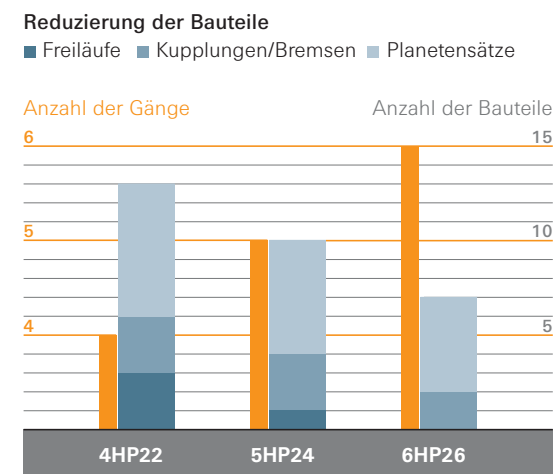


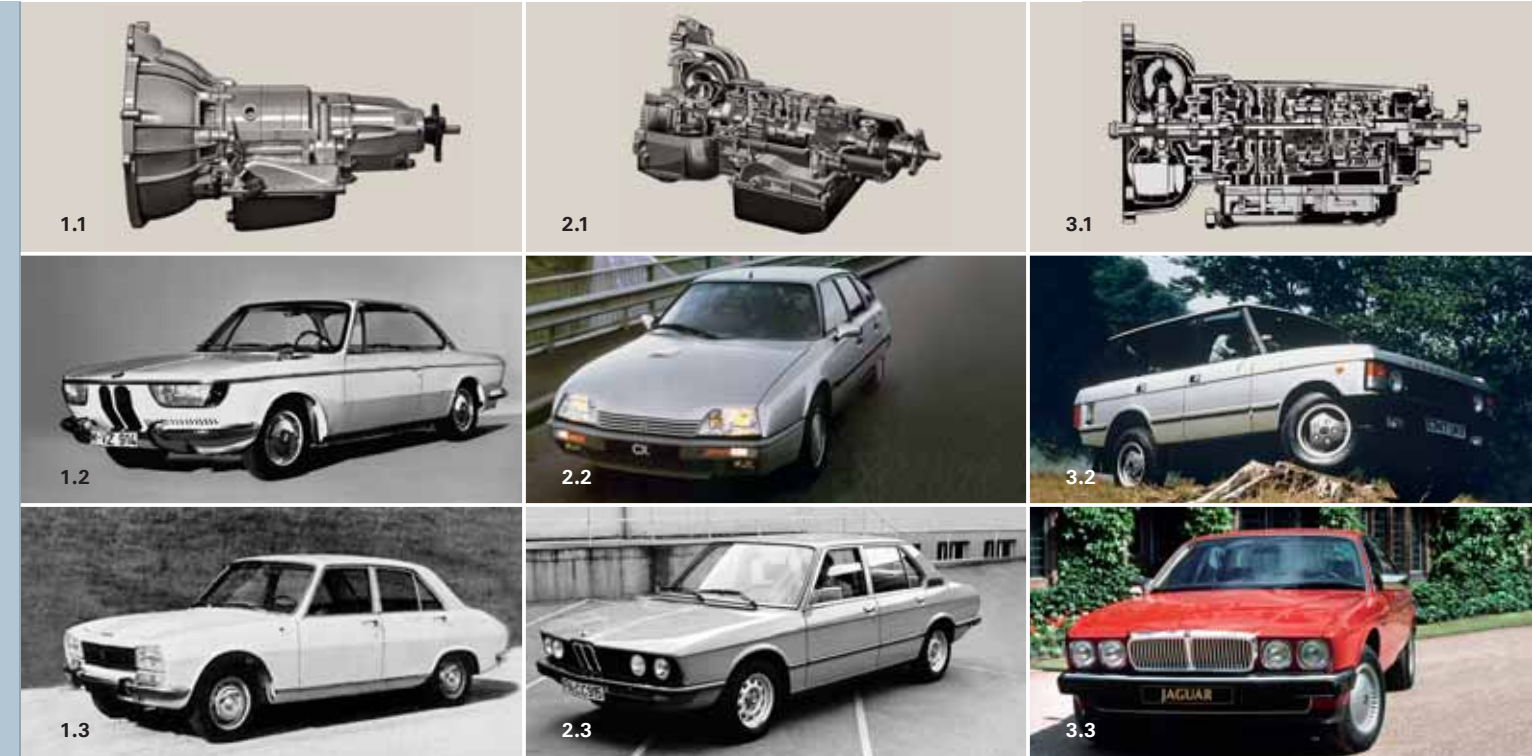
Der Duden erklärt es ganz einfach: Getriebe sind Verbindungen von Teilen zum Übertragen oder Umwandeln von Kräften. Doch was ZF in den letzten 90 Jahren an Innovationen und Ideen in der Antriebstechnik hervorgebracht hat, ist beeindruckend.

