

Kupplungssysteme

Für Pkw bis 1.000 Nm



Inhaltsverzeichnis

02

Produkte

- 09 Druckplatten für Kupplungen – Zuverlässige Kraftübertragung
- 10 XTend® – Die Druckplatte mit automatischem Verschleissausgleich
- 12 Kupplungsscheibe mit Torsionsdämpfer
- 14 MKB – Mechanisches Kupplungsbetätigungsmodul
- 15 Ausrücker / Taumelweicher Ausrücker
- 16 CbW Aktuator (Clutch-by-Wire)
- 18 Automatisierung – Intelligent schalten lassen
- 20 Zweimassenschwungrad ZMS – Perfekte Schwingungsisolierung

01

Mobilität mit ZF

- 04 Antriebskomponenten und -systeme für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge
- 06 Das Kupplungssystem – Kraftschluss neuester Stand

03

Das Unternehmen

- 25 Der ZF-Konzern
- 26 Forschung und Entwicklung für die Sicherung Ihrer Mobilität

Innovativ und zukunftsfähig

Mit Pkw-Antriebstechnik von ZF fahren Millionen Menschen auf der ganzen Welt gut – heute und in Zukunft. Die Produkte sind auf Effizienz ausgerichtet und setzen zugleich Maßstäbe bei Komfort und Fahrdynamik. Fahrzeugen mit ZF-Technik an Bord gelingt so der anspruchsvolle Spagat zwischen den Zielen, die Individualmobilität zu gestalten und Umwelt und Ressourcen möglichst zu schonen. ZF-Antriebstechnik ist auch aus den Automobilen der Zukunft nicht wegzudenken, denn ZF stellt mit seinen modernen und zuverlässigen Komponenten ebenso die Weichen für viele Trends – etwa die Elektrifizierung des Antriebsstrangs. Diese Innovationskultur wie auch die Fähigkeit, in höchster Qualität zu produzieren, macht ZF zu einem wertvollen Partner für die internationale Automobilindustrie.

01

Mobilität
mit ZFAntriebskomponenten
und -systeme für Pkw und
leichte Nutzfahrzeuge

Leistung – Komfort – Umweltschutz. Antriebskomponenten und -systeme für Pkw/leichte Nutzfahrzeuge, die von ZF entwickelt und geliefert werden, werden den breitgefächerten Herausforderungen der hochkomplexen Schnittstelle zwischen Motor und Getriebe gerecht.



Die Anforderungen an Zulieferer im Automobilbereich wandeln sich grundlegend. Zunehmend wird die Integration von Komponenten in komplexe Systeme erwartet – eine Aufgabe, die nur in enger Entwicklungspartnerschaft mit den Fahrzeugherstellern bewältigt werden kann. In Zukunft sollen Kraftstoffverbrauch, Emissionen, Gewicht und Bauraum weiter sinken, bei gleichzeitiger Steigerung von Fahrkomfort, Sicherheit und Fahrdynamik. Um diese Ziele zu erreichen, sind innovative Problemlösungen und neue Produkte unverzichtbar.

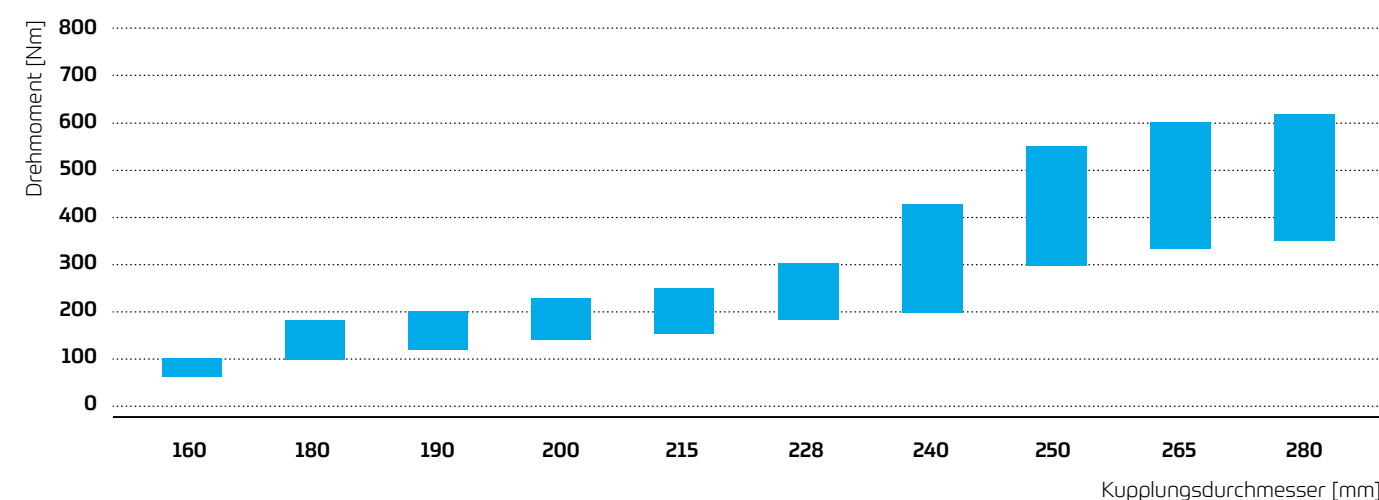
Hier übernimmt ZF Verantwortung und beweist mit integrierten Systemen für den Antriebsstrang seine Kompetenz für die Lösung ganzheitlicher Aufgabenstellungen. Der Systemansatz in der Entwicklung und Fertigung neuer Produkte und Technologien für einen wahrnehmbaren Fortschritt wird konsequent vorangetrieben. Vernetzte Lösungen werden möglich, die den Anforderungen an ein Gesamtsystem entsprechen.

