

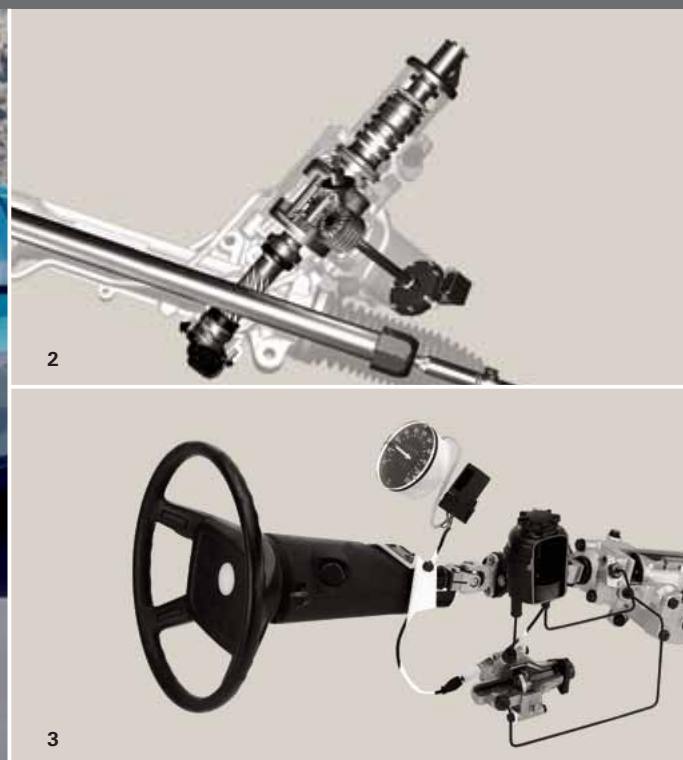
Ob Ross-, Gemmer, Elektro- oder Aktivlenkung, ob Servotronic oder Servocomtronic: Mehr Fahrdynamik, mehr Komfort, Sicherheit und Kraftstoffersparung zählen seit Jahrzehnten zu den übergeordneten Entwicklungszielen der Ingenieure, wenn es um das Thema Lenkungen geht.