# Die Liebe zum Getriebe

„Das Zahnrad-Schaltgetriebe gehört zu den wenigen Konstruktionselementen im Automobilbau, die lange Jahre hindurch keine auffällig hervortretenden technischen Verbesserungen erfahren haben.“ Diese wenig schmeichelhafte Bestandsaufnahme leitet eine ZF-Werbefrische für das „Aphon“-Getriebe des Jahres 1929 ein. Ein dreiviertel Jahrhundert später ist der geräuscharm arbeitende, (aphone) Getriebebauteyp, der erstmals schräg verzahnte Steuer- und Getrieberäder beinhaltete – und damals eine echte Innovation war – fast in Vergessenheit geraten. Und auch der bemängelte technische Fortschritt kann heute allenfalls noch als historische Randnotiz bewertet werden. Im Automobilbau des 21. Jahrhunderts zählen Getriebe vielmehr zu den grundlegenden Innovationsfeldern, um Fahrdynamik, Fahrkomfort, Kraftstoffverbrauch und Emissionsverhalten moderner Kraftfahrzeuge nachhaltig zu optimieren. Die Vielzahl an Getriebetypen wie Handschaltgetriebe, automatisierte Handschaltgetriebe, Automatgetriebe, stufenlose Automatgetriebe und künftig auch Doppelkupplungsgetriebe, mit denen ZF im Markt vertreten ist, beruht zum Teil auf der hohen Varianz unterschiedlicher Motoren und Triebstranganordnungen. Einen mindestens ebenso hohen Stellenwert nehmen die vielfältigen Präferenzen der Endverbraucher ein. Doch nicht nur den individuellen



Ingenieurleistung par excellence: Ein modernes Pkw-6-Gang-Automatgetriebe hat im Vergleich zu einem 4-Gang-Automatgetriebe nur noch halb so viele Bauteile; einen so genannten Freilauf gibt es nicht mehr

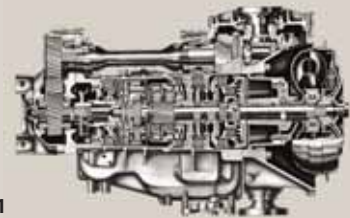


- 1.1 3 HP 12, 1965, erstes ZF-Pkw-Automatgetriebe
- 1.2 BMW 2000 C
- 1.3 Peugeot 504
- 2.1 3 HP 22, 1975
- 2.2 Citroen CX
- 2.3 BMW 520
- 3.1 4 HP 22, 1982, erstes elektronisch gesteuertes ZF-Pkw-Automatgetriebe
- 3.2 Range Rover
- 3.3 Jaguar XJ

Kundengeschmack, auch ganz konkrete technische Vorgaben haben die Entwickler im Blick. Neben mehr Komfort und Spontanität zählen dazu ein signifikant niedrigerer Kraftstoffverbrauch und damit auch ein geringerer Schadstoffausstoß. Eine der zahlreichen Entwicklungen der ZF-Ingenieure ist das stufenlose Automatgetriebe CVT (Continuously Variable Transmission) mit der Typenbezeichnung CFT 23, wie es im Ford Focus C-Max seinen Dienst tut. Es bietet sowohl im sequenziellen Schaltmodus des Getriebes wie auch im reinen Automatikbetrieb verbesserte Beschleunigung, spontanes Ansprechen auf das Gaspedal, außerdem adaptive Schaltprogramme. Und das bei gleichzeitig reduziertem Kraftstoffverbrauch und einem geringen Geräuschniveau. Eine andere Entwicklung betrifft die klassischen Schaltgetriebe, die heute in 5- oder 6-Gang-Versionen angeboten

werden und die auch als automatisierte Handschaltgetriebe ihren Stellenwert im Markt haben. Doch damit nicht genug: Derzeit entwickeln die ZF-Ingenieure ein Doppelkupplungsgetriebe, das auf Grund seiner speziellen Bauweise zwar auf einem manuellen Getriebe basiert, dank eines Doppelkupplungsmoduls aber die Gänge ohne Zugkraftunterbrechung wechselt.

Bei allen technischen Möglichkeiten immer auch eine möglichst wirtschaftliche Funktion und Produzierbarkeit zu gewährleisten, zählt seit jeher zu den Herausforderungen der ZF-Ingenieure. Bereits das „Einheitsgetriebe“ des Jahres 1925 folgte solchen Überlegungen. Zu Beginn der zwanziger Jahre hatte ein stürmischer Aufschwung der Automobilindustrie eingesetzt. Eine große Anzahl von Fahrzeugen entstand und wurde meist in verhältnismäßig kleinen Stückzahlen produziert. „Es war klar, dass die Herstellung der dafür benötigten Getriebe so lange unrentabel sein musste, als nicht größere Stückzahlen in Serienfertigung hergestellt werden konnten“, beschreibt ein zeitgenössischer Prospekt die Situation. Aus diesem Grund entschloss sich ZF damals, ein Getriebe zu entwickeln, das in seinen verschiedenen Größenordnungen und für unterschiedliche Motorleistungen den vielfältigen Anforderungen der Automobilindustrie gerecht wurde.