Ein Beispiel hierfür: Als Spezialist für den Antriebsstrang und Hersteller elektrischer Maschinen ist ZF in der Lage, unterschiedlichste Konzepte der Hybridisierung optimal in den Antriebsstrang zu integrieren und so schon heute serienreife Lösungen zur Verbrauchs- und Emissionsreduktion anzubieten.

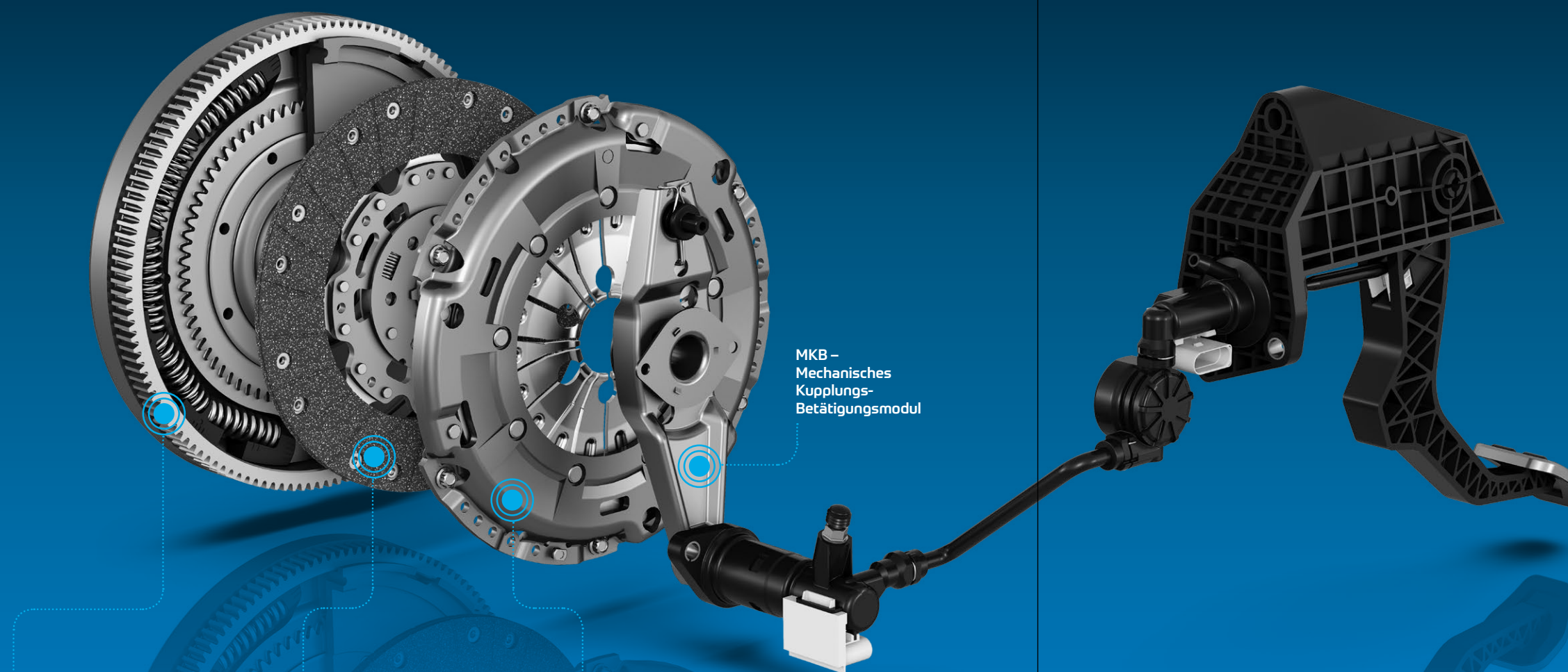
Das Kupplungssystem

Ein vollständiges Kupplungssystem besteht grundsätzlich aus Schwungrad oder Zweimassenschwungrad, Kupplungsscheibe, Druckplatte, Ausrücker sowie der Kupplungsbetätigung. Die Kupplungsgröße und die Auslegung der Anpresskraft werden durch verschiedene Kriterien bestimmt, insbesondere durch das maximale Motormoment und die entstehende Reibenergie.

Je höher die Anpresskraft, desto kleiner kann der Reibradius sein. Da Gewicht und Kosten im Wesentlichen durch den Durchmesser bestimmt werden, sollte dieser möglichst klein sein. Allerdings muss die Größe der Kupplungsscheibe der entstehenden Wärme und dem Belagverschleiß angepasst sein.



Das Kupplungssystem – Kraftschluss neuester Stand



Zweimassenschwungrad
ZMS oder mechanischer
Torsionsdämpfer

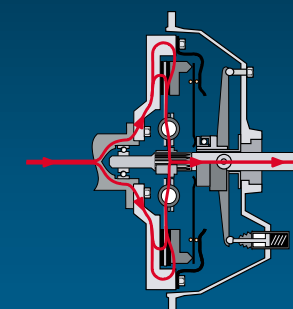
Kupplungsscheibe

Druckplatte

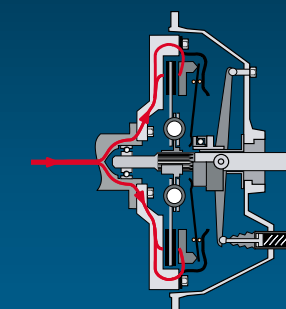
MKB –
Mechanisches
Kupplungs-
Betätigungsmodul

Die technischen Anforderungen an ein modernes Kupplungssystem sind vielfältig: Sie reichen vom schnellen und zuverlässigen Trennen und Schließen des Kraftflusses über die ergonomische Bedienbarkeit, eine möglichst hohe Lebensdauer ohne Komforteinbußen, gleichbleibende Pedalkräfte, die Dämpfung von Schwingungen bis hin zur minimalen Baugröße.

Die Kupplungssysteme von ZF für manuelle Schaltgetriebe bestehen aus millionenfach bewährten Komponenten, die in allen Kategorien höchsten Standards entsprechen. Durch individuelle Applikationsentwicklung ist eine optimale Auslegung des Gesamtsystems auf das Fahrzeug möglich. Außerdem sind die Produkte technisch so ausgereift, dass der Anpassungs- und Entwicklungsaufwand äußerst gering ist. Aufgrund des günstigen Systempreises von Kupplung und Betätigung sowie der Kraftstoffeinsparung sind Kupplungen und manuelle Getriebe auch weiterhin bei kleinen und mittleren Fahrzeugen sowie im gewerblichen Kraftverkehr europäischer Standard.



Leistungsfluss Kupplung –
eingekuppelt



Leistungsfluss Kupplung –
ausgekuppelt



Pluspunkte

- Hohes Übertragungsmoment bei geringer Baugröße
- Niedrige Ausrückkräfte durch optimalen Wirkungsgrad
- Einfacher Aufbau
- Ausgereifte Technologie
- Lange Lebensdauer
- Geringes Gewicht

02

Produkte



Druckplatten für Kupplungen – Zuverlässige Kraftübertragung

Die Technik

Die Druckplatte überträgt das Motormoment über die Kupplungsscheibe auf die Getriebeeingangswelle. Fest mit dem Schwungrad verschraubt, besteht die Druckplatte im Wesentlichen aus einem Metallgehäuse, einer Anpressplatte und einer Tellerfeder mit integrierten Betätigungshebeln. Diese Feder presst die axial verschiebbare Anpressplatte im eingekuppelten Zustand gegen die Kupplungsscheibe und das Schwungrad.