Aus Freude am Lenken

1 Neue ZF-Aktivlenkung in den BMW-Modellen der 3er, 5er und 6er Reihe

2 ZF-Aktivlenkung

3 ZF-Servotronic, erste geschwindigkeitsabhängige Hydrolenkung



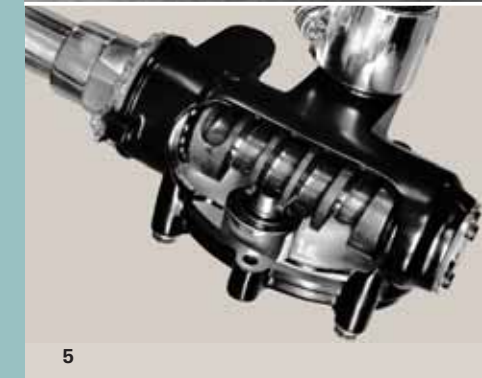
4 Wanderer W 11 mit ZF-Rosslenkung 1932

5 Seit 1932: ZF fertigt Lenkungen

6 Lenkschnecke, Bauteil der ZF-Ross- und ZF-Gemmerlenkung

7 Audi gehörte zu den ersten Kunden von ZF-Lenkungen;

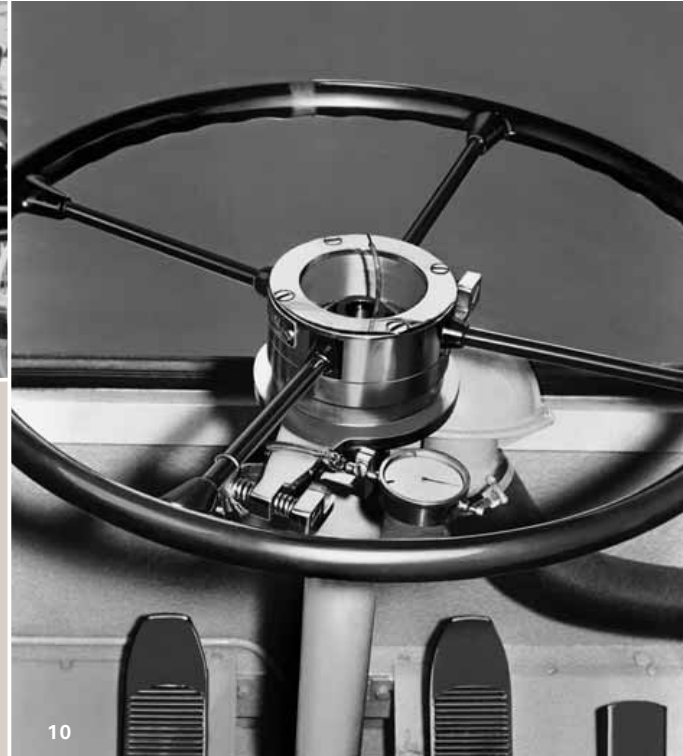
Audi Front UW 1933 mit ZF-Rosslenkung



Jüngstes Highlight aus den Entwicklungsabteilungen der ZF Lenksysteme GmbH ist die ZF-Aktivlenkung. Ihre Besonderheit liegt in einem software- und sensorgesteuerten Überlagerungsgetriebe. Über einen Elektromotor kann es je nach Situation fahrerunabhängig auf die Lenkung einwirken. Dadurch fällt der wirksame Lenkwinkel an den Rädern größer oder kleiner aus, als ihn der Fahrer am Lenkrad einstellt. Die Funktionalität des neuen Systems sorgt nicht nur für ein Plus an Sicherheit im Notfall, sondern auch für mehr Fahrdynamik und Komfort. Und es war wohl genau diese Kombination der Eigenschaften, die auch die automobilen Fachpresse beeindruckte. „Intelligent“, „sicher“, „dynamisch“, „durchdacht“ waren und sind gern benutzte Attribute zur Beschreibung der Aktivlenkung. Mitte der achtziger Jahre war es auch eine Autozeitschrift, die eine ZF-Lenkung kurz und prägnant zum Hightech-Produkt kürte: „Die Servotronic ist die Keimzelle einer revolutionierenden Lenkung“. Bis heute bietet die Servotronic genau das, was der Autofahrer sich wünscht: eine Lenkung, mit der man dank Servounterstützung mühelos einparken kann, mit der man aber auch bei hohen Geschwin-

digkeiten sicher unterwegs ist, da mit zunehmendem Tempo die Lenkkräfte stufenlos steigen. Die Umsetzung dieser im Kern einfachen Idee war nur möglich durch konsequente Ausnutzung der modernen Elektronik auf der Basis jahrzehntelanger Erfahrung im Bau von Hydrolenkungen beziehungsweise Zahnstangen-Hydrolenkungen. Im Laufe der Jahre ist ein System geschaffen worden, das bis heute über 3,6 Millionen mal gebaut und an zahlreiche Autohersteller verkauft wurde.

Bereits in der Frühzeit des Automobilbaus galt dem Thema Lenkung ein besonderes Augenmerk der Ingenieure. Der Übergang von der Kutsche zum Motorwagen ließ zwar in Teilbereichen Evolutionen zu. Eine Richtungsgebung per Deichsel und Drehschemellagerung jedoch erwies sich als ebenso kraftraubend wie labil. Erst ein Rückgriff auf die bereits 1816 durch den Münchner Hofwagenbauer Georg Lankensberger erfundene Achsschenkel-Lenkung, bei der nicht die gesamte Vorderachse, sondern jedes Vorderrad für sich geschwenkt wird, führte zu einem überdauernden Konstruktionsprinzip. Zu den wichtigsten Bestandteilen der bis



8 Montageband Borgward Isabella 1953, Einbau der ZF-Gemmerlenkung

9 ZF fertigt Hydrauliken seit 1953

10 Eingebaute ZF-Gemmerlenkung 1963

heute üblichen Achsschenkel-Lenkungen zählt das Lenkgetriebe, das einerseits das Lenktrapez antreibt und gleichzeitig die Lenkkräfte begrenzt. Als Standardkonstruktionen für den Automobilbau zu Beginn des 20. Jahrhunderts bildeten sich zunächst drei Lenktriebtypen heraus: Spindel-Mutter-Lenkungen, Schnecken-Segment-Lenkungen und nicht zuletzt die Zahnstangenlenkungen. Letztere übertragen die Lenkraddrehungen über die Lenkspindel und ein Ritzel direkt auf eine Zahnstange, die gemeinsam mit der Spurstange die beiden Vorderräder verbindet. Eine Drehung des Antriebsritzels bewirkt eine Seitwärtsbewegung der Zahnstange. Diese Bewegung überträgt sich auf das Lenkgestänge und sorgt für die Schwenkbewegung der Räder. Vorteile für den Hersteller:

gutes Lenkverhalten und ein deutlich geringerer Bauraum. So leiteten sich im Laufe der Jahre aus den Grundausführungen zahlreiche Sonderkonstruktionen ab, die zwischenzeitlich teilweise in Vergessenheit gerieten.