4.1 4 HP 22 HL, 1989

4.2 Porsche 911 Carrera 2



5.1



5.2



5.8



6.1



6.2



6.3



7.1



7.2



7.3



8.1



8.2



8.3

5.1 5 HP 18, 1990, erstes ZF-Pkw-5-Gang-Automatgetriebe

5.2 BMW 5er

5.3 BMW 3er

6.1 5 HP 30, 1992

6.2 Rolls-Royce

6.3 BMW 840 CI

7.1 4 HP 20, 1996

7.2 Mercedes Vito

7.3 Renault Laguna

8.1 5 HP 24, 1996

8.2 Audi A6 Quattro

8.3 VW Phaeton

Der Name „ZF-Einheitsgetriebe“ war gleichzeitig Programm. Schubradtechnik, geringer Bauaufwand und ein weitgehender Gleichteileinsatz über die im Laufe der Jahre entstandenen verschiedenen Baumuster prägten das Geschehen. ZF-Einheitsgetriebe wurden über einen langen Zeitraum gefertigt und ZF kam auf eine – für damalige Verhältnisse beeindruckende – Gesamtstückzahl von über 300 000 Einheiten.

Auch heute sind die Automobilmärkte von einer zunehmenden Segmentierung gekennzeichnet. Immer neue Modelltypen und stetig steigende Varianten belasten die Organisation der Wertschöpfungsketten bei Automobilherstellern und Zulieferern gleichermaßen. Doch anders als noch in den zwanziger Jahren reichen Einheitslösungen bei den Komponenten und Systemen allein nicht mehr aus, um

wirtschaftlich erfolgreich zu sein. Im hohen Wettbewerbsdruck der Branche und vor dem Hintergrund wachsender Anforderungen der privaten und kommerziellen Endkunden gilt es vielmehr, innovative technologische Produkte zu entwickeln und diese wirtschaftlich zu fertigen.

Dazu ein Beispiel aus der Nutzfahrzeugtechnik, die mehr denn je vom Kostendruck im Speditionsgewerbe geprägt ist. Bis Mitte der neunziger Jahre waren Lkw vorrangig mit mechanischen Schaltgetrieben mit 12 oder 16 Gängen ausgestattet. Die Maßstäbe für Getriebe im Segment Nutzfahrzeug änderten sich signifikant, als ZF und Iveco im Zuge eines Gemeinschaftsprojektes ein vollautomatisches Getriebesystem mit dem Produktnamen ZF-AS Tronic in den Markt brachten. Hauptmerkmal der ZF-Technik: Die elektrischen und hydraulischen Aktuatoren

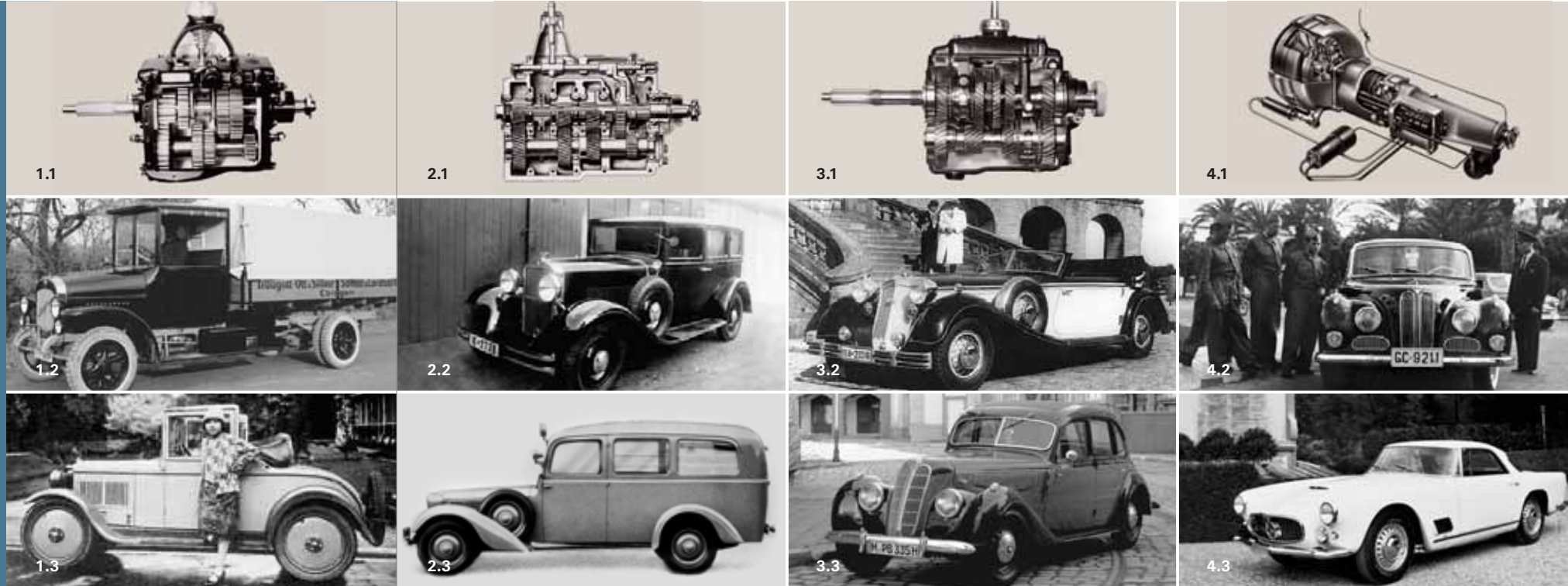
sind ins Getriebe in zwei Modulen integriert und darin gut geschützt angeordnet. Dies optimiert die Ausfallsicherheit, vereinfacht das Aufrüsten des Aggregats vor der Montage in das Fahrzeug und schafft auch im Betrieb zahlreiche Vorteile. Dazu zählt zur Freude der Spediteure ein bis zu 3 Prozent geringerer Kraftstoffverbrauch in der Flotte, aber auch eine größere Entlastung des Fahrers und damit ein Plus an Sicherheit. Die günstigen Verbrauchswerte der ZF-AS Tronic-Familie sind durch Praxistests belegt und einfach zu erklären. Der Elektronik gelingt es, vom Fahrer ungewollt hervorgerufene Verbrauchsspitzen zu reduzieren. Im statistischen Mittel liegt die Kraftstoffeinsparung der ZF-AS Tronic-Fahrzeuge zwischen 0,6 und einem Liter pro 100 Kilometer. Das entspricht einem Minderverbrauch zwischen 1,7 und rund 3 Prozent im Vergleich zum Handschalter.