Ihre Kraftcharakteristik bestimmt die zum Öffnen der Kupplung notwendigen Betätigungskräfte. Vibrationen, Druck und Reibungshitze – die Kupplung ist eines der am stärksten beanspruchten Elemente im Antriebsstrang. Auch nach vielen tausend Kupplungsvorgängen muss die Feder noch zuverlässig arbeiten, selbst wenn sich bei jedem Fahrzeug durch den systembedingten Verschleiß des Kupplungsbelages Kraft-/Wegverhältnisse ändern.



Druckplatte – gezogene Ausführung



Druckplatte – gedrückte Ausführung

XTend® – Die Druckplatte mit automatischem Verschleißausgleich

Die Aufgabe

Trotz erhöhter Qualität und Lebensdauer unterliegen Kupplungsbeläge selbst bei schonender Behandlung betriebsbedingtem Verschleiß. Die Abnahme der Belagstärke beeinflusst das Kräfteverhältnis entscheidend: Ausrück- und Anpresskraft steigen – und damit auch die notwendige Pedalkraft. Gegen diesen Verschleiß und die damit verbundenen negativen Auswirkungen im Antriebsstrang ist XTend® die optimale Lösung. XTend®-Druckplatten eignen sich für alle Fahrzeuge mit hoher Laufleistung und starker Beanspruchung der Kupplung.

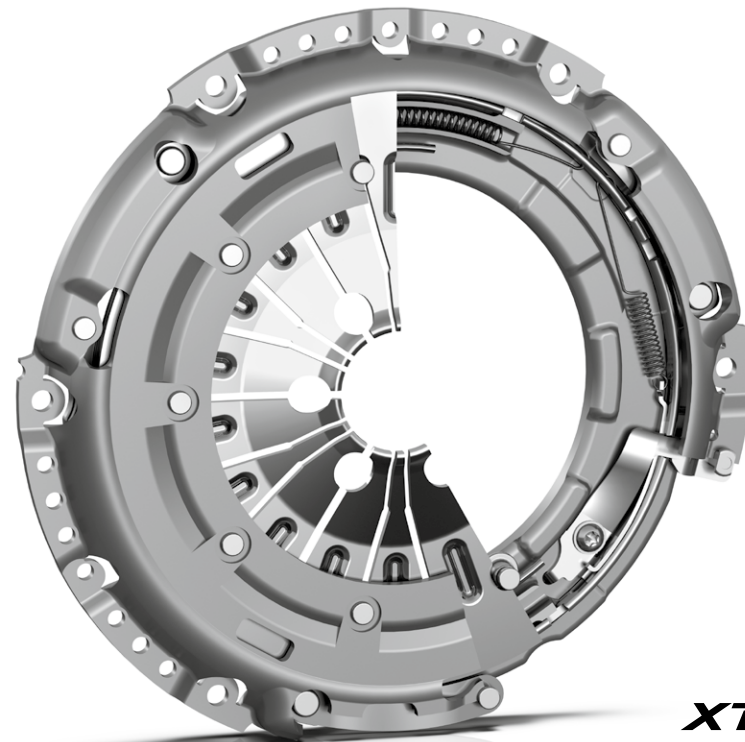
Die Technik

XTend®, die Druckplatte mit automatischem Verschleißausgleich, koppelt den Belagverschleiß von der Membranfederbewegung ab. Der Ausgleichsmechanismus registriert ständig die Abnahme des Belages und gleicht durch Verdrehen eines Stellringes den Abstand zuverlässig wieder aus. Dadurch bleiben die Kräfteverhältnisse konstant und die Lebensdauer wird verlängert, da die Beläge weiter verschlissen werden können. Ein weiterer Vorteil von XTend® liegt in der Konstruktion: Der axial benötigte Bauraum im Kupplungssystem bei betriebsbedingtem Verschleiß wird durch den Einsatz von XTend® reduziert.



