

More Efficient,
More Sustainable, Lighter

Vehicle Gearboxes, Hybrid and Electro-Engines

"The degree of complexity that has been reached in relation to modern transmission systems would have been utterly unimaginable only a few years ago, commented the chairman of the conference Prof. Dr.-Ing. Ferit Küçükay, TU Brunswick, at the opening of the 9th International CTI Symposium "Innovative Vehicle Transmissions, Hybrid and Electro-engines at the end of 2010 in Berlin. Developments, such as 8 or 9-speed automatic gearboxes, demonstrate the enormous advances in the field of transmission technology.

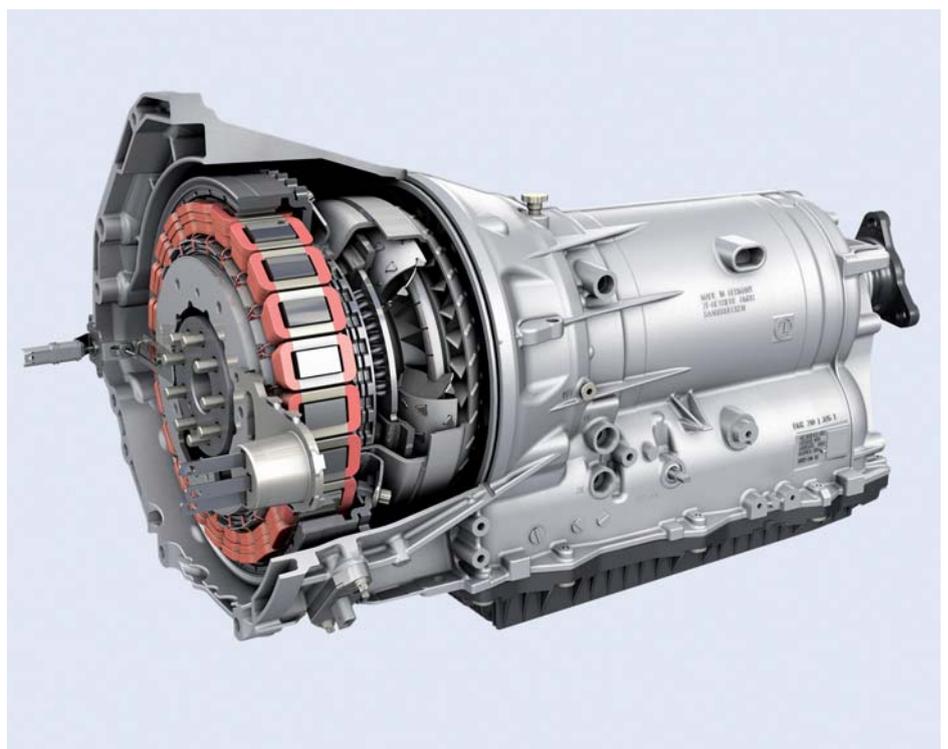
Effizienter, nachhaltiger, leichter

Getriebe in Fahrzeugen, Hybrid- und Elektroantriebe

„Der Komplexitätsgrad in modernen Getrieben hat einen Stand erreicht, der noch vor wenigen Jahren unvorstellbar gewesen ist“, stellte Tagungsleiter Prof. Dr.-Ing. Ferit Küçükay, TU Braunschweig, zum Auftakt des 9. Internationalen CTI Symposiums „Innovative Fahrzeug-Getriebe, Hybrid- und Elektroantriebe“ Ende 2010 in Berlin fest. Entwicklungen wie ein 8- oder 9-Gang-Automatik-Getriebe zeigen die enormen Technologiesprünge in der Getriebetechnik.