Um die Automatisierung beim Nutzfahrzeugantrieb weiter voranzutreiben, entstand zwischenzeitlich eine komplette AS Tronic-Familie mit spezifischen Getriebeangeboten für jeden Transportzweck. Die Neuentwicklungen folgten dabei einer überarbeiteten Getriebebegrenzung, mit der ZF ihr Getriebeangebot noch besser an die Leistungsanforderungen der Lkw-Hersteller anpasste. Eine feine Drehmomentabstufung in 200 Nm-Schritten erlaubt dabei eine anforderungsgerechte und preislich interessante Getriebezuordnung. Da der Kunde nur noch das Drehmoment kauft, das er auch wirklich braucht, entsteht so ein deutliches Einsparpotenzial. Mehr noch: Da Komponenten wie Schalthebel mit Schaltbock und Gestänge überflüssig werden, sparen auch die Fahrzeughersteller Teile- und Einbaukosten. Durch diese Kompensationswirkung liegen die Systemkosten moderner AS Tronic-Getriebe mit denen konventioneller Handschaltgetriebe gleichauf.

Obwohl die AS Tronic längst begonnen hat, den Markt schwerer Lkw-Getriebe zu erobern, ist das Handschalt-Getriebe Ecosplit weiterhin die Nummer eins. Die Übersetzungen seiner 16 Gänge sind universell einsetzbar, egal, ob es sich vorwiegend um Fahrten über Alpenpässe, flache Autobahnen oder Kurzstrecken



- 9.1 6 HP 26, 2001, erstes ZF-Pkw-6-Gang-Automatgetriebe
- 9.2 BMW 7er
- 9.3 Jaguar S-Type
  
- 10.1 Stufenloses ZF-Automatgetriebe, 2004
- 10.2 Ford Freestyle
- 10.3 Ford Focus C-Max