Pluspunkte

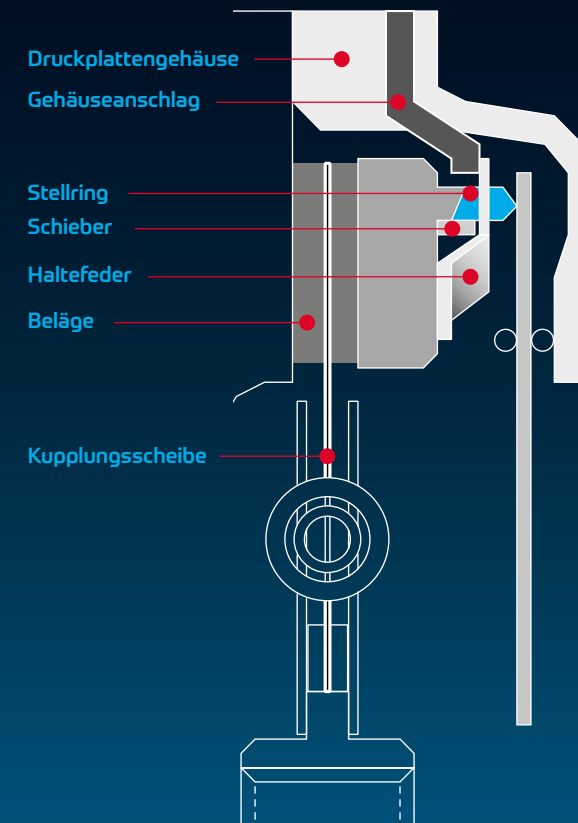
- Flexible Anpassung an die Fahrzeugbedürfnisse möglich
- Unempfindlichkeit gegenüber extremen Temperaturen, Verschmutzung und Alterung
- Gleichbleibende Pedalkräfte über die gesamte Lebensdauer
- Axiale Bauraumverkleinerung
- Montage- und servicefreundlich