Das CTI-Symposium 2010 spiegelte die gesamte Vielfalt moderner Getriebe- und Antriebstechnologien wider. Die Elektromobilität beschäftigt die Branche zwar immer mehr, dennoch würde aber, so Prof. Küçükay, weiterhin das Geld mit konventionellen Antrieben und ihren Verbesserungspotenzialen verdient. „Die weitere automobiler Zukunft wird in absehbarer Zeit von unterschiedlichen Fahrzeugen und vielfältigen Antriebstechnologien geprägt sein“, so Küçükay.

Nachhaltiges Fahren, weniger CO₂-Emission, Zukunft Elektromobilität: Die Anforderungen an die Fahrzeugindustrie sind hoch. Das stellt moderne Getriebekonzepte vor ganz neue Herausforderungen. Aktuelle Trends und Möglichkeiten zeigte ebenfalls der internationale VDI-Kongress „Getriebe in Fahrzeugen“ im Juni 2010 in Friedrichshafen. „Die Senkung des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen von Kraftfahrzeugen ist für die nächsten Jahre einer der wichtigsten Technologietreiber. Dem Getriebe kommt hierbei große Bedeutung zu“, so Dr.-Ing. Hans-Jörg Domian, Tagungsleiter der VDI-



Tagung und Leiter Neue Produkte und Methoden innerhalb der Zentralen Forschung und Entwicklung von ZF.

Neben dem Verbesserungspotenzial der Verbrennungsmotoren ließen sich Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen durch innovative Getriebeösungen sowie einen hybridisierten Antriebsstrang innerhalb der nächsten ein bis zwei Jahre um bis zu 25 Prozent senken, so Domian. Auch bei Nutzfahrzeugen seien etwa durch den vermehrten Einsatz weiter entwickelter automatisierter Getriebe deutliche Verbesserungen möglich.

Effizienzsteigerungen durch innovative Antriebe

„Der Umgang mit Energie ist der Megatrend für die Entwicklung künftiger Antriebs- und Fahrzeugkonzepte“, stellte auch Dr. Manfred Klütting, Hauptabteilungsleiter Integration Fahrzeug und Entwicklung Getriebe, BMW AG, auf der CTI-Tagung in Berlin fest. Ein stabiler Trend in der sich wandelnden Autoindustrie sei neben dem Downsizing und der Motoraufladung die Weiterentwicklung der Getriebe. BMW habe beispielsweise durch das 8-Gang-Getriebe Effizienzsteigerungen von acht Prozent erreicht, so der BMW-Entwickler. Die Potenziale manueller Getriebe seien nicht so groß, aber auch noch nicht ausgeschöpft. Für alle Getriebearten gelte, dass ihr Gewicht möglichst niedrig sein müsse. Aber: „Auch wenn die konventionellen Antriebe noch lange eine Rolle spielen werden, wird die Elektromobilität kommen“, so Klütting weiter.

Konventionelle Antriebe bleiben bestimmend

Ein Ergebnis der Podiumsdiskussion des 9. Internationalen CTI Symposiums in Berlin war, dass sich die Getriebe- und Antriebstechnik angesichts der Elektrifizierung des Antriebsstrangs und der unterschiedlichen globalen Mobilitäts- und Fahrkomfortbedürfnisse noch weiter differenziere. Während in Europa und Nordamerika die Hybridisierung und Automatisierung immer weiter voranschreite, würden in den Schwellenländern wegen der Kostenvorteile weiterhin manuelle Getriebe nachgefragt. „Man muss zwischen den alten und den neuen Märkten differenzieren“, betonte Klütting. „In Europa und USA gewinnt die Verbrauchsreduktion immer mehr an Bedeutung und darum werden mehrgängige Automatik-Getriebe nachgefragt“.

