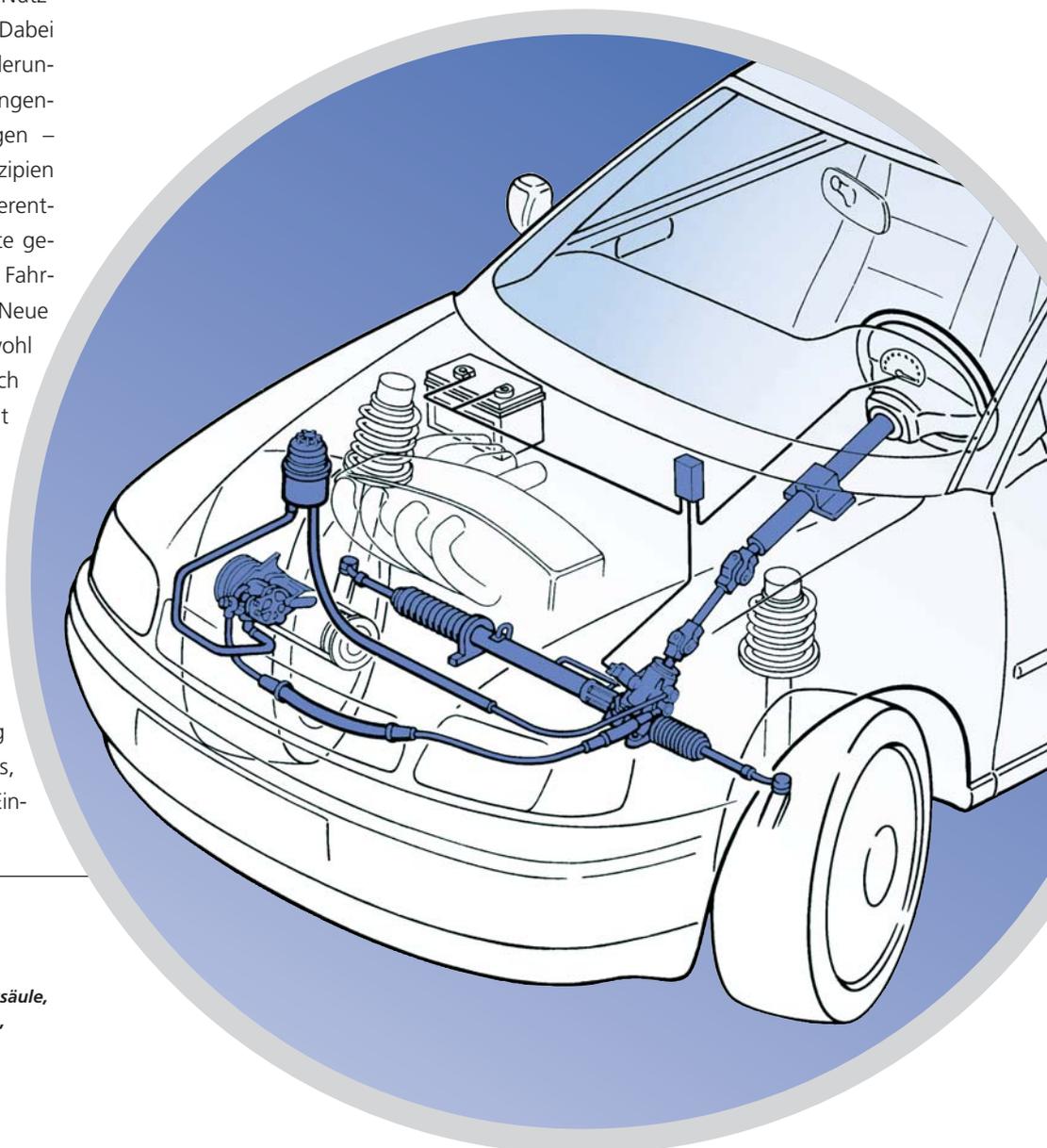
## **ZF Lenksysteme. Steuern in Richtung Zukunft.**

Als Gemeinschaftsunternehmen der Robert Bosch GmbH und der ZF Friedrichshafen AG fertigt ZF Lenksysteme GmbH seit Jahrzehnten Servolenkungen für Personen- und Nutzkraftwagen (Pkw und Nkw). Dabei werden alle genannten Anforderungen lückenlos erfüllt. Zahnstangen- und Kugelmutter-Hydraulenkenungen – die bewährten Lenkungsprinzipien wurden kontinuierlich weiterentwickelt, durch zahlreiche Patente geschützt und auf die speziellen Fahzeugauslegungen abgestimmt. Neue Wege wurden beschritten: sowohl bei der Ventilkonzeption als auch bei den Fertigungsverfahren mit der Entwicklung der ZF-Kompakt-Servolenkung.

Ein herausragendes Ergebnis innovativer Weiterentwicklung ist die ZF-Servotronic 2. Diese elektronisch gesteuerte und geschwindigkeitsabhängige Zahnstangen-Hydraulenkung zeichnet sich durch ein leichtes, komfortables Lenken beim Ein-

parken und ein sicheres Fahrgefühl bei zunehmender Geschwindigkeit aus. Besonders die integrierte Mittenzentrierung optimiert die Steifigkeit am Lenkrad bei Schnellfahrt. Weitere Vorteile gegenüber der ersten Gene-

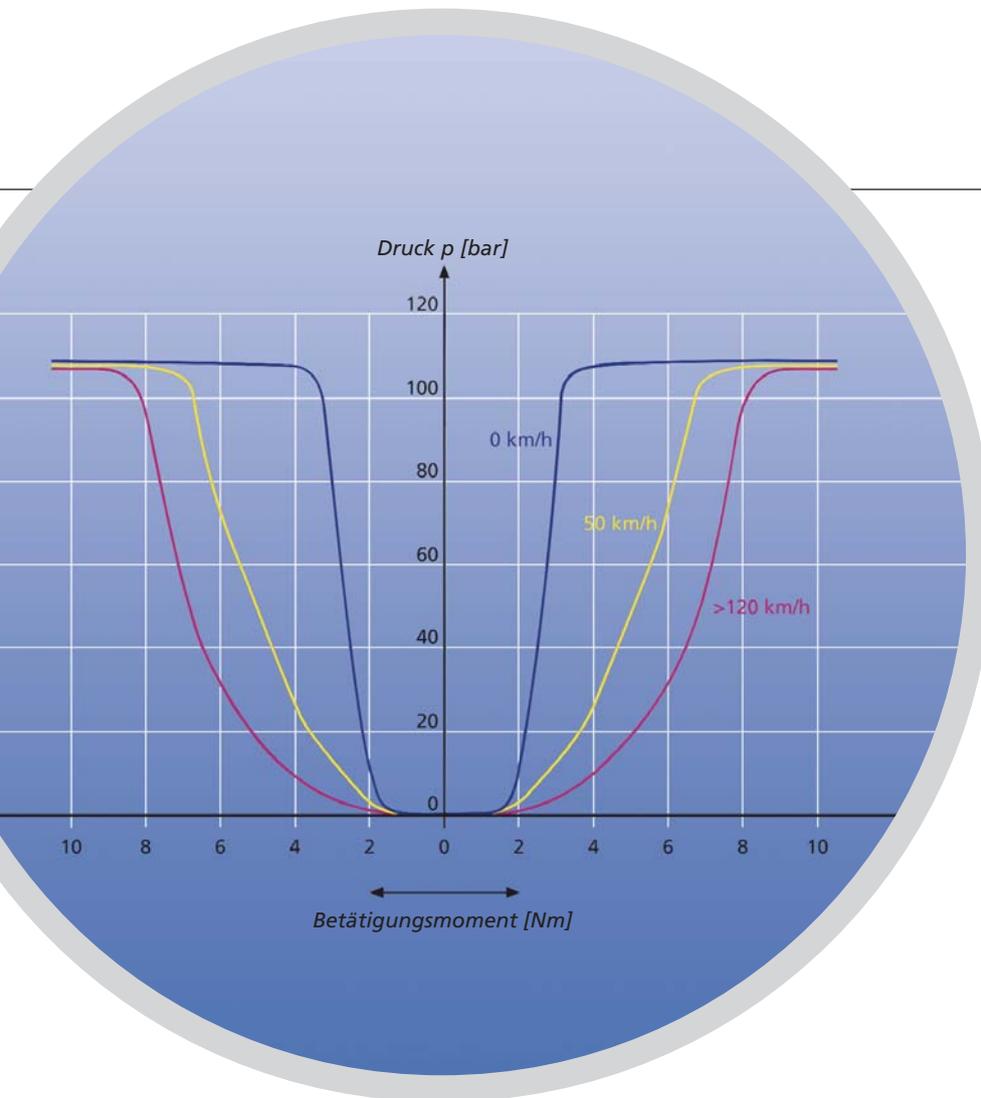
ration ergeben sich durch ein robusteres Design, einen vereinfachten Ventilaufbau mit umfangreicher Teilerduzierung sowie der Möglichkeit einer größeren Kennlinienspreizung.