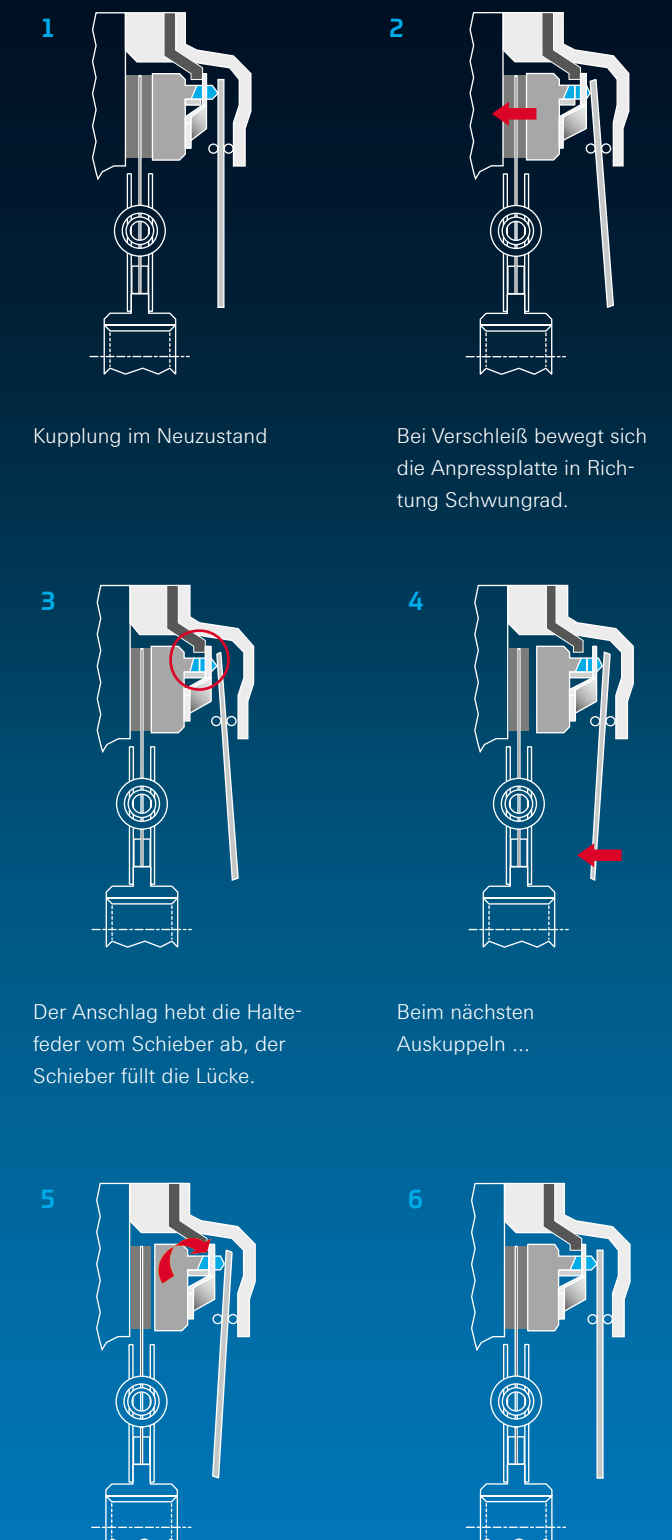
XTEND®

XTend®-Druckplatte

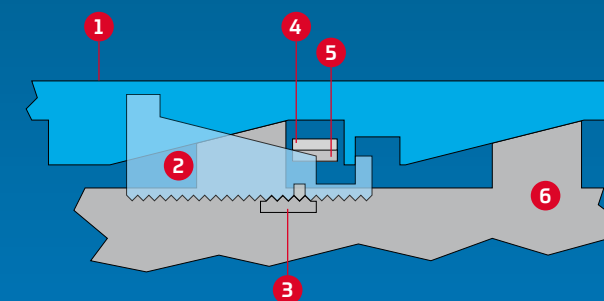
Kupplung im Neuzustand



Verschleißnachstellung in einem Kuppelvorgang



Prinzip des Verschleißausgleiches



- 1 Stellring
- 2 Gezahnter Schieber
- 3 Gezahnnte Scheibe
- 4 Haltefeder
- 5 Anschlag
- 6 Anpressplatte

... gleicht der Stellring den Verschleiß aus.

Die Kupplung hat den Verschleiß ausgeglichen, Wege und Kräfte entsprechen dem Neuzustand.

Kupplungsscheibe mit Torsionsdämpfer

Die Aufgabe

Getrieberasseln und Karosserieräusche sind die unangenehmen Folgen von Schwingungen im Antriebsstrang. Diese werden durch zündungsbedingte Drehungleichförmigkeiten oder schnelle Lastwechsel hervorgerufen. Moderne Motoren zeichnen sich durch Verkleinerung der Hubräume und Aufladung (Downsizing) aus, um den Verbrauch zu senken. Die Motoren erzeugen hohe Drehmomente bei niedrigen Drehzahlen (Downspeeding). Bei derartigen Motorcharakteristika kommt es zu verstärkten Torsionsschwingungen. Dem gegenüber steht der Anspruch des Fahrers an einen gesteigerten Fahrkomfort.

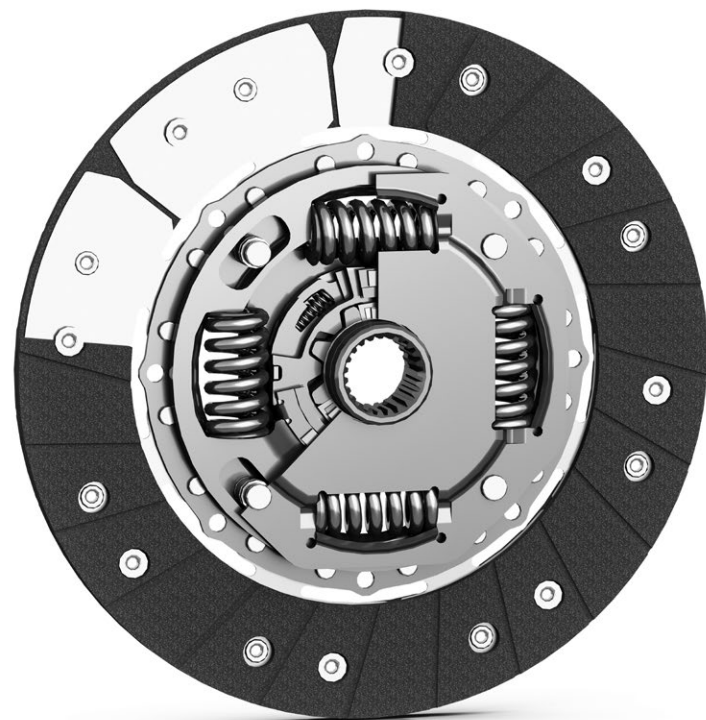
Die Technik

Der in die Kupplungsscheibe integrierte Torsionsdämpfer ist das zentrale Element zur Abstimmung des Drehschwingungsverhaltens im Antriebsstrang, vom Verbrennungsmotor bis zu den Rädern. Dieses effektive Dämpfungssystem besteht aus einer Reibeinrichtung sowie je einem Federsatz für Fahr- und Leerlaufbetrieb. Es ermöglicht durch die in Fenstern geführten Schraubenfedern eine begrenzte Verdrehung zwischen Kurbelwelle und Getriebeeingangswelle. Da jede Motor-Getriebe-Kombination eine eigene Charakteristik aufweist, wird der Torsionsdämpfer individuell abgestimmt. So wird durch eine sehr gute Federkennlinie und Dämpfung eine hervorragende Entkopplungsgüte erreicht.