„In den letzten zehn Jahren haben wir mehr Innovationen hervorgebracht als in den letzten 50 Jahren“, stellte Bernd Eckl, COO der Getrag Corporate Group, fest und verwies auf die großen Effizienzsprünge bei Doppelkupplungsgetrieben. Eine Herausforderung bleibe die Kostenseite, auch wenn Effizienz und Fahrverhalten von Dual Clutch Transmissions (DCTs) weit überlegen seien. Als zentraler Regler im Antriebsstrang von parallelen und seriellen Hybriden sowie von Range Extendern und Elektrofahrzeugen werde das Getriebe seine Bedeutung auch bei einer zunehmenden Elektrifizierung behaupten, betonte Eckl.

Auch wenn bis 2025 der Markt für Elektroautos noch klein sei, müsse die Zulieferindustrie auf den Trend zur Elektrifizierung reagieren, betonte Dr. Wolf-Ekkehard Krieg, Vor-

standsmitglied Bereich Antriebsstrang der ZF Sachs AG. Die Elektrifizierung mache andere Geschäftsmodelle nötig. ZF Sachs reagiere darauf bereits mit der Produktion von Hybrid- und Elektroantrieben. Krieg: „Ein schlagartiger Systemwechsel ist nicht zu erwarten. Vielmehr werden die konkurrierenden Systeme ihre Wettbewerbsfähigkeit beweisen müssen.“ Die unklare Entwicklung erfordere daher eine entsprechende Strategie und Maßnahmen, die die verschiedenen Szenarien erfolgreich abdecken können.

Dazu gehören für ZF neben der engen Entwicklungspartnerschaft mit den Herstellern: Modularisierung, Standardisierung sowie die Entwicklung entsprechend flexibler Produktionsprozesse, die unterschiedlichen Systemansätzen und starken Nachfrageschwankungen gerecht werden können. Die Standardisierung beginnt bei ZF auf der Komponentenebene, die auf der Modul- und Systemebene fortgeführt wird. Damit entstehen wirtschaftliche Hybridvarianten (Mildhybrid, Vollhybrid, Plug-in-Hybrid) bis hin zum Hybridgetriebe-Baukasten auf Basis der innovativen ZF-8-Gang-Automatgetriebe. Der Aufbau der Fertigung erfolgt schrittweise mit dem Serienhochlauf der elektrischen Maschine, die die ZF in ihrem eigenen Motorenwerk in Schweinfurt produziert.

Massivumformung liefert die leistungsführenden Teile

„Die Umsetzung der Anforderungen an den Fahrzeugbau, wie Reduzierung des CO₂-Ausstoßes, Energie-, Materialeffizienz und Ressourcenschonung, verlangt von der Getriebeentwicklung die Realisierung hocheffi-

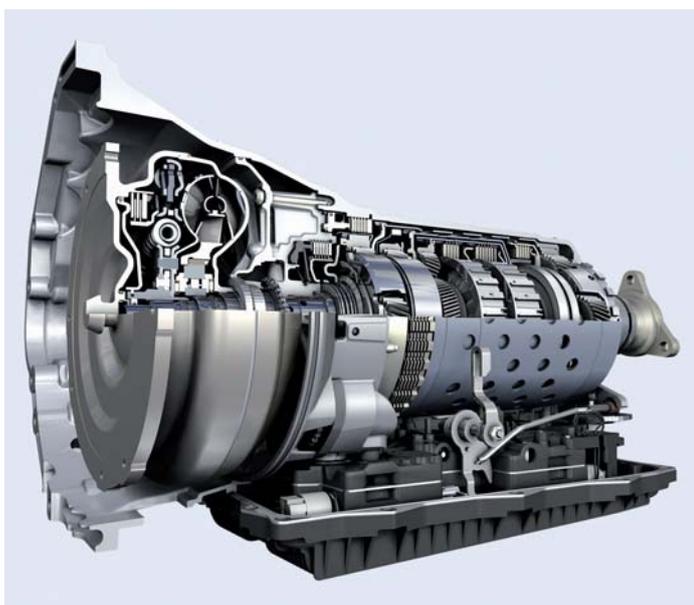


Bild 1: 8-Gang-Automatgetriebe von ZF, ausgelegt auf Vielseitigkeit: Der Getriebebaukasten deckt einen breiten Drehmomentbereich von 300 bis 1000 Nm ab. Das Basisgetriebe kann an verschiedene Anforderungen – etwa Hybrid- oder Allrad-Anwendungen – angepasst werden. Im Aufmacherbild die Version 8HP70H Mild Hybrid.
Bild: ZF