*ZF-Servotronic® ist eine eingetragene Marke der ZF*

*Einbauschema einer ZF-Servotronic 2 mit elektronischem Steuergerät, Lenksäule, motorantriebener Lenkungspumpe, Ölbehälter sowie Druck-, Saug- und Rücklaufleitung.*

# ZF-Servotronic® 2



**ZF-Servotronic 2-Kennlinien-Diagramm.** Dargestellt ist die Änderung der Größen Druck und Betätigungsmoment in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit. Der Kennlinienverlauf kann dem Fahrzeugcharakter speziell angepasst werden.

## Konstruktion und Funktion

Als Basislenkung für die ZF-Servotronic 2 dient vorwiegend die millionenfach bewährte ZF-Zahnstangen-Hydraulenkung als auch im Bedarfsfall der Unterbau der ZF-Kompakt-Servolenkung. Dabei kommt beim modifizierten Drehschieberventil der Zahnstangen-Hydraulenkung das Prinzip der direkten hydraulischen Rückwirkung zur Anwendung. Durch den Einsatz moderner Elektronik, eines elektro-hydraulischen Wandlers und durch die entsprechende Umgestaltung des Lenkventils wurde erreicht, dass die ZF-Servotronic 2 im Gegensatz zu normalen Servolenkungen in Abhängigkeit von der momentanen Fahrgeschwindigkeit arbeitet. Für den Einbau der ZF-Servotronic 2 ist entweder ein elektronischer Tachometer oder ein geeignetes ABS-Steuergerät erforderlich. Die Geschwindigkeits-Signale von einem dieser Geräte werden zum elektronischen Steuergerät geleitet, welches sowohl als separates Bauteil ausgeführt, als auch bereits in die vorhandene Fahrzeugelektronik integriert werden kann. Der Mikroprozessor des Servotronic-Steuergeräts

Abbildung Seite 5:

Schematische Darstellung der ZF-Servotronic 2, Ausführung Zahnstangen-Hydraulenkung, Typ 7852.

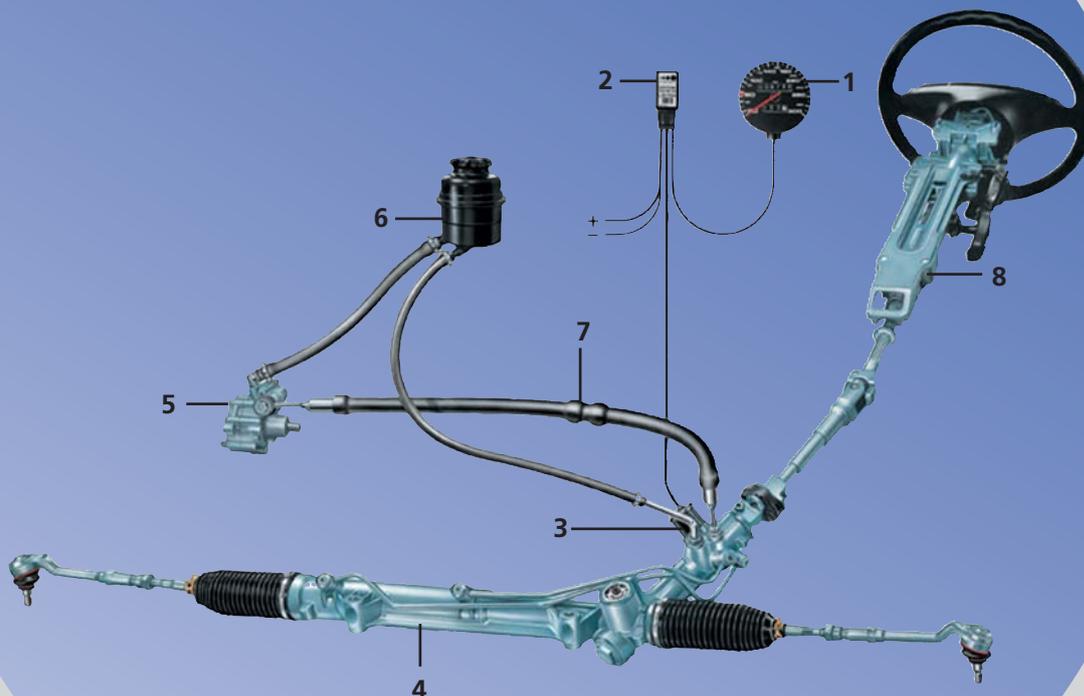
- 1 elektronischer Tachometer im Fahrzeug
- 2 elektronisches Steuergerät (Mikroprozessor)
- 3 elektro-hydraulischer Wandler

- 4 Zahnstangen-Hydraulenkung
- 5 Lenkumpumpe
- 6 Ölbehälter mit Feinfilter
- 7 Dehnschlauch
- 8 manuell verstellbare Lenksäule

wertet die Geschwindigkeits-Signale aus und setzt sie in einen geregelten elektrischen Strom um, der den elektro-hydraulischen Wandler ansteuert. Der direkt am Ventil angebrachte Wandler bestimmt auf Grund dieses Einflusses die hydraulische Rückwirkung am Drehschieberventil und somit das Betätigungsmoment am Lenkrad.

