

ZF war Wegbereiter des innovativen Achskonzepts für Niederflurbusse

Portalachse AV-132

Mercedes-Benz Citaro

Einzelradaufhängung für Stadtbusse

Achssystem Mercedes-Benz M-Klasse

Mercedes-Benz M-Klasse

Hinterachse BMW X3

Vorderachse BMW X3

BMW X3

Mit Achsen wachsen

Was Mitte der neunziger Jahre bei Mercedes-Benz und BMW in den USA begann, ist heute auf jedem Kontinent Standard – ZF liefert komplette Achssysteme für Pkw.

ZF wird vorzugsweise mit Getrieben in Verbindung gebracht. Doch schon seit Jahrzehnten ist ZF auch kompetenter Partner für die Automobilindustrie in Sachen Fahrwerktechnik – von speziellen Kugelgelenken über Stoßdämpfer bis hin zu kompletten Achssystemen. Nicht umsonst geht jeder zweite Euro Umsatz auf das Konto Fahrwerktechnik. Und die Wachstumzahlen verändern sich nur in eine Richtung – nach oben.

Bei einer Umfrage zum Thema Pioniere und Erfinder der Automobilindustrie würden sicher schnell die Namen Benz, Otto oder Diesel fallen. Der Name Faudi dagegen wäre mit großer Sicherheit nicht in der Auflistung der Befragten. Nur wenige wissen von ihm, denn der deutsche Erfinder ist selbst in den Fachbüchern der Automobiltechnik nicht vertreten. Und dennoch: Fritz Faudi hat 1922 gerade für die Fahrwerktechnik eine interessante und weit reichende Erfindung zum Patent an-

gemeldet – ein Kugelgelenk. Es besteht im Wesentlichen aus einer Kugel mit Zapfen, die in einem Gehäuse mit Lagerschalen ruht. Wie viel Kugelzapfen oder Gelenke ZF Lemförder, der Unternehmensbereich Fahrwerktechnik der ZF Friedrichshafen AG, bis heute gefertigt hat, lässt sich nur mit aufwändiger Recherche näherungsweise ermitteln. Einen Anhaltspunkt geben die Angaben zum Verbrauch an Schmiermittel, das pro Kugelzapfen benötigt wird. Wenn man weiß, dass allein in Deutschland ZF Lemförder knapp 600 Tonnen Fett verbraucht, dann resultiert daraus, dass jährlich etwa 200 Millionen Kugelzapfen und demzufolge rund 70 Millionen Gelenkeinheiten in die Fahrzeugproduktion gehen. Aber Fahrwerktechnik darf selbstverständlich nicht auf Kugelgelenke reduziert werden. Zum Fahrwerk zählen die Bestandteile der Achsen (Radaufhängung, Bremse, Federung, Dämpfung, Radträger und Hilfsrahmen) sowie Lenkung, Rad und Reifen. Insgesamt ist das Fahrwerk mitverantwortlich für dynamisches Fahrzeugverhalten sowie für Fahrsicherheit und Fahrkomfort. Damit gehört die Fahrwerktechnik neben Motor und Getriebe zu den sehr wichtigen und technisch anspruchsvollen Systemen eines Fahrzeugs, sei es nun ein Auto oder ein Lkw oder ein Bus. Die grundsätzliche Aufgabe dieser Fahrwerktechnik hat sich seit der Frühzeit des Automobilbaus nicht geändert: Die gefederte Masse der Karosserie muss von der ungefederten Masse (Räder und Achsen) entkoppelt werden. Dadurch werden das

Aufschaukeln und Nachschwingen des Fahrzeugaufbaus bei unebenen Straßen und anderen problematischen Fahrsituationen verhindert. Zusätzlich zu dieser Stabilisierung werden die während der Fahrt auftretenden Schwingungen der Räder und Achsen rasch zum Abklingen gebracht, wodurch eine ständige Bodenhaftung der Räder und mithin eine gute Spurführung und Bremswirkung gewährleistet sind.

Der steile Aufstieg der ZF-Fahrwerktechnik beginnt 1984. Zu Jahresanfang erwirbt ZF die Mehrheit an der Lemförder-Gruppe. Mit 3 600 Mitarbeitern werden dort Kugelgelenke, Spur- und Lenkstangen, Radgelenke, Gelenkwellen, Präzisionsteile aus Kunststoffen und Gummi-Metall-Verbindungen gefertigt – also ein Produktprogramm, das die Produktpalette von ZF ideal ergänzt. Genau dieses umfassende Know-how im Umgang mit den Komponenten macht ZF zu einem geschätzten Partner der Autoindustrie. Die Aufgabenverteilung zwischen