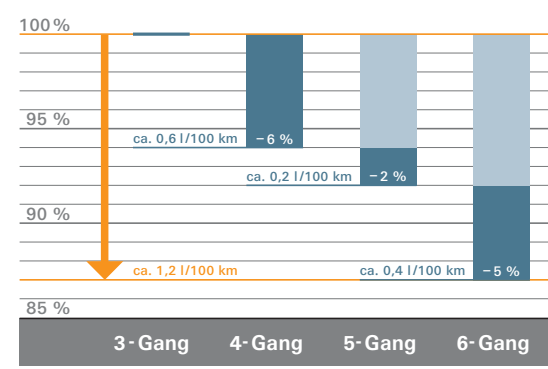


- 1.1 ZF-Einheitsgetriebe, 1925
- 1.2 Magirus
- 1.3 Hanomag 3/16
  
- 2.1 ZF-Aphongetriebe, 1929
- 2.2 Wanderer W 11
- 2.3 Adler
  
- 3.1 ZF-Allsynchrongetriebe AK 4 S 15, 1934
- 3.2 Horch 853
- 3.3 BMW 335
  
- 4.1 ZF-4-Gang-Schaltgetriebe S 4-17, 1958
- 4.2 BMW 502
- 4.3 Maserati 3500 GT

handelt. Dieses Multitalent überzeugt Großkunden wie MAN, Iveco, DAF und Renault seit nunmehr 25 Jahren. Sie kauften von ZF mehr als 1,6 Millionen Ecosplit-Getriebe; jährlich verlassen 115 000 Einheiten die Werkshallen in Friedrichshafen. Entwicklungsbeginn für das Ecosplit war das Jahr 1977, und nach dreijähriger intensiver Entwicklungsarbeit erfolgte 1980 der Startschuss für die Serieneinführung. Dass das Ecosplit-Getriebe über viele Jahre seine Spitzenposition im Markt halten konnte, ist letztlich der Leistung der ZF-Ingenieure zu verdanken. In den 25 Jahren gab es zahlreiche Weiterentwicklungen, die immer vom Kostendruck des Marktes und auch von den zunehmenden Fortschritten in der Motorentechnik getrieben waren. Ein sehr markantes Beispiel dafür ist die so genannte Leistungsdichte, der Materialeinsatz pro 1 000 Nm Drehmoment. So konnte zwischen 1980 und heute durch Einsatz neuer Materialien und Realisierung moderner Getriebetechnologien das Gewicht der Lkw-Getriebe im Lauf der Jahre um rund 60 Prozent reduziert werden.

Um neben geringen Kosten auch möglichst überzeugende Funktionalitäten für Nutzfahrzeug- und Pkw-Getriebe realisieren zu können, kommt einer steten Weiterentwicklung der

Kraftstoffreduzierung bei Pkw-Automatgetrieben

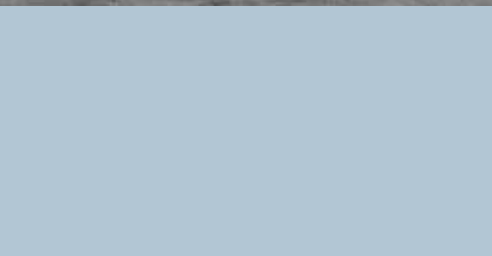
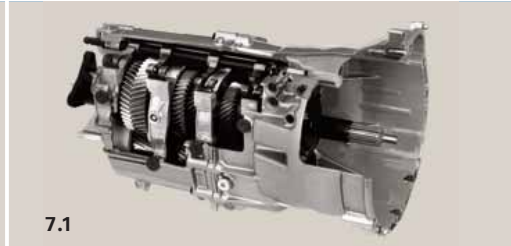
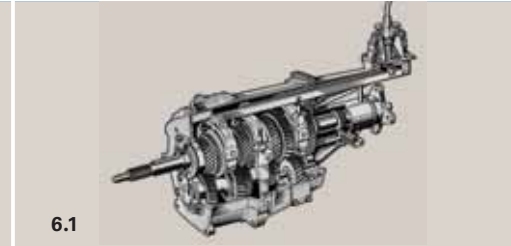


Der technische Fortschritt macht es möglich: Getriebeneuentwicklungen sorgen für stetig geringeren Kraftstoffverbrauch; das ist erfreulich für Autofahrer und Umwelt

Getriebesteuerung eine wachsende Bedeutung zu. Der Weg führte vom Einsatz von Mechanik und Hydraulik über elektronische Insellösungen zu hochintegrierten Mechatronikanwendungen. Vor allem die Möglichkeiten der modernen Elektronik erlaubten in der jüngsten Vergangenheit eine Einbindung der Getriebe in ein globales Fahrzeugmanagement, das für den Endverbraucher zahlreiche neue Funktionen ermöglicht. Beispiele sind die Fuzzy-Logic-Steuerung und die adaptive Schaltstrategie „ASIS“ für Pkw-Automatgetriebe. Diese kann – dank der Auswertung von Fahrpedalposition, Radrehzahlen zur Kurvenerkennung und anderer Informationen – den Gangwechsel so steuern, dass dem aktuellen Fahrerwunsch durch eine optimale Gangwahl entsprochen wird. Ähnlich sind die Möglichkeiten im Nutzfahrzeugsbereich. Dort bietet ZF Software-Pakete an, die es

erlauben, die Steuerung automatischer Nutzfahrzeuggetriebe in Hinblick auf den jeweiligen Einsatzzweck des Fahrzeugs zu optimieren. Jedes Getriebe erhält nach diesem Konzept grundsätzlich ein Basispaket, in dem gemeinsam mit dem Fahrzeughersteller alle notwendigen Funktionen für die Fahrbarkeit hinterlegt wurden. Weitere ergänzende Pakete, die ZF unter dem Markennamen „Mission-Soft“ anbietet, enthalten individuelle Schaltstrategien für die wichtigsten Anwendungsfälle. Dazu zählen derzeit Algorithmen für den Baustellenverkehr, für Verteilerfahrzeuge, Feuerwehr, Müllabfuhr und Autokrane. So erhalten die Kunden Getriebe, die exakt auf die jeweiligen Anwendungen abgestimmt sind. Dies führt zu einer höheren Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Fahrzeuge. Auch Austausch und Upgrade von Softwarepaketen soll künftig auf diese Weise erfolgen.