Durch die geschwindigkeitsabhängige Beeinflussung der Lenkung wird erreicht, dass zum Lenken im Stand und bei niedrigen Geschwindigkeiten, z.B. beim Ein- und Ausparken, nur minimale Kräfte erforderlich sind. Da sich die hydraulische Rückwirkung im Verhältnis zur Fahrgeschwindigkeit ändert, nimmt die Betätigungskraft am

Lenkrad mit steigender Geschwindigkeit zu (siehe Abb. Seite 4). Der Fahrer hat dadurch bei höherer Geschwindigkeit einen besonders guten Kontakt zur Fahrbahn und kann exakt und zielgenau lenken. Ein weiterer Vorteil der ZF-Servotronic 2 besteht darin, dass Öldruck und Volumenstrom zu keinem Zeitpunkt reduziert werden und deshalb in Notsituationen, z.B. bei unvorhersehbaren Lenkkorrekturen, stets blitzschnell abrufbar sind. Durch diese Eigenschaften wird eine außerordentlich hohe Lenkpräzision und Sicherheit bei gleichzeitig bestem Lenkcomfort erreicht.



# ZF-Servotronic® 2

## Mechanischer Aufbau

Die ZF-Zahnstangen-Hydraulenkung besteht im Wesentlichen aus einem mechanischen Lenkgetriebe, dem Lenkventil und einem rohrförmigen Arbeitszylinder.

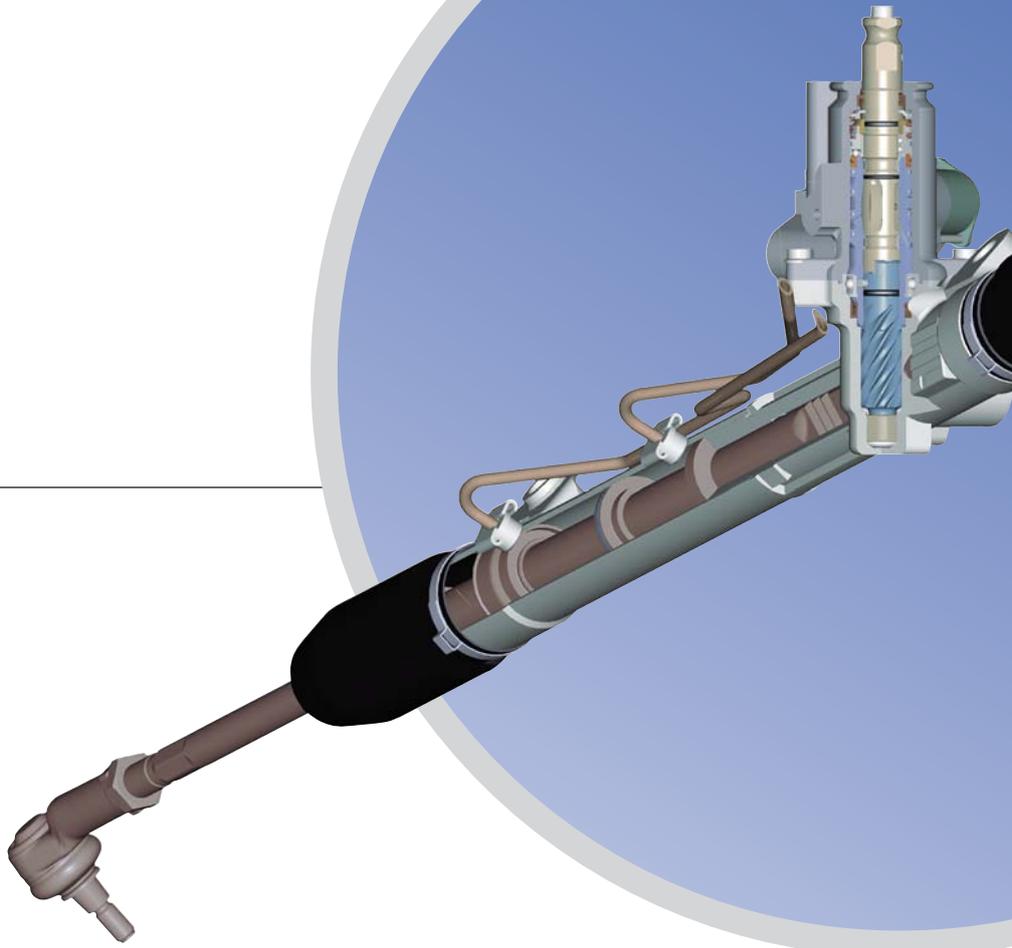
Die Zahnstange (21, siehe Abb. Seite 9) wird mit dem auf ihr befestigten Kolben (18) im Arbeitszylinder des Gehäuses (19) in verschleißfreien Gleitlagern geführt. Das im Ventillbereich gelagerte Antriebsritzels (20) greift in die Verzahnung der Zahnstange ein. Dabei sorgt ein federbelastetes Druckstück, das die Zahnstange gegen das Antriebsritzels drückt, für einen spielfreien Zahneingriff. Das Antriebsritzels wiederum ist über einen Drehstab (15) mit dem Drehschieber (16) verbunden. Drehbewegungen am Lenkrad werden vom Antriebsritzels in Axialbewegungen der Zahnstange umgesetzt und mittels Spurstangen (22) auf die Radlenkhebel übertragen.

Zur Steuerung des für die hydraulische Unterstützung erforderlichen Drucköls wird das auf Servotronic 2-Erfordernisse abgestimmte ZF-Drehschieber-

ventil eingesetzt ( Abb. Seite 7 bis 13 ). Die wesentlichen Bauteile dieser Ventilkonstruktion sind der Drehschieber (16) mit mindestens sechs Steuernuten auf der Mantelfläche und eine Steuerbuchse (17), die mit dem Antriebsritzels (20) fest verbunden ist. In der Ventilbohrung der Steuerbuchse sind entsprechend abgestimmte Axialnuten angebracht.

Die Mittenzentrierung (Neutralstellung) des Drehschiebers erfolgt vorrangig durch einen Drehstab (15), der gleichzeitig die Verbindung zwischen Drehschieber, Antriebsritzels und Steuerbuchse herstellt. Zusätzlich verstärken die prismengeführten Kugeln (13) zwischen dem mit der Steuer-

buchse fest verbundenen Zentrierstück (14) und dem mit einer Druckfeder (10) belasteten Rückwirkkolben (9) den Zentriereffekt (ähnlich dem mittenersteiften Drehstab) und bestimmen den Funktionsablauf der hydraulischen Rückwirkung maßgeblich mit. Der koaxial geführte Rückwirkkolben steht nach innen über zwei axial angeordnete Kugelführungen verdrehfest mit dem Drehschieber in Verbindung. Durch die Wälzlagerung des Drehschiebers und des Antriebsritzels wird die Präzision und die Funktionssicherheit des Lenkventils auch bei hohen Drücken garantiert.