Pluspunkte

- Komplexe Kennlinien gestaltbar
- Kompakte Bauweise
- Geringe Massenträgheit
- Baukastensystem

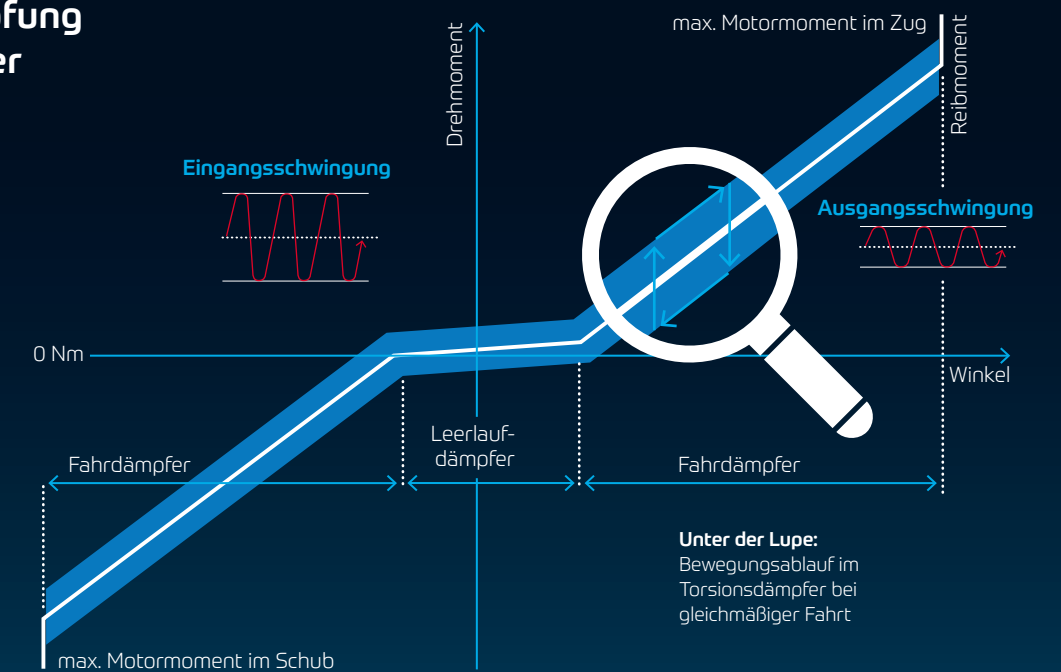


Kupplungsscheibe mit Torsionsdämpfer

Die Torsionsdämpfer sind auf die jeweiligen Fahrzeugcharakteristika abgestimmt. Die Motorschwingungen werden sowohl im Fahrbetrieb als auch im Leerlauf durch den mehrstufig wirksamen Hauptdämpfer und zusätzliche Vordämpfer effektiv minimiert.

Schwingungsdämpfung im Torsionsdämpfer

Drehmoment und Verdrehwinkel



ZF-Kupplungsbeläge – Alleskönner unter ex- tremsten Bedingungen

450°C

Spitzentemperatur durch Reibung

Herausforderung tribologische Eigenschaften

Während des Einkuppelns wird der Kupplungsbelag einer starken Reibbelastung ausgesetzt. Dies erfolgt insbesondere beim Anfahren unter erschwerten Bedingungen, aber auch im normalen Fahrbetrieb. Dabei können Temperaturen von zeitweise 450°C auftreten. Selbst unter diesen extremen Bedingungen garantiert der Kupplungsbelag einen ausreichend hohen Reibwert, damit es nicht zu Fading und Durchrutschen der Kupplung und somit zum Liegenbleiben des Fahrzeuges kommt. Neben dem stabilen Reibwert weist der Kupplungsbelag auch eine hohe Verschleißbeständigkeit auf.