Spätestens seit der Ölkrise in den siebziger Jahren zählen Maßnahmen zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs zu den herausragenden Aufgabenstellungen jeder Neuentwicklung im Automobilbau. Neben immer weiter verfeinerten Schaltstrategien von Automatgetrieben stehen im Getriebebau dazu vor allem die Instrumente des konstruktiven und werkstofflichen



5.1 ZF-4-Gang-Synchrongetriebe 4 DS 6-3, 1959  
 5.2 DKW Junior

6.1 ZF-5-Gang-Schaltgetriebe S 5-18/3, 1968  
 6.2 Alfa Romeo Montreal  
 6.3 Maserati 430

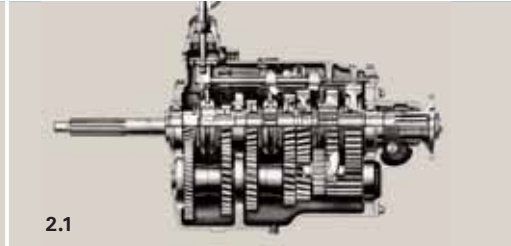
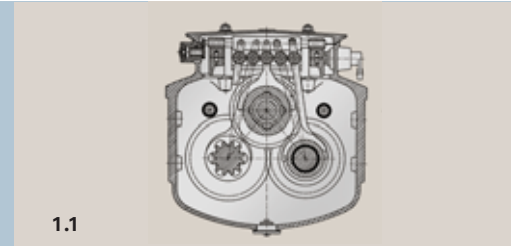
7.1 ZF-6-Gang-Schaltgetriebe S 6-53, 2002  
 7.2 BMW X5  
 7.3 VW Touareg

Leichtbaus zur Verfügung. Überdies ermöglicht die Entwicklung zusätzlicher Schaltstufen eine noch bessere Abstimmung von Motor und Getriebe und mit hin einen höheren Wirkungsgrad. Die Geschichte der Pkw-Automatgetriebe von ZF zeigt, dass sich diese Anforderungen nicht widersprechen müssen. Denn über die Jahre wurden die technischen Parameter Gewicht, Zahl der Bauelemente und Zahl der Gänge gleichermaßen kontinuierlich optimiert. Gleichzeitig galt es, immer leistungsfähigere Getriebe für stetig steigende Eingangsdrehmomente zu entwickeln. Das erste 1965 in die Serienfertigung überführte Automatgetriebe 3 HP 12 verfügte noch über drei Vorwärtsgänge und einen Rückwärtsgang. Zunächst überzeugten die Varianten für den Einsatz bei Peugeot und BMW, etwas später wurde die dritte Variante des ersten ZF-Pkw-Automatgetriebes auch bei

Alfa Romeo eingebaut. Das Bauprinzip des 3 HP 12 stand deshalb in der Folgezeit Pate für Weiterentwicklungen. So kam es bereits 1967 zum Serienstart eines zweiten Automatgetriebes (3 HP 20) für die BMW Modelle 2500 und 2800. 1975 folgte mit dem 3 HP 22 ein weiterer Bautyp, der erstmals in einer Vielzahl von Modellen der Marken Peugeot, BMW, Alfa Romeo, Citroën, Maserati und Opel zum Einsatz kam. Die Entwicklung vom 3 HP 12 zum 3 HP 22 folgte dabei der zunehmenden Motorenleistung. War das 3 HP 12 noch für Eingangsdrehmomente von 166 Nm ausgelegt, betrug der Richtwert für das 3 HP 20 bereits 235 Nm und für das 3 HP 22 schon 320 Nm. Da die Übertragung der Motorenleistung auf die Räder umso besser ist, je mehr Gänge zur Verfügung stehen, war die Erweiterung der Automatgetriebe von drei auf vier Gänge der logische nächste Ent-