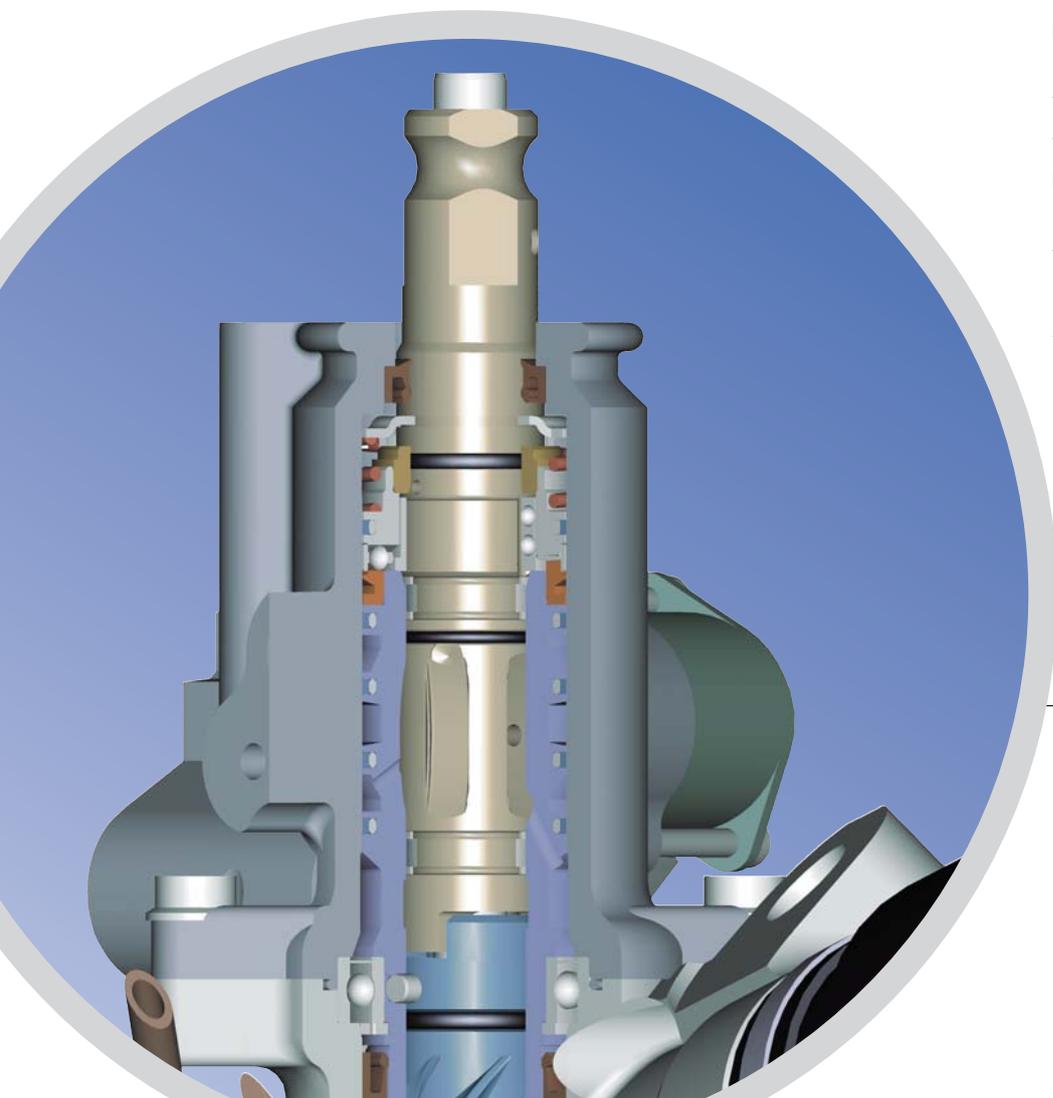


*ZF-Servotronic 2, Typ 7831, mit Unterbau  
ZF-Kompakt-Servolenkung, konstanter  
oder variabler Übersetzung,  
Drehschieberventil und Seitenantrieb.*

Wird vom Lenkrad oder von den gelenkten Rädern her ein Drehmoment auf den Drehschieber bzw. auf die Verbindung Antriebsritzel / Steuerbuchse übertragen, so entsteht zwischen dem Drehschieber und der Steuerbuchse eine durch den Drehstab und die kombinierte Zentrier- und Rückwirkeinrichtung beeinflusste Relativdrehung. Hierbei wird der Drehschieber gegen die ihn umschließende Steuerbuchsen-Ventilbohrung verdreht und somit die Stellung der Steuernuten

zueinander verändert. Dadurch gelangt der Druckölstrom über Rohrleitungen in einen der beiden Arbeitszylinderräume (ZL oder ZR) und unterstützt bei einer vom Lenkrad eingeleiteten Drehbewegung die Axialbewegung der Zahnstange.

Bei einer von den Rädern ausgehenden Zahnstangen-Axialbewegung jedoch steuert das Lenkventil trotz gehaltenem Lenkrad das Drucköl in den der Zahnstangen-Axialbewegung entgegenwirkenden Arbeitszylinderraum. Durch diese Bremswirkung wird die Stößigkeit von der Fahrbahn gedämpft. Wird das Lenkrad wieder losgelassen, werden die Steuernuten durch die Rückstell-Wirkung des tordierten Drehstabs und der Zentrier- und Rückwirkeinrichtung wieder in Neutralstellung gebracht und in beiden Arbeitszylinderräumen herrscht der gleiche Systemdruck.



*ZF-Servotronic 2-Drehschieberventil  
im Schnitt*



*ZF-Servotronic 2- Drehschieberventil*

stellung des Ventils (siehe Abb. Seite 9) strömt das Öl über die offenen Zulauf-Steuerkanten (24) in alle Axialnuten (25) der Steuerbuchse und von dort über die offenen Rücklauf-Steuerkanten (27) auch in die Rücklauf-Stuernuten (26) des Drehschiebers. Von diesen Nuten kann das Öl über Verbindungen zum Rücklaufraum (7) und von dort zum Ölbehälter (30) zurückfließen. Gleichzeitig verbinden die Radialnuten (5 und 6) des Ventilkörpers und die zugeordneten Rohrleitungen den rechten Arbeitszylinder-raum (ZR) mit dem linken (ZL).

Bei Drehung des Lenkrads im Uhrzeigersinn (siehe Abb. Seite 13) bewegt sich die Zahnstange (21) mit dem auf ihr befestigten Kolben (18) bei einem obenliegenden Antriebsritzeln (20) in der Kolbenbohrung nach rechts, in Fahrzeug-Einbaulage nach links. Durch die gleichzeitige Rechtsdrehung des Drehschiebers gelangt das Drucköl über die weiter geöffneten Zulauf-Steuerkanten (24) in die zugeordneten Axialnuten (25), über Bohrungen in die Radialnut (5) und über eine Rohrleitung zum linken Zylinderraum (ZL), wodurch die Zahnstangenbewegung

hydraulisch unterstützt wird. Der individuell abstimmbare Druckaufbau wird dadurch erreicht, dass durch die teilweise bzw. vollständig geschlossenen Zulauf-Steuerkanten (24) eine Verbindung zwischen Druckölzulauf und den anderen Axialnuten (25), die mit der Radialnut (6) verbunden sind, eingeschränkt bzw. unterbunden wird. Gleichzeitig wird der Druckölablauf in die druckangesteuerten Axialnuten durch die sich schließenden Rücklauf-Steuerkanten (27) auch eingeschränkt bzw. unterbunden. Das im rechten Zylinderraum (ZR) durch den Kolben (18) verdrängte Öl fließt zunächst über eine Rohrleitung in die Radialnut (6) und Querbohrungen in die entsprechenden Axialnuten und über die weiter geöffneten Rücklauf-Steuerkanten (27) in die Rücklauf-Stuernuten (26). Von hier aus erfolgt der weitere Rückfluss zum Ölbehälter (30) über die zum Rücklaufraum (7) führenden Verbindungsbohrungen. Bei Linksdrehung des Lenkrads (siehe Abb. Seite 10) verhält sich der Ablauf analog hierzu.