Herausforderung mechanische Eigenschaften

Auf Grund der hohen Drehgeschwindigkeit und Beschleunigung eines Verbrennungsmotors benötigt ein Kupplungsbelag sehr gute mechanische Eigenschaften. Bei einer starken Beschleunigung entsteht eine Beschleunigungskraft, welche zu hohen Zugspannungen in Drehrichtung führt. Bei einer hohen Drehgeschwindigkeit wird eine hohe Zentripetalkraft erzeugt, welche zu hohen Zugkräften in Radialrichtung führt. Die min. Berstdrehzahl des Kupplungsbelages liegt entsprechend hoch. Dies ist auch noch der Fall, wenn der Belag durch eine thermische Belastung teil-

weise vorgeschädigt wurde. Weiterhin hält der Kupplungsbelag einem hohen Druck stand, da er beim Einkuppeln von der Membranfeder über die Anpressplatte stark an das Motorschwungrad angepresst wird.

Herausforderung Wärmeabfuhr durch hohe Wärmeleitfähigkeit

Ein Kupplungsbelag benötigt eine möglichst hohe Wärmeleitfähigkeit, um die reibinduzierte Wärme schnell an die angrenzenden Metallteile abzuleiten und somit eine thermische Schädigung des Belages zu vermeiden.

Herausforderung Komfort

Die Reibbeläge erlauben in der Anfahrphase eine feine Dosierung des Motormoments und ermöglichen so im Zusammenwirken mit der Belagfeder ein ruckfreies Anfahren. Insbesondere unangenehmes Rupfen beim Anfahren (Schwingungen im Bereich von 10Hz) wird vermieden.

Herausforderung Materialzusammensetzung

ZF-Kupplungsbeläge bestehen aus einer Vielzahl abgestimmter Materialien: Garne aus Glas- oder Polymerfasern sowie Kupfer- und Messingdraht, eingebettet in einer Mischung aus Harz, Kautschuk und Füllstoffen. Sie sind bleifrei und werden in einem umweltfreundlichen Verfahren hergestellt. Sie erfüllen die Anforderungen der EU-Altfahrzeugrichtlinie.

MKB – Mechanisches Kupplungs-Betätigungsmodul

Die Aufgabe

Das mechanische Kupplungsbetätigungsmodul stellt das Bindeglied zwischen der hydraulischen Kupplungsbetätigung und der Membranfeder an der Druckplatte dar.

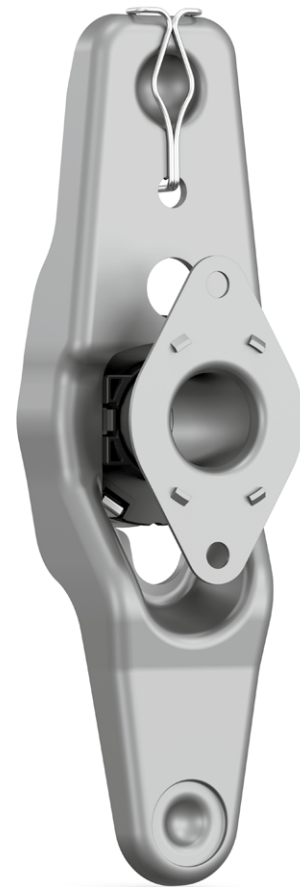
Absolute Geräuschlosigkeit, so wie eine kompromisslose Zuverlässigkeit über die gesamte Lebensdauer müssen durch das MKB gewährleistet werden. Weiterhin ist eine optimierte Systemsteifigkeit nötig um dem Fahrer ein subjektiv „gutes Gefühl“ für den Druckpunkt vermitteln zu können.

ZF bietet hier den Kunden eine Baugruppe an, mit der sich der Montageaufwand auf ein Minimum reduziert, da nur noch ein Modul montiert werden muss. Weiterhin kann der Kunde bei dieser Lösung auf ein System zurückgreifen, bei dem alle Einzelteile hinsichtlich Wirkungsgrad, Robustheit und Lebensdauer optimal aufeinander abgestimmt sind.

Die Technik

Das mechanische Kupplungsbetätigungsmodul besteht aus einer vormontierten Baugruppe einzelner Komponenten. Die erste Komponente ist die Führungshülse. Diese wird in der Getriebeglocke verschraubt und dient der axialen Führung des Ausrücklagers. Hohe Vorgaben an die Oberflächengüte und der Rundheit dieses Bauteils ermöglichen eine reibungsoptimierte Bewegung des Ausrücklagers auf der Führungshülse. Der Ausrückhebel, bzw. die Ausrückgabel gibt den Ausrückhub des Nehmerzylinders an das Ausrücklager weiter. Hierbei stützt sich der