Für die ersten Lenkungen von ZF setzte das Unternehmen bereits 1932 auf die Fertigungslizenz für eine Einfingerlenkung der amerikanischen Ross Gear and Tool Comp. Inc.. Bei dieser „Rosslenkung“ griff ein feststehender, später auch ein rollengelagerter Lenkfinger in den Gewindegang der Lenkschnecke ein und sorgte so für die Seitwärtsbewegung der Achsschenkel. Wie geschätzt die von ZF gefertigte „Rosslenkung“ war, zeigt ein Blick auf die Kundenliste der dreißiger Jahre, auf der

sich so klangvolle Namen wie Wanderer, Horch, Audi, Maybach, Daimler-Benz, aber auch heute weniger bekannte Marken wie Austro Fiat, Vomag oder Stöwer finden. Ein weiterer Entwicklungsschritt in der Lenkungsgeschichte ging ebenfalls auf den Erwerb einer US-Lizenz durch ZF zurück. 1953 ermöglichte ein Abkommen mit der Gemmer Manufacturing Comp., Detroit, den Erfahrungsaustausch bei Schneckenrollenlenkungen sowie erstmals auch hydraulischen Hilfskraftlenkungen, den Vorläufern der seither bei ZF stets weiterentwickelten Servolenkungen.

In der Entwicklungsgeschichte der Lenkungen – von rein mechanischen Lenkungen zu hydraulischen Lenkhilfen bis hin zu elektrohydraulischen und elektrischen

Servolenkungen – ist die Aktivlenkung nur das jüngste Beispiel einer Vielzahl von Innovationen. Zur Unterstützung der Muskelkraft des Fahrers dient bei hydraulischen Servolenkungen eine Hydraulikanlage, die je nach Lenkmoment den Öldruck im Lenkzylinder ändert. Der Lenkzylinder wandelt den Öldruck in Hilfskräfte um, die direkt auf die Zahnstange der Lenkung wirken. Der hauptsächliche Unterschied elektrohydraulischer Servolenkungen zu rein hydraulisch arbeitenden Systemen ist die Substitution der mechanisch angetriebenen Lenkungspumpe durch eine von einem Elektromotor angetriebene Hydraulikpumpe. Mit Hilfe dieses „Powerpack“ lässt sich die Lenkunterstützung bedarfsgerecht an das Fahrzeugmodell anpassen. Anders als bei der hydraulischen

servolenkung erzeugt bei der elektrischen Servolenkung ein Elektromotor die Zusatzkraft und gibt sie als Drehmoment zum Beispiel über ein Schneckengetriebe in die Lenksäule oder auf ein Ritzel ab. Diese Technik verspricht zahlreiche Vereinfachungen für Konstruktion und Montage von Fahrzeugen und erlaubt darüber hinaus eine noch intensivere Einbindung der Lenkung in den Informations- und Regelverbund der Fahrzeugsteuerung. Auch Elektrolenkungen von ZF Lenksysteme, die unter dem Namen „Servoelectric“ seit 2003 erstmals in den Modellen VW Touran und Audi A3 in Serie verbaut werden, schonen die Kraft und den Geldbeutel des Fahrers gleichermaßen. Grund dafür: Die Lenkunterstützung arbeitet nur dann, wenn

11 Der legendäre NSU Ro 80: ausgestattet mit hydraulischer Lenkunterstützung von ZF

12 Ab 1973: Fertigung von ZF-Zahnstangen- und ZF-Zahnstangen-Hydrauliken

13 Die Elektrolenkung ZF-Servoelectric

14 Die neuen Modelle der „Golf-Plattform“ des VW-Konzerns (VW Golf, Audi A3,

VW Touran etc.): ausgestattet mit der ZF-Servoelectric



11



13



12



14

Kraft gebraucht wird. Bei Geradeausfahrt ruht die Anlage, es wird keine Energie verbraucht. So können im Vergleich zu permanent laufenden hydraulischen Anlagen bis zu 0,25 Liter Kraftstoff pro 100 Kilometer eingespart werden. Neben der Kraftstoffeinsparung bietet die „Servoelectric“ noch weitere Vorteile. Außer der Servoeinheit gibt es keine Aggregate: Lenkventil, Lenkumpumpe, Ölbehälter und Hochdruckschläuche entfallen. Das spart Gewicht und vereinfacht den Einbau. Sobald der Fahrer eine Lenkbewegung durchführt, registrieren Sensoren das Lenkmoment und die Lenkgeschwindigkeit. Die registrierten Daten werden als elektrisches Signal an das Steuergerät weitergeleitet. Dieses errechnet die erforderliche Lenkunterstützung

und steuert den Servomotor. Der Motor überträgt das erzeugte Moment über ein Schnecken- oder Kugelumlaufgetriebe auf die mechanische Zahnstangenlenkung.