## Hydraulische Grundfunktion des ZF-Drehschieberventils

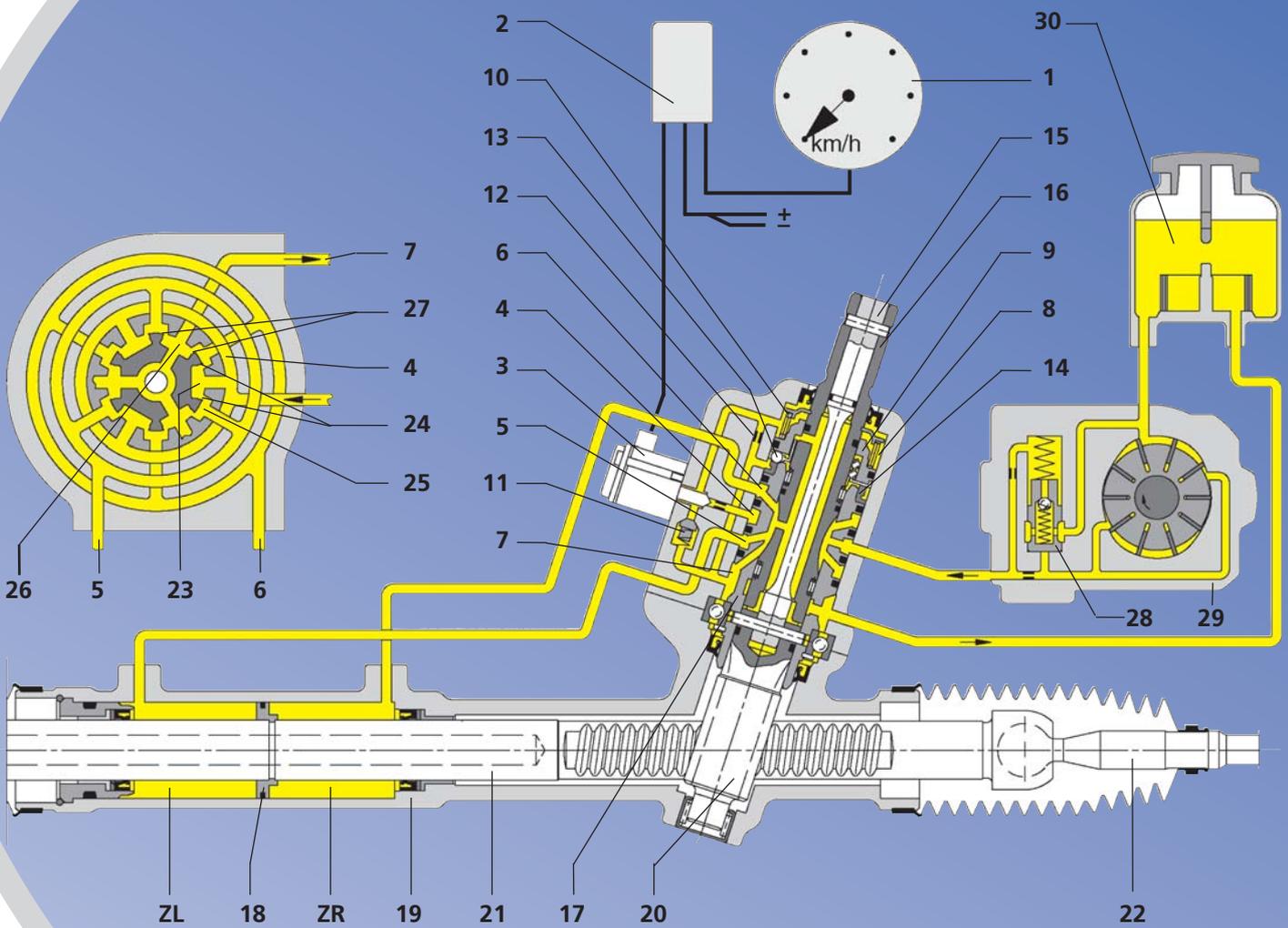
Der von der Lenkungspumpe (29) geförderte Ölstrom fließt durch eine Anschlussbohrung im Ventillbereich über die Zulauf-Radialnut (4) und Querbohrungen an der Steuerbuchse (17) zu den Zulauf-Stuernuten (23) des Drehschiebers (16). In Neutral-

- 1 elektronischer Tachometer
- 2 elektronisches Steuergerät
- 3 elektro-hydraulischer Wandler
- 4 Zulauf-Radialnut
- 5 Radialnut
- 6 Radialnut
- 7 Rücklaufraum
- 8 Rückwirkraum
- 9 Rückwirkkolben

- 10 Druckfeder
- 11 Abschneidventil
- 12 Blende
- 13 Kugel
- 14 Zentrierstück
- 15 Drehstab
- 16 Drehschieber
- 17 Steuerbuchse
- 18 Kolben

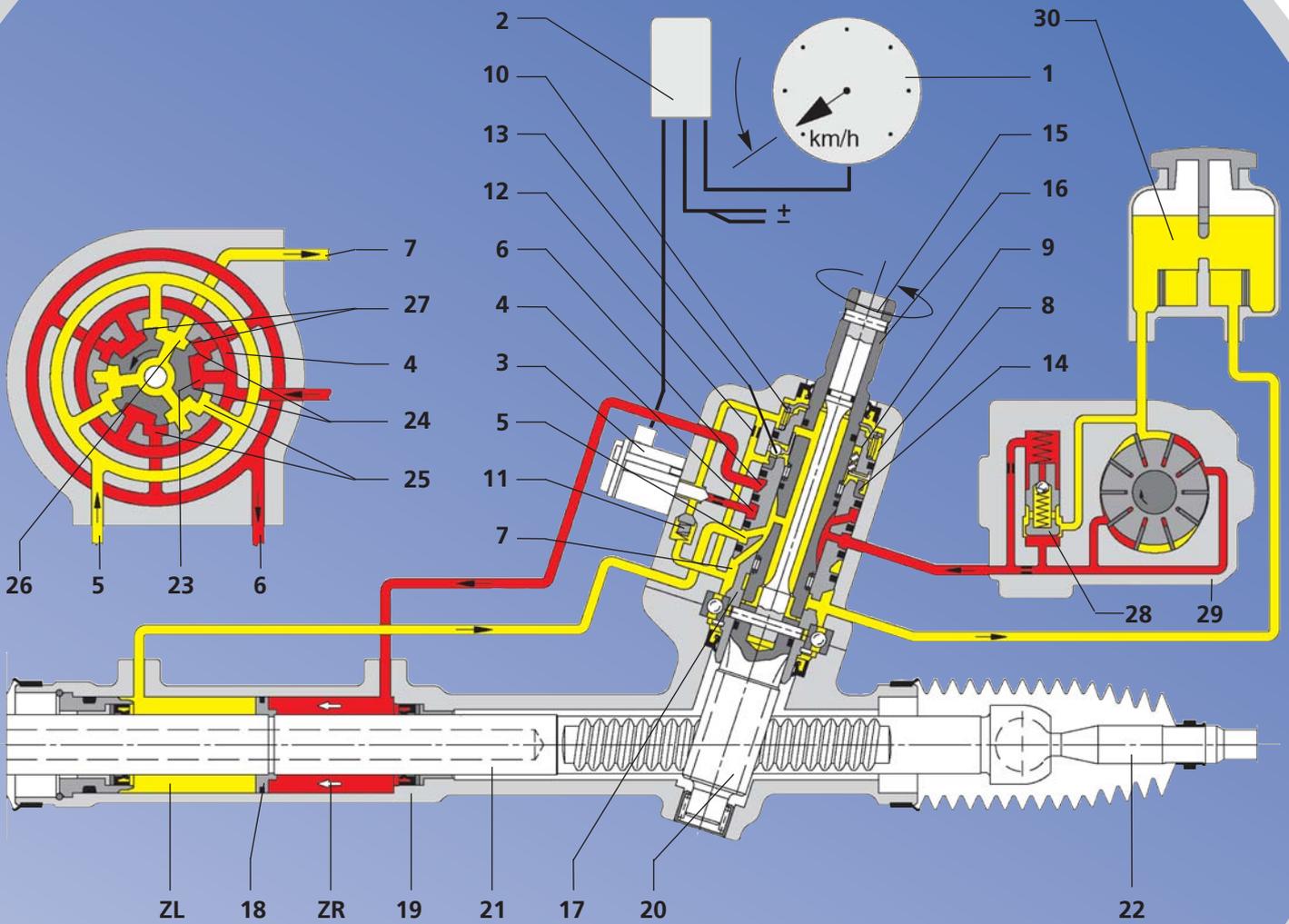
- 19 Gehäuse
- 20 Antriebsritzeln
- 21 Zahnstange
- 22 Spurstange
- 23 Zulauf-Stuernut
- 24 Zulauf-Steuerkante
- 25 Axialnut
- 26 Rücklauf-Stuernut
- 27 Rücklauf-Steuerkante