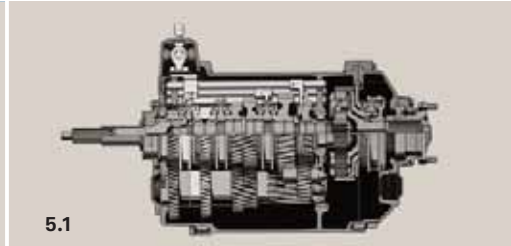
wicklungsschritt. Der Serienstart des ersten 4-Gang-Automatgetriebes (4 HP 22) 1982 markiert gleichzeitig aber auch einen Paradigmenwechsel bei der Getriebesteuerung. Anders als die 3-Gang-Getriebe, die mechanisch/hydraulisch gesteuert wurden, erfolgt die Steuerung der 4-Gang-Automatgetriebe erstmals elektronisch/hydraulisch. Wie schon bei den 3-Gang-Getrieben entstanden auch hier zahlreiche Varianten und Bautypen für unterschiedliche Drehmomentklassen und Triebstrangkonfigurationen. Zunehmende Spreizung, mehr Gänge, höheres Drehmoment und höhere Leistung sind die Leitlinien für weitere Innovationen. ZF führte 1990 mit dem 5 HP 18 ein erstes 5-Gang-Automatgetriebe in den Markt ein, 2001 folgte ein erstes 6-Gang-Automatgetriebe. Damit gelang ZF ein deutlicher Beitrag zur Verbrauchs- und Emissionsreduzierung. Wie sehr die Getriebetechnologie dazu beitragen kann, zeigt ein Vergleich der Automatgetriebegenerationen. Bereits der Übergang von 3-Gang- zu 4-Gang-Automatgetrieben führte zu einer Verringerung des Kraftstoffverbrauchs um 4 Prozent. Weitere 5 Prozent Kraftstoffersparnis kamen hinzu durch die Einführung von 5-Gang-Automatgetrieben. Moderne 6-Gang-Automatgetriebe wie das ZF 6 HP 26 für den BMW 7er sparen im Vergleich zu den ursprünglichen 3-Gang-Automatgetrieben ca. 15 Prozent Kraftstoff. Der Grund dafür liegt jeweils in der weiteren Spreizung der Übersetzungsverhältnisse. Vor allem der zusätzliche, lang übersetzte sechste Gang erlaubt hohe Geschwindigkeiten bei vergleichsweise niedrigen Motordrehzahlen. Andere bedeutende Entwicklungsschwerpunkte waren die Reduzierung der Bauteile und des Gewichts der Getriebe bei gleichzeitig kontinuierlich steigenden Anforderungen hinsichtlich des Eingangsdrehmoments. War doch die Entwicklung vom 3-Gang- über das 4-Gang- bis zum 5-Gang-Automatgetriebe mit einer stetigen Zunahme an Bauelementen und damit an Gewicht verbunden. Kam das 3 HP 12 noch mit fünf Kupplungen und Bremsen, einem Radsatz und zwei Freiläufen aus, wurden für das 4 HP 22 bereits sieben Kupplungen und Bremsen, drei Radsätze sowie drei Freiläufe benötigt. Der Höhepunkt der

nologie dazu beitragen kann, zeigt ein Vergleich der Automatgetriebegenerationen. Bereits der Übergang von 3-Gang- zu 4-Gang-Automatgetrieben führte zu einer Verringerung des Kraftstoffverbrauchs um 4 Prozent. Weitere 5 Prozent Kraftstoffersparnis kamen hinzu durch die Einführung von 5-Gang-Automatgetrieben. Moderne 6-Gang-Automatgetriebe wie das ZF 6 HP 26 für den BMW 7er sparen im Vergleich zu den ursprünglichen 3-Gang-Automatgetrieben ca. 15 Prozent Kraftstoff. Der Grund dafür liegt jeweils in der weiteren Spreizung der Übersetzungsverhältnisse. Vor allem der zusätzliche, lang übersetzte sechste Gang erlaubt hohe Geschwindigkeiten bei vergleichsweise niedrigen Motordrehzahlen. Andere bedeutende Entwicklungsschwerpunkte waren die Reduzierung der Bauteile und des Gewichts der Getriebe bei gleichzeitig kontinuierlich steigenden Anforderungen hinsichtlich des Eingangsdrehmoments. War doch die Entwicklung vom 3-Gang- über das 4-Gang- bis zum 5-Gang-Automatgetriebe mit einer stetigen Zunahme an Bauelementen und damit an Gewicht verbunden. Kam das 3 HP 12 noch mit fünf Kupplungen und Bremsen, einem Radsatz und zwei Freiläufen aus, wurden für das 4 HP 22 bereits sieben Kupplungen und Bremsen, drei Radsätze sowie drei Freiläufe benötigt. Der Höhepunkt der



1.1 ZF-Sodengentriebe, 1921  
 1.2 Sodengentriebe im „Maag“-Wagen

2.1 ZF-Allklauengertriebe AK 6-55, 1952  
 2.2 Kälble  
 2.3 Magirus



- 3.1 ZF-Hydromedia Getriebe, 1954
- 3.2 MAN Gelenkbus mit Kässbohrer Aufbau
- 3.3 Scania
  