Vor allem Berufskraftfahrer und Trucker schätzen die muskel-schonenden Vorzüge einer exakt arbeitenden Lenkunterstützung. Deshalb zählen die Lenkungen von Nutzfahrzeugen ebenso zu den Innovationsfeldern von ZF Lenksysteme wie Pkw-Lenkungen. Dabei kommt es – trotz der Größenunterschiede – zu zahlreichen gegenseitigen Entwicklungsimpulsen. Entwicklungen von Lenkungen für Busse und Lkw, aber auch für Baumaschinen, Traktoren und Sonderfahrzeuge, wie ein Blick zurück zeigt,

20



21



22



15 Auwärter Flughafenbus N 912 mit ZF-Kugelmutter-Hydraulenkung 8065

16 ZF-Kugelmutter-Hydraulenkung für Nutzfahrzeuge

17 ZF-Servocom, die kompakte Nutzfahrzeuglenkung

18 Liebherr-Teleskop-Mobilkran mit ZF-Halblock-Hydraulenkung 7212

19 Logo ZF Lenksysteme GmbH, seit 1999 ein Gemeinschaftsunternehmen, an dem

die Robert Bosch GmbH und die ZF Friedrichshafen AG jeweils 50 Prozent der Anteile halten

20 Höhenverstellbare und schwenkbare Lenksäule für Nutzfahrzeuge

21 Der MAN TG-A: ausgestattet mit einer Lenksäule von ZF

22 Lenksäule für Jaguar: Beispiel einer Lenksäule im Pkw



17



18



19

befruchten sich gegenseitig. So hat ZF sein aus der Bustechnik stammendes Know-how rund um die Einzelradaufhängung für schwere Lkw weiterentwickelt und mit der weltweit ersten Zahnstangen-Hydraulenkung für Lkw und Busse kombiniert.

Bei der Konstruktion von Lenksäulen, den Mittlern zwischen Lenkrad und Lenkungsmechanik, gelang es den Ingenieuren, zu mehr Komfort für den Autofahrer beizutragen. Die verstellbare Lenksäule garantiert entspanntes und ermüdungsfreies Fahren dank der ergonomisch optimal einstellbaren Position. Damit beim

Fahrerwechsel aber nicht immer wieder umständlich die richtige Position gesucht werden muss, merkt sich ein elektronischer Memory-Speicher die richtige Einstellung. Diese zunächst für Pkw-Anwendungen entwickelte Technik adaptierte ZF später auch für Nutzfahrzeuge. Zur Verbesserung der ergonomischen Gestaltung des Arbeitsplatzes Fahrerhaus entwickelte ZF ein Lenksäulensystem, das dem jeweiligen Fahrer und seiner Körperhaltung optimal angepasst werden kann. Bei diesem Lenksäulenmodul kann die Höhe und Neigung des Lenkrades stufenlos eingestellt werden. Die Positioniereinrichtung kann vom Fahrer über einen Druckluftschalter unterhalb des Fahrersitzes mit dem linken Absatz pneumatisch entriegelt werden. Durch die Verwendung

eines für diesen Anwendungsfall neu entwickelten Gleichlaufgelenkes (Doppelgelenk) wird eine beinahe kraftfreie Einstellung über den gesamten Schwenkbereich erreicht. Das System zeichnet sich außerdem durch Spiel- und Wartungsfreiheit und geringe Verstellkräfte aus. Als Verbindung zwischen Lenksäule und Lenkung dient eine Kugelteleskopwelle als Voraussetzung für Spielfreiheit und geringe Verschiebekraft. Innovationen dieser Art sowie ein durchdachtes Baukastensystem für eine besonders effiziente Fertigung entstehen regelmäßig in enger Kooperation mit den Kunden aus der Automobilindustrie. Hightech-Simulationsanlagen sowie eine breite Wissensbasis sorgen dabei für eine rasche Umsetzung in erleb- baren Zusatznutzen für den Autofahrer.



Ulm 1957: Kässbohrer Setra S 10
mit ZF-Gemmerlenkung
und ZF-Synchroma-Getriebe S 5-33