- 28 Druck- und Strombegrenzungsventil
- 29 Lenkungspumpe
- 30 Ölbehälter
- ZL Arbeitszylinder, links
- ZR Arbeitszylinder, rechts



ZF-Servotronic 2, Ausführung  
Zahnstangen-Hydrolenkung, Typ 7852

Drehschieberventil in Neutralstellung.  
Fahrzeug im Stand.



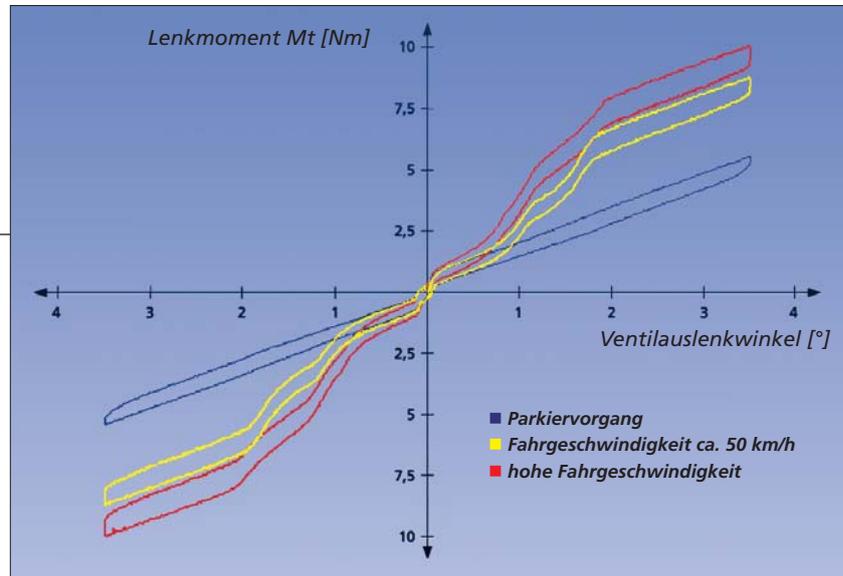
*ZF-Servotronic 2, Ausführung  
Zahnstangen-Hydrolenkung, Typ 7852*

*Drehschieberventil in Arbeitsstellung. Lenk-  
rad entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht.  
Fahren mit niedriger Geschwindigkeit  
(Parkieren); Wandlerventil und Abschneid-  
ventil geschlossen, keine hydraulische Rück-  
wirkung.*

## Funktion der ZF-Servotronic 2

Bei niedrigen Geschwindigkeiten (Abb. Seite 10), z. B. beim Ein- und Ausparken, werden vom elektronischen Tachometer (1) oder dem ABS-Steuergerät nur sehr wenige Signale an den im elektronischen Steuergerät (2) integrierten Mikroprozessor geleitet. Dieser wertet die Signale aus und gibt sie als abgestimmten Steuerstrom an den elektro-hydraulischen Wandler (3) weiter. Durch die in dieser Fahrsituation auftretende maximale Stromstärke schließt sich das Wandlerventil und verhindert den Ölfluss von der Zulauf-Radialnut (4) zum Rückwirkraum (8). Eine Blende (12) stellt sicher, dass im Rückwirkraum auch Rücklaufdruck-Niveau herrscht. Somit verhält sich das ZF-Servotronic 2-Lenkventil in dieser Situation gleich wie das normale Drehschieberventil. Die Lenkung ist durch die eliminierte Rückwirkung leichtgängig und lässt sich mit geringem Kraftaufwand bedienen.

Bei zunehmender Fahrgeschwindigkeit verursachen die häufiger werden Geschwindigkeits-Signale nach



*Lenkmoment-Diagramm eines Servotronic 2-Lenkventils mit kombinierter Zentrier- und Rückwirkeinrichtung.*

*Dargestellt ist die Veränderung der Mittenzentrierung und Lenksteifigkeit in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit.*

der Umwandlung durch den Mikroprozessor eine Reduzierung des an den elektro-hydraulischen Wandler geleiteten Steuerstroms. Dadurch nimmt das Wandlerventil eine auf die augenblickliche Fahrgeschwindigkeit abgestimmte Öffnungsposition ein und ermöglicht einen begrenzten Ölzulauf von der Zulauf-Radialnut (4) in den Rückwirkraum (8). Eine Blende (12) verhindert den Abfluss von größeren Ölmengen in den Rücklaufraum (7), so dass sich im Rückwirkraum ein höherer Druck aufbaut. Infolgedessen erzeugt der höhere Öldruck auf den Rückwirkkolben (9) auch eine größere Pressung auf die prismengeführten Kugeln (13), die sich zwischen dem

Rückwirkkolben und dem mit der Steuerbuchse (17) fest verbundenen Zentrierstück (14) befinden. Dies wirkt sich bei Geradeausfahrt besonders positiv auf die exakte Mittenzentrierung des Lenkventils aus. Und beim Anlenken des Lenkventils setzen die höher belasteten Kugeln dem Verdrehen des Drehschiebers einen zusätzlichen Verdrehwiderstand entgegen. Somit ist bei diesem Funktionsablauf der hydraulischen Rückwirkung ein individuell festgelegtes höheres Betätigungsmoment am Lenkrad erforderlich bis eine bestimmte hydraulische Unterstützung im rechten (ZR) oder linken Zylinderraum (ZL) einsetzt.