Automobilherstellern und Zulieferern wie ZF hat sich in den vergangenen Jahren indes stark verändert. Zunächst galt die Fahrwerktechnik als markenspezifische Kernkompetenz der Hersteller. Bei den Zulieferern lag die Verantwortung in diesem Bereich nur bei der Herstellung einzelner Komponenten. Vor dem Hintergrund der in den neunziger Jahren neu definierten Prozesse entlang der automobilen Wertschöpfungsketten zählen zwischenzeitlich Komplettachsen und integrierte Fahrwerksysteme immer öfter zu den Zukaufteilen. Für ZF fiel der Startschuss für diese neue Form der Arbeitsteilung mit den US-Werken von BMW und Mercedes-Benz in den USA. Bei der Definition der Wertschöpfungsketten für die M-Klasse von Mercedes-Benz und dem X5 von BMW war es Ziel der Hersteller, die Zahl der Zulieferer möglichst gering zu halten und weitgehend auf Systemlieferanten zu setzen. Auch die Achsen waren als vormontiertes, einbaufertiges System – bestehend aus Differenzialgetriebe, Antriebswelle, Lenkung, Spurstangen, Lenker, Bremsen sowie Feder- und Dämpferteilen – vorgesehen. Eine produktionssynchrone Zulieferung just-in-time und just-in-sequence zählt bei solchen Systemaufträgen zu den selbstverständlichen Rahmenbedingungen, weshalb ZF nur 42 Kilometer von der M-Klasse-Fertigung in Tuscaloosa, Alabama, USA, ein eigenes Werk für die Achsenfertigung errichtete. Die Montage der einbaufertigen Achssätze in mehreren Varianten (Links- und Rechtslenkerversionen, in Kombination mit unterschiedlichen



Land Rover Discovery

Ford Freestyle

BMW X5

Opel Astra Caravan

Nivomat

Audi A3

Einrohrdämpfer

Jeep Grand Cherokee

Starke Fahrwerktechnik –
pro Jahr produziert ZF
mehr als 30 Millionen Dämpfer für
alle Fahrzeugklassen.

Übersetzungen und verschiedenen Feder- bzw. Dämpferabstimmungen) zählt dort ebenso zu den Hauptaufgaben wie die Steuerung von 30 Unterlieferanten. Das gebündelte Know-how mehrerer ZF-Standorte in der Entwicklungsphase erlaubte es, dabei auch in technischer Hinsicht Neuland zu betreten. So war die M-Klasse das erste Fahrzeug seiner Klasse, das sowohl an der Vorder- als auch an der Hinterachse den Komfort und die Sicherheit einer Einzelradaufhängung bot. Um Gewicht zu sparen, wurde zudem vermehrt Aluminiumguss im Bereich der Lenker, der Achsgehäuse und der Lenkung eingesetzt. Lohn der Innovation: 40 Prozent Gewichtseinsparung gegenüber herkömmlichen Stahlgussteilen.

Was heute mehr und mehr zum Standard der Kooperationsformen zählt, galt zu Beginn dieses USA-Engagements von ZF vor zehn Jahren als kleine Sensation. Denn mit der Achsenmontage in den USA be-

trat ZF einen Bereich, der traditionell zur Eigenfertigung der Pkw-Hersteller zählte. Mittlerweile hat ZF auf allen Kontinenten Werke, um für die Kunden komplette Achssysteme just-in-time oder just-in-sequence an Montageband zu liefern. In USA betreibt ZF, neben den genannten Projekten für Mercedes-Benz und BMW, in Chicago ein Montagewerk für die Achsen der Ford-D-Plattform. In Südafrika werden die Achsen für den BMW 3er gefertigt. Der BMW X3 erhält produktionssynchron Achsen aus einem Werk in Lebring bei Graz. Für Land Rover in England werden so genannte Corner Moduls produziert. Und im fernen China wird wiederum BMW mit Achssystemen für den 5er und 3er beliefert, ab 2005 wird auch Audi dort Kunde sein. Der neueste Großauftrag kommt von GM Holden aus dem 20 Flugstunden entfernten Australien. Ein weiterer, mindestens ebenso bedeutender Schritt hin zum Fahrwerkspezialist war 2001 die Übernahme der Mannes-

mann Sachs AG. Der heute unter dem Namen ZF Sachs AG firmierende Unternehmensbereich Antriebs- und Fahrwerkstechnik trägt maßgeblich dazu bei, dass der Umsatz bei ZF zu jeweils etwa 50 Prozent auf die Antriebstechnik bzw. Fahrwerkstechnik entfällt. Das ist wenig erstaunlich angesichts der Tatsache, dass ZF Sachs pro Jahr mehr als 30 Millionen Dämpfer für alle Fahrzeugklassen produziert. Betrachtet man die interessante Geschichte der Dämpferherstellung bei Sachs, angefangen bei einem „Komet Bandstoßdämpfer“ von 1927 bis hin zum Super-Hightech-Dämpfer eines Formel 1 Ferrari, so fällt auf, dass die Fahrwerkentwickler jahrzehntlang vor einem fast unlösbar scheinenden Zielkonflikt standen: Eine „weiche“ Dämpfung steigert den Komfort, eine „harte“ Dämpfung hingegen dient der Fahrsicherheit. Zwischen diesen beiden Kriterien galt es bislang gründlich abzuwägen. Dabei blieben – wie bei jedem Kompromiss – vielerlei



Wünsche offen. Da aber die Wünsche der Fahrzeughersteller und Endkunden nicht unerfüllt bleiben sollten, machten sich ZF-Ingenieure an die Arbeit und suchten nach Lösungen. Die Antwort auf die Frage: „Wie umgehe ich den Kompromiss zwischen weich und hart?“ heißt kurz und knapp „CDC“. Das elektronische Dämpfungssystem CDC (Continuous Damping Control) verdeutlicht, welche Funktionalitätsvorteile die Automobilhersteller anbieten können, wenn sie die Fahrwerkstechnik in die Hände spezialisierter Zulieferer wie ZF legen. Dank Sensorik und elektronisch regelbarer Ventile in den Stoßdämpfern kann die Dämpfercharakteristik blitzschnell der jeweiligen Fahrsituation und dem Straßenzustand angepasst werden. Mit anderen Worten: bei normaler Autofahrt bietet die „weiche“ Dämpfereinstellung dem Fahrer Komfort; erfordert allerdings ein Ausweichmanöver oder eine Kurvenfahrt eine „harte“ Dämpfereinstellung, liefert das System, was benötigt wird. Audi, BMW, Ferrari, Lancia, Maserati, Opel, Porsche oder Volkswagen haben die Vorteile des Systems erkannt und bieten in unterschiedlichen Modellen das CDC-System an.

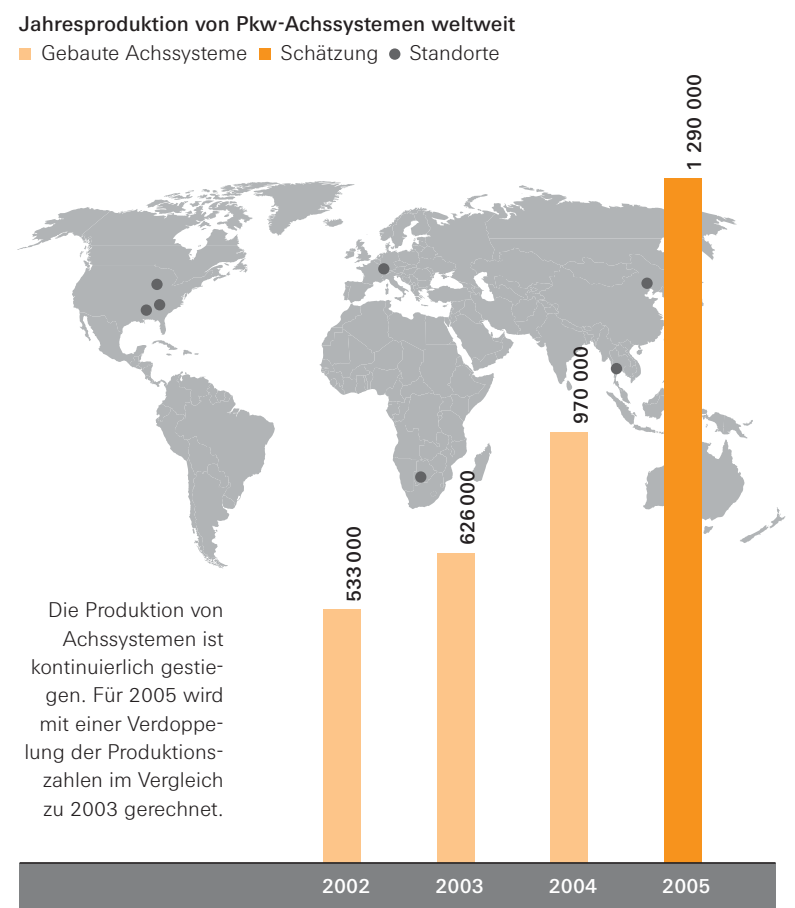
Anders als die vergleichsweise kurze Geschichte der Pkw-Komplettachsen gehen vergleichbare Aktivitäten im Busgeschäft bereits auf die siebziger Jahre zurück. Basis war eine Lizenzfertigung für Achseinsätze einfach untergesetzter Achsen, die der ZF-Geschäftsbereich Arbeitsmaschinenantriebe und Achssysteme,



Mercedes-Benz Actros MAN TG-A Vierpunktklenker Luftfeder-Dämpfermodul Nutzfahrzeugdämpfer Opel Astra mit CDC-Dämpfungssystem CDC erhöht die Fahr-sicherheit bei Ausweich-manövern CDC sorgt für mehr Sicherheit und Fahr-dynamik Elektronisch ge-steuertes variables Dämpfungssystem

Einzelradaufhängung –
für den Lkw so gut
wie für den Bus.

Passau, 1960 von Rockwell erwarb. Die zunächst für Baumaschinen gedachte Technik wurde in der Folge von ZF so weiterentwickelt, dass sie später auch für Reisebusse eingesetzt werden konnte. Gleichzeitig arbeiteten ZF-Ingenieure an einer Innovation, die den Einstiegscomfort bei Stadt- und Linienbussen revolutionierte. Die Rede ist von der Erfindung der Portalachse, die 1983 erstmals präsentiert wurde und den Weg für Niederflurkonzepte im Bus ebnete. Zu den Besonderheiten der ersten Portalachsen-generation AV-132 für Solo-, Gelenk- und Doppelstockbusse zählte eine Negativ-Portal-Bauweise, durch die im Fahrzeug ein weit abgesenkter breiter Mittelgang und eine Plattform am hinteren Einstieg ohne weitere Stufe zum Mittelgang verwirklicht werden konnten. Auch verschiedene Antriebsvarianten waren mit der AV-130 Portalachse möglich: eine Heckanordnung und eine Unterfluranordnung ebenso wie ein Einzelradantrieb. Wie in der Pkw-Industrie erwarten auch die Bushersteller von ihren Partnern in zunehmendem Maße die Bereitstellung kompletter Systemumfänge. Deshalb liefert ZF auch in diesem Marktsegment immer häufiger komplett vormontierte Achssysteme einbaufertig an die Montagebänder der Kunden. Zum Systemumfang zählen in der Regel Aufhängungs- und Federungsteile, Bremsbetätigungselemente, ABS-Sensorik und Anzeigenelemente für den Bremsbelagverschleiß. Seit der serienmäßigen Einführung der dritten Portalachsen-generation AV-132 ist auch die Ausstattung der



Hinterachse mit einer druckluftbetätigten Scheibenbremse möglich. Seit 1983 rüstete ZF mehr als 60 000 Busse mit Portalachsen aus. Auf den Referenzlisten stehen unter anderem EvoBus, Neoplan, Volvo, Scania, Alexander Dennis, Irisbus, Van Hool sowie die VDL-Gruppe. Aber auch Vorderachs-systeme für Busse wurden mittlerweile in das ZF-Programm aufgenommen.

Zu den jüngsten Entwicklungen zählt in diesem Zusammenhang eine Einzelradaufhängung, die durch einen hohen Rad-einschlag optimale Wendigkeit im Stadtverkehr bietet. Als weitere Vorteile gelten der gesteigerte Abroll-, Lenk- und Fahrkomfort durch die Reduzierung der ungefederten Massen sowie die größeren Einfederwege. Kleinere Wankwinkel bei Kurvenfahrten bieten darüber hinaus vor allem Doppeldeckern und anderen kopflastigen Fahrzeugen – Bussen mit Gasantrieb zum Beispiel – ein verbessertes Fahrzeughandling. Und was sich im Bus bewährt hat,

kann auch für den Lkw von Vorteil sein. Seit mehreren Jahren diskutiert die Fachwelt über den Einsatz von Einzelradaufhängungen im Lkw und nimmt damit einen Trend auf, der sich im leichten Nutzfahrzeug sowie im Reisebus innerhalb des letzten Jahrzehnts auf breiter Front durchgesetzt hat. Aufbauend auf den Kenntnissen und Erfahrungen bei der Einzelradaufhängung in Stadt- und Reisebussen hat ZF ein entsprechendes System für den schweren Lkw entwickelt. Das Achskonzept verbessert gegenüber einer Starrachse den Fahrkomfort und das Fahrzeughandling und verkleinert den Wendekreis. In Kombination mit dem Luftfeder-Dämpfermodul sowie der Weltneuheit Servoline von ZF Lenksysteme, einer Zahnstangenlenkung für schwere Lkw, ergeben sich für den Fahrzeughersteller Vorteile beim Package. Damit gilt für ZF im Bereich Nutzfahrzeuge ebenso wie im Bereich Pkw die Devise: Wachstum durch Kompetenz in der Fahrwerktechnik.