- 4.1 ZF-Ecomat, 1977
- 4.2 Erste Anwendung bei MAN
- 4.3 Mercedes-Benz Citaro
  
- 5.1 ZF-Ecosplit Getriebe, 1980
- 5.2 MAN 32.292
- 5.3 DAF CF



- 6.1 ZF-Ecolite S 5-42, 1985
- 6.2 Ford Pick-up
- 6.3 Daimler Benz MB 800
  
- 7.1 ZF-AS Tronic, 1997
- 7.2 Iveco
- 7.3 Neoplan Starliner



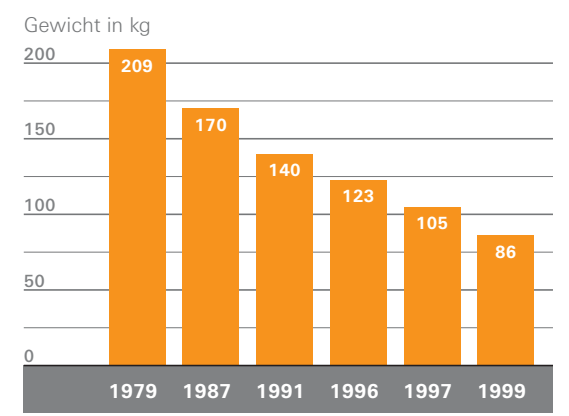
Gewichtskurve war Mitte der neunziger Jahre mit dem 5 HP 24 erreicht, das im Vergleich zum 3 HP 12 zwar fast das dreifache Eingangsdrehmoment aufwies, dafür aber mit 99 Kilogramm auch fast doppelt so schwer war. Eine Trendwende leitete ZF mit dem 6-Gang-Automatgetriebe 6 HP 26 ein. Das Eingangsdrehmoment konnte zwar erneut um 180 Nm auf 600 Nm gesteigert werden, es bringt jedoch gleichzeitig zehn Kilogramm weniger auf die Waage als noch das 5 HP 24. Ursache für den deutlichen Zuwachs an Drehmoment pro Kilogramm Getriebe liegt im erstmaligen Einsatz eines neuen Radsatzkonzept auf Basis des Lepelletier-Radsatzes, das mit circa 30 Prozent weniger Bauteilen auskommt. Auch werkstoffliche Innovationen wie eine Substitution von Metall durch Kunststoff, beispielsweise für die Ölwanne, trugen zur Gewichtsersparnis bei. Eine deutliche

Gewichtsreduzierung ergab sich auch aus der Substitution der einstigen Getriebegehäuse aus Grauguss durch Getriebegehäuse aus Aluminium.

Technologieführerschaft zeigt ZF auch stets, wenn es um den Schaltkomfort geht. Bereits das legendäre „Soden-Getriebe“ entstand nach einer zeitgenössischen Darstellung „aus dem Bestreben heraus, die Schaltung der verschiedenen Geschwindigkeitsgänge namentlich für den Selbstfahrer zu vereinfachen“. Und auch die Synchronisierung erfolgte zu diesem Zweck. So ist in den dreißiger Jahren in einer Werbeschrift über das „ZF-Allsynchron-Getriebe mit Hebelschaltung“ zu lesen, was seit vielen Jahren selbstverständlich scheint: „Die Allsynchronisierung entlastet den Fahrer vom bisherigen Zwischengasgeben und Doppelkuppeln bei allen Gängen. Beim

Schalten wird nur die Kupplung getreten und der Schalthebel mit leichtem Druck in die neue Ganglage übergelegt.“ Auch bei Nutzfahrzeugen gelten Fahr- und Schaltkomfort den ZF-Ingenieuren als wichtiges Ziel. Bereits in den sechziger Jahren stellten sie erste Überlegungen an, wie sie den Chauffeuren von Stadt- und Linienbussen das Leben erleichtern könnten. Aufgrund tausender Schaltvorgänge täglich hatten nicht wenige der damaligen Busfahrer mit regelrechten „Tennisarm“-Beschwerden zu kämpfen. Heute führen Stadtbusse die Automatisierungs-Liga in der Nutzfahrzeugbranche an. Fast 100 Prozent aller Stadt- und Linienbusse verfügen über Wandlerautomatgetriebe. Um bei der Beförderung stehender Passagiere möglichst wenige Erschütterungen zu verursachen, werden in Stadt- und Linienbussen so genannte Lastschaltautomatgetriebe

Materialeinsatz in kg pro 1 000 Nm Eingangsdrehmoment bei Lkw-Getrieben



Durch den Einsatz neuer Materialien und die Realisierung moderner Getriebe-technologien konnte in den letzten 20 Jahren das Gewicht von Lkw-Getrieben Generation für Generation um insgesamt rund 60 Prozent reduziert werden

eingesetzt, da sie ohne Zugkraftunterbrechung schalten und damit Fahrkomfort sichern. Einer ersten halbautomatischen Version mit Wandler in Vorlegebauweise folgte schon bald eine 2-Gang-Ausführung in Planetenbauweise, ehe 1976/77 mit dem ZF-Ecomat ein erstes modernes Getriebe speziell für Stadt- und Linienbusse mit vier und fünf Gängen in Serie ging. Nicht ohne Stolz und unter dem Slogan „Six in the City“ vermarktet ZF heute Ecomat-Getriebe mit sechs Gängen. Gerade dieser Gang mehr ist ein wichtiger Grund für sehr große Verkehrsbetriebe in Weltstädten wie Hongkong, Santiago de Chile oder Rom, auf diese Getriebe-Version zu setzen und damit den Kraftstoffverbrauch ihrer Busse um bis zu 10 Prozent senken.



Sibirien 1977, Großeinsatz unter extremen Temperaturen von bis zu minus 50°C beim Bau der Baikal-Amur-Magistrale, des nördlichen Parallelstrangs der transsibirischen Eisenbahn: Magirus-Zweiachs-Muldenkipper M 232 D 19 K mit ZF-Allklauengertriebe AK 6-80 und Magirus-Dreiachs-Muldenkipper M 290 D 26 K mit ZF-Allklauengertriebe AK 6-90 sowie der leichtgängigen ZF-Kugelmutter-Hydrolenkung 8065