- 1 elektronischer Tachometer
- 2 elektronisches Steuergerät
- 3 elektro-hydraulischer Wandler
- 4 Zulauf-Radialnut
- 5 Radialnut
- 6 Radialnut
- 7 Rücklaufraum
- 8 Rückwirkraum
- 9 Rückwirkkolben

- 10 Druckfeder
- 11 Abscheidventil
- 12 Blende
- 13 Kugel
- 14 Zentrierstück
- 15 Drehstab
- 16 Drehschieber
- 17 Steuerbuchse
- 18 Kolben

- 19 Gehäuse
- 20 Antriebsritzeln
- 21 Zahnstange
- 22 Spurstange
- 23 Zulauf-Steuernut
- 24 Zulauf-Steuerkante
- 25 Axialnut
- 26 Rücklauf-Steuernut
- 27 Rücklauf-Steuerkante

- 28 Druck- und Strombegrenzungsventil
- 29 Lenkungspumpe
- 30 Ölbehälter
- ZL Arbeitszylinder, links
- ZR Arbeitszylinder, rechts

# ZF-Servotronic® 2



*Elektro-hydraulischer Wandler  
(Originalgröße)*

Bei hohen Fahrgeschwindigkeiten (Abb. Seite 13), z. B. auf der Autobahn, ist durch den sehr geringen bzw. den fehlenden Steuerstrom für die Wandlerbetätigung dessen Ventil vollständig geöffnet. Dadurch wird die maximale Druckversorgung der Rückwirkeinrichtung aus der Zulauf-Radialnut (4) ermöglicht. Bei einer Rechtsdrehung des Lenkrads erhöht sich entsprechend dem vorherrschenden Betriebsdruck auch der Rückwirkdruck und beaufschlagt den Rückwirkkolben aus dem Rückwirkraum (8). Sobald der fahrzeugspezifisch festgelegte Rückwirkdruck die Obergrenze erreicht, wird zur Vermeidung eines weiteren Rückwirk-Druckanstiegs das Öl durch das sich öffnende Abschneidventil (11) in den Rücklaufraum (7) abgeführt. Das hierbei erreichte Betätigungsmoment am Lenkrad steigt nun nicht weiter an und vermittelt durch besten Fahrbahnkontakt ein sicheres Fahrgefühl.

## Sicherheit der ZF-Servotronic 2

Auch bei einem eventuellen Ausfall des Bordnetzes oder bei sonstigen elektrischen Störungen bleibt die Lenkung voll funktionsfähig. In diesen Ausnahmefällen arbeitet die ZF-Servotronic 2 durch die mechanische Zwangsöffnung des Wandlerventils mit maximaler hydraulischer Rückwirkung (Schnellfahr-Kennlinie). Bei plötzlich ausbleibenden Geschwindigkeits-Signalen während der Fahrt, z. B. durch fehlenden Kabelkontakt oder defekten Tachometer, ist der hochentwickelte Mikroprozessor im elektronischen Steuergerät in der Lage, aus den zuletzt ausgewerteten Geschwindigkeits-Signalen einen konstanten Steuerstrom abzuleiten. Damit ist bis zum Abstellen des Fahrzeugmotors ein gleichbleibendes Lenkverhalten gewährleistet. Beim nächsten Motorstart bildet sich wieder die maximale hydraulische Rückwirkung entsprechend der Schnellfahr-Kennlinie.



- 1 elektronischer Tachometer
- 2 elektronisches Steuergerät
- 3 elektro-hydraulischer Wandler
- 4 Zulauf-Radialnut
- 5 Radialnut
- 6 Radialnut
- 7 Rücklaufraum
- 8 Rückwirkraum
- 9 Rückwirkkolben

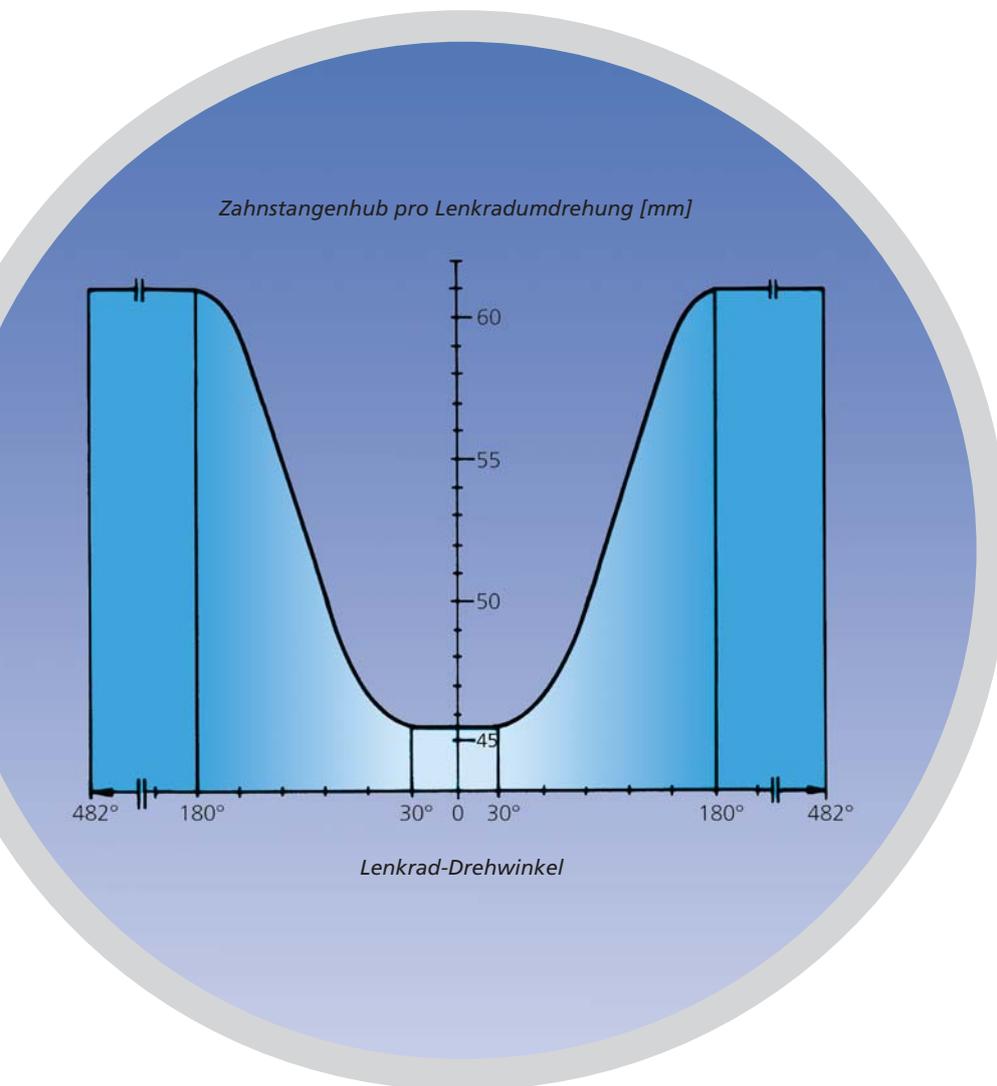
- 10 Druckfeder
- 11 Abschneidventil
- 12 Blende
- 13 Kugel
- 14 Zentrierstück
- 15 Drehstab
- 16 Drehschieber
- 17 Steuerbuchse
- 18 Kolben