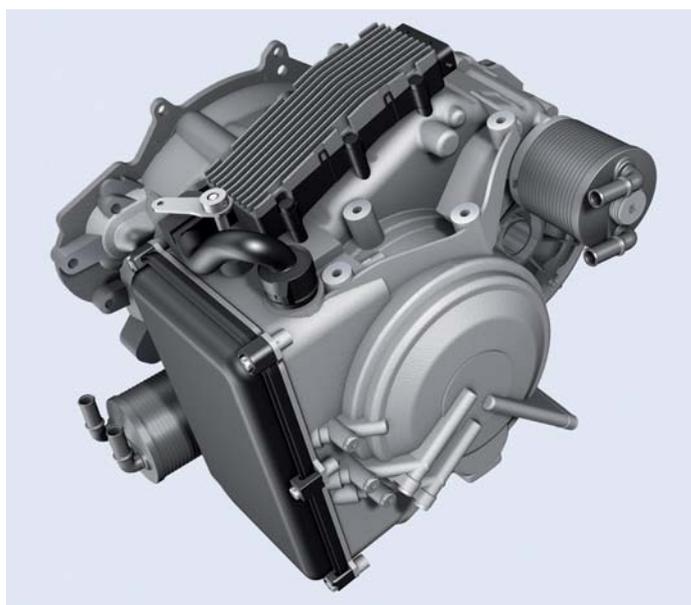


Bild 2: Das neue 9-Gang-Automatgetriebe von ZF. Pkw-Automatikgetriebe mit 9 Gängen für Fahrzeuge mit quer eingebautem Motor. Für diese zu 80 Prozent und noch zunehmend in allen weltweit hergestellten Pkw vorkommende Einbauform ergeben sich signifikante Kraftstoffeinsparungen.
Bild: ZF

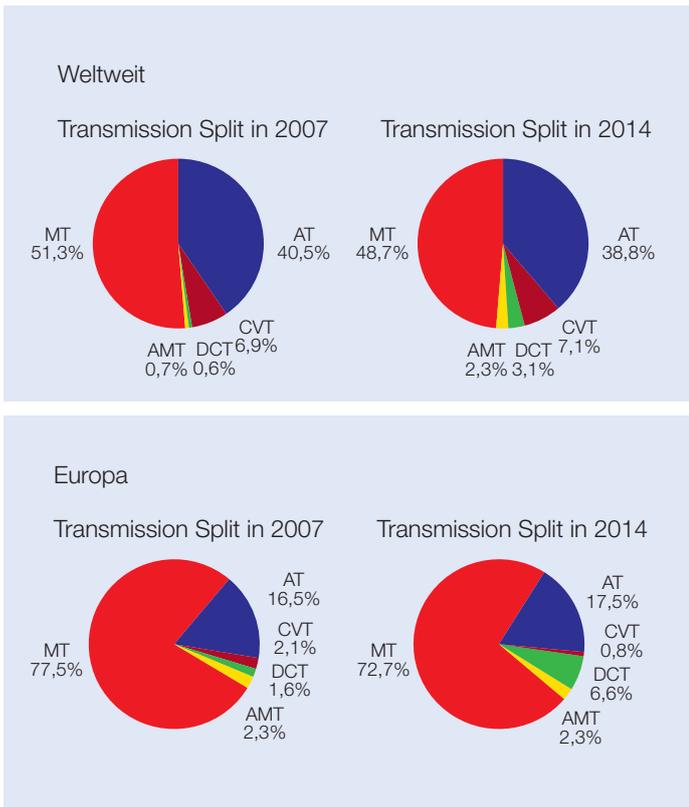


Bild 3: Entwicklung von Getriebetypen weltweit (oben) und in Europa (unten) für Pkw und kleine Nutzfahrzeuge bis 6 t: MT Handschaltgetriebe, AT Automatikgetriebe, CVT Stufenlose Getriebe, DCT Doppelkupplungsgetriebe, AMT Automatisierte Schaltgetriebe. Quelle: ZF

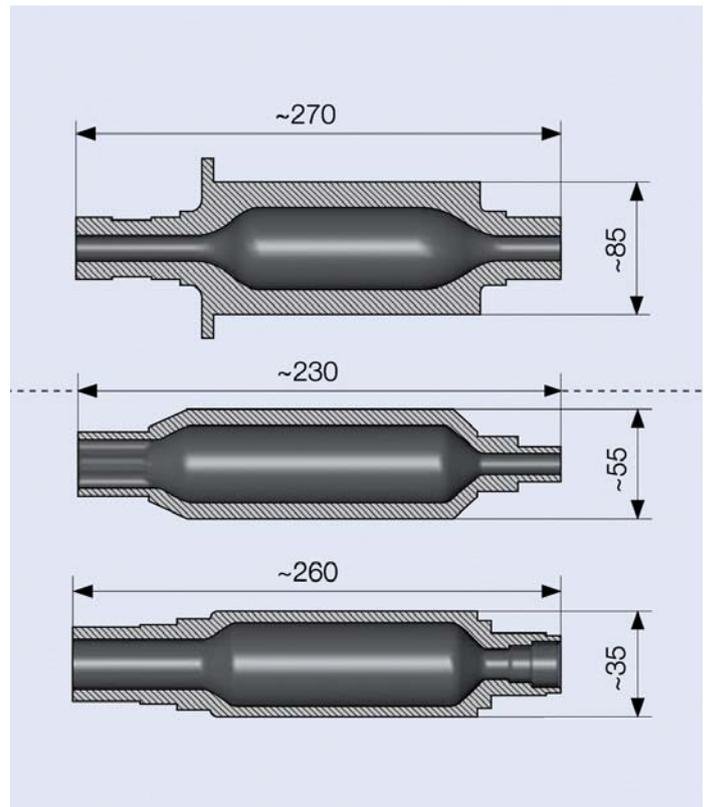


Bild 4: Neuentwickelte Rotorwellen für Elektromotoren (Prinzipskizze), die in Hybrid- oder reinen Elektrofahrzeugen zum Einsatz kommen werden. Bild: Hirschvogel



Bild 5: Zahnräder, bei denen die Anbindung zwischen Nabe und Zahnkranz als Wellenprofilierung ausgeführt ist. Bild: Seissenschmidt



Bild 6: Hatebur Hotmatic HM 45: Mit einem Ausstoß von bis zu 150 Schmiedeteilen pro Minute lässt sich mit der ultraschnellen Warmpresse eine Vielfalt an Präzisionsschmiedeteilen äußerst wirtschaftlich herstellen. Bild: Seissenschmidt

zienter, leichter und kleiner Aggregate. Bei den leistungsführenden Teilen ist die Massivumformung gefragt, noch leistungsfähigere Werkstoffe und wirtschaftlichere Fertigungsverfahren zur Verfügung zu stellen“, so Dipl.-Ing. Matthias Grumbach, Leiter der Vorentwicklung Getriebesysteme in der Zentralen Forschung und Entwicklung bei ZF, Friedrichshafen. Schmiedestücke sind die Kernbauteile im nahezu gesamten Produktspektrum der Antriebs- und Fahrwerkstechnik. Der Bedarf an Schmiedeteilen wird sich mit dem Trend zu E-Fahrzeugen zwar volumenmäßig ändern, aber auch bei diesen Aggregaten sind Schmiedeteile, von der Welle bis zu Getriebekomponenten, unerlässlich.

Ferner führt die weltweit erheblich wachsende Fahrzeugproduktion nach wie vor zu einem großen Bedarf, wenn auch zum Teil in Form von leichteren und komplexeren Teilen. Man werde im Jahr 2025 noch immer mit etwa 7 Prozent E-Fahrzeugen und mit 93 Prozent Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor und hybridisiertem oder konventionellem Getriebe rechnen können. Damit werde der Bedarf an klassischen leistungsführenden Schmiedeteilen, da die Zahl der Fahrzeuge absolut steige, nach wie vor bestehen. Grumbach: „Wesentliche Effizienzsteigerungen beim Fahrzeug kommen aus den Motoren und aus der Getriebeentwicklung. Hier gibt es noch Potenzial durch bessere Abstimmung der Motoren auf die Getriebe.

Die Getriebetechnik trägt jedoch deutlich zu den Reduktionen bei, in vielen Fällen kann der überwiegende Anteil der Getriebetechnik zugeschrieben werden.“

Massivumformung prädestiniert für effektiven Leichtbau

Umformtechnisch hergestellte Bauteile weisen aufgrund ihrer hervorragenden Werkstoffeigenschaften ohnehin ein hohes Leichtbaupotenzial auf, denn auch geringer ausgeführte Wanddicken können hohe Belastungen noch mit großer Sicherheit ertragen. Insbesondere torsionsbelastete Wellen können einen bedeutenden Beitrag zur Gewichtsreduzierung leisten, wenn sie als Hohlbauteile ausgeführt werden. Die Verwendung von Hohlwellen

ist jedoch nur ein erster Schritt in Richtung Leichtbau. Dipl.-Ing. Gisela Quintenz, Abteilungsleiterin Warmumformung bei Hirschvogel: „Für die Umstellung von der massiven zur hohlen Getriebewelle versteht

Seissenschmidt stellt die gesamte Herstellung von Getriebebauteilen sicher: Angefangen von der optimal konstruktiven Auslegung des Bauteils mittels FEM für den jeweiligen Anwendungsfall über ein per

Mit schnell laufenden Horizontalpressen und einem kompletten Maschinenpark für die Weiterbearbeitung werden Gangräder und Flansche in verschiedenen Wertschöpfungsstufen für Getriebe Konstruktionen hergestellt.



Bild 7: Leichtbau-Differential: Das NT® LightDiff in einem Radsatz für ein E-Getriebe.

Bild: Neumayer Tekfor



Bild 8: Neumayer Tekfor bietet als Systempartner der Automobilindustrie ein Spektrum an Prüf- und Testständen. Dadurch ist es möglich, den kompletten Entwicklungsprozess inklusive der Absicherung der Serienqualität über interne Versuche zu validieren und dem Status eines Systemlieferanten gerecht zu werden. Bild: Neumayer Tekfor

sich die Hirschvogel Automotive Group nicht nur als Bauteillieferant, sondern auch als kompetenter Entwicklungspartner.“ Neben den Hohlwellen ist auch die umformtechnische Herstellung von Verzahnungen eine aktuelle Entwicklung bei Hirschvogel, die an Bedeutung gewinnt. Auch für zukünftige Antriebskonzepte sind erste Bauteile in Entwicklung. Dr.-Ing. Hans-Willy Raedt, Leiter Produktentwicklung: „Es handelt sich hier unter anderem um Rotorwellen für Elektromotoren, die in Hybrid- oder reinen Elektrofahrzeugen zum Einsatz kommen werden.“

Bei der Entwicklung von Getriebebauteilen ist zu beobachten, dass verstärkt auf Leichtbau mit gleichzeitig reduziertem Einbauraum geachtet werden muss. Dies wird von der Seissenschmidt AG mit dem patentierten Wellenprofil, das die Verbindung zwischen Nabe und Zahnkranz darstellt, gewährleistet. Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Stephan Huber, Strategische Unternehmensentwicklung: „Allein durch diese konstruktive Maßnahme können diese Verbindungen dünner und die Zahnkranzunterstützung schmaler ausfallen, da nun der Zahnkranz abwechselnd seitlich unterstützt wird. Für eine noch weiter reichende Gewichtsreduzierung lässt sich durch eine optimale Lochung der Welle eine Speichenkonstruktion herstellen, die sich auch für den folgenden Vergüteprozess als vorteilhaft erweist.“

Rapid-Prototyping gefertigtes Anschauungs- und Diskussionsmodell bis zum vollständig bearbeiteten Bauteil. Mit dem Hatebur-Maschinenpark des Unternehmens von der AMP 30 bis zur HM 75 lassen sich komplette Getriebebesätze (vom ersten bis zum größten Gang) auf der jeweils kostengünstigsten Umformmaschine produzieren. Diese werden zyklisch erneuert und dem neusten Stand der Technik angepasst, wie im letzten Jahr, als in eine neue AMP 40 investiert wurde.

Mit einem neuen Testcenter in Hausach stehen der Neumayer Tekfor Gruppe in Europa seit 2009 die Prüf- und Testkapazitäten für neue, selbst entwickelte Produkte für die Fahrzeug- und auch Nichtfahrzeugbranche zur Verfügung. Prof. Dr.-Ing. Joachim Helml, Executive Vice President, Bereich Forschung & Entwicklung: „Unser Ansatz ist, nicht nur die bereits fertig entwickelten Komponenten der Kunden zu optimieren. Wir treiben Eigenentwicklungen voran, um den Kunden einen Mehrwert zu bieten. Eigene Ideen werden unter Berücksichtigung unseres Prozesswissens prototypenmäßig fertig entwickelt. Damit gehen wir aktiv auf den Kunden zu. Wir sind dabei, komplette Systeme anzubieten.“

Schwerpunkte des Massivumformers sind Entwicklungen von Komponenten und Baugruppen des Antriebsstrangs, der Getriebe und der Motorentechnik. Bekannt sind die gebauten Nockenwellen des Unternehmens.

E-Mobilität ist bei Neumayer Tekfor ebenfalls ein wichtiges Entwicklungsthema: Dipl.-Ing. Matthias J. Derse, Cheffingenieur Getriebe von Neumayer Tekfor: „In Entwicklung ist zurzeit mit dem NT® LightDiff ein gehäuseloses Differential für zukünftige Getriebe Generationen. Im Gegensatz zum konventionellen Differential mit Gussgehäuse, das viel Platz benötigt, schwer ist sowie eine schwierige und aufwändige Fräsbearbeitung erfordert, haben wir den Raum im Kegelradsatz genutzt und nehmen über einen kaltumgeformten Trägerstern die Kräfte auf, die sonst das Gehäuse aufnimmt. Dadurch sparen wir eine Menge Platz ein, reduzieren das Gewicht und, was bei Getriebebauteilen wichtig ist, wir verringern die rotierenden Massen. Beim Beschleunigen reduzieren wir über die reine Gewichtsreduktion hinaus im Fahrzeug noch weiter die Energie, die der Antrieb letztendlich aufwenden muss.“

Dem Leichtbau der Komponenten komme gerade im Getriebe für E-Fahrzeuge eine besondere Bedeutung zu, so Derse. Neumayer Tekfor habe in diesem Bereich viel Erfahrung und greife auf Erfahrungen aus der Serie bei Leichtbaugangrädern und Hohlwellen zurück: „Das NT® LightDiff und eine speziell auf Elektroantriebe abgestimmte Klauenschaltung zeigen weitere Potenziale auf, um einen möglichst effizienten Powertrain für E-Fahrzeuge zu realisieren.“ bj ■