- 19 Gehäuse
- 20 Antriebsritzel
- 21 Zahnstange
- 22 Spurstange
- 23 Zulauf-Steuernut
- 24 Zulauf-Steuerkante
- 25 Axialnut
- 26 Rücklauf-Steuernut
- 27 Rücklauf-Steuerkante

- 28 Druck- und Strombegrenzungsventil
- 29 Lenkungspumpe
- 30 Ölbehälter
- ZL Arbeitszylinder, links
- ZR Arbeitszylinder, rechts



# Sonderausstattungen



## Sonderausstattungen

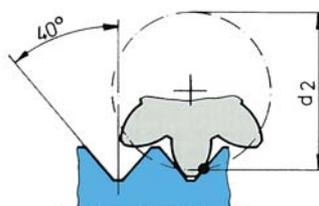
Zur optimalen Lenkungsabstimmung auf die unterschiedlichen Kinematik- und Motorisierungsverhältnisse kann die ZF-Servotronic 2 mit zusätzlichen Ausstattungsvarianten ausgerüstet werden.

### Variable Übersetzung

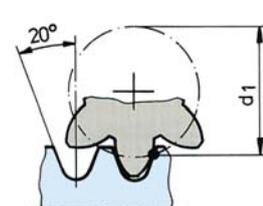
Neben einer konstanten Übersetzung kann die ZF-Servotronic 2 auch mit einer variablen Übersetzung ausgeführt werden. Dabei ist die Verzahnung der Zahnstange mit unterschiedlichen Modulen und Eingriffswinkeln gefertigt. Dadurch wird einerseits erreicht, dass die Lenkung im Mittenbereich (Geradeausfahrt) wie gewohnt reagiert. Andererseits aber wird die Übersetzung bei größeren Lenkraddrehwinkeln (nach rechts und links) kleiner und damit die Lenkung direkter. Der Unterschied zwischen größter und kleinster Übersetzung kann maximal 35 % betragen. Daraus resultiert ein ungewöhnlich niedriger Wert von bis ca. zwei Lenkradumdrehungen von Anschlag zu Anschlag. Die außergewöhnliche Handlichkeit einer ZF-Servotronic 2 mit variabler Über-

Schematischer Übersetzungsverlauf einer ZF-Servotronic 2 mit variabler Übersetzung. Eine Lenkradumdrehung entspricht 360°.

Verzahnung der Zahnstange im Außenbereich



Verzahnung der Zahnstange im Mittenbereich



setzung eignet sich ebenso gut für Mittelklasse-Limousinen und leichte Nutzfahrzeuge als auch für sportliche Fahrzeuge. Sie ermöglicht präzise, schnelle Lenkreaktionen bei höheren Geschwindigkeiten ohne Gefahr des „Überziehens“ und optimiert das Handling des Fahrzeugs beim Ein- und Ausparken, beim Wenden auf engstem Raum und bei extremer Kurvenfahrt.

#### **Anschlagdämpfung**

Bei Bedarf kann die ZF-Servotronic 2 mit elastischen Kunststoffteilen an den Hubbegrenzungen ausgerüstet werden. Die dämpfende Wirkung vor dem metallischen Anschlag wirkt störenden Geräuschen bei maximalem Radeinschlag entgegen.

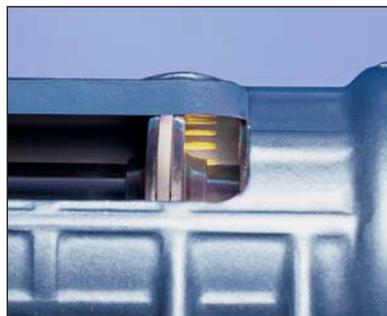
#### **Lenkungsämpfung**

Gehobener Lenkungscomfort zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass von der Fahrbahn und dem Fahrwerk verursachte Stößigkeiten am Lenkrad nicht mehr spürbar sind. In Sonderfällen bieten sich zusätzliche technische Lösungen an wie z. B.: die Lenkungsbefestigung durch Gummilagerung oder Spurstangen mit elas-

tischen Elementen. Aber auch im Hydraulikbereich integrierte Ventil- und Blendensysteme (Varioblenden), die als Dämpfer wirken, können eingesetzt werden.

#### **Hydraulische Lenkbegrenzung**

Für die Integration einer hydraulischen Lenkbegrenzung in die ZF-Servotronic 2 sprechen sowohl Funktions- als auch Wirtschaftlichkeits- und Umweltgründe. Es wird jedoch ein Fahrwerk mit ausreichenden Rückstelleigenschaften vorausgesetzt.



Speziell entwickelte Verbindungsquerschnitte in der Zylinderbohrung ermöglichen kurz vor dem Hubende das Überströmen des Öls aus dem unter Hochdruck stehenden Zylinderraum in den durch den Kolben getrennten Rücklaufraum. Der daraus folgende

Druckabbau am Endanschlag schützt die Lenkungspumpe und die Lenkungsmechanik vor übermäßiger Belastung. Eine stark reduzierte hydraulische Unterstützung durch den Druckabfall verursacht ein erhöhtes Betätigungsmoment am Lenkrad und „informiert“ somit den Fahrzeuglenker vom unmittelbaren Erreichen des maximalen Radeinschlags.

Durch den abgeschwächten Leistungsbedarf der Lenkungspumpe, der durch die hydraulische Lenkbegrenzung ermöglicht wird, kann die Motorleerlaufdrehzahl niedriger eingestellt werden. Dadurch kann enorm an Kraftstoff gespart werden – schonend für die Umwelt.

## Die ZF Lenksysteme GmbH als Systempartner

Die ZF Lenksysteme GmbH ist einer der größten unabhängigen Hersteller von Servolenksystemen für Pkw und Nutzfahrzeuge. Namhafte Fahrzeughersteller aus aller Welt schätzen uns als kreativen und effizienten Systempartner bei der Entwicklung neuer, richtungweisender Lösungen.



ZF Lenksysteme GmbH  
Richard-Bullinger-Straße 77  
73527 Schwäbisch Gmünd  
Deutschland  
Telefon: (0 71 71) 31 - 0  
Telefax: (0 71 71) 31 - 32 22  
[www.zf-lenksysteme.com](http://www.zf-lenksysteme.com)

Als Gemeinschaftsunternehmen der Robert Bosch GmbH und der ZF Friedrichshafen AG bietet die ZF Lenksysteme GmbH ihren Kunden eine einzigartige Kompetenzbasis, wenn es darum geht, eine breite Palette von Spitzentechnologien in Module, Systemmodule oder Chassis-Gesamtsysteme zu integrieren.

Die Vorteile für den Hersteller liegen auf der Hand: noch kürzere Entwicklungszeiten und optimierte Produktionsvorgänge – bei ständig steigenden Qualitätsstandards.



Ein Gemeinschaftsunternehmen  
der Robert Bosch GmbH  
und der ZF Friedrichshafen AG

[Steering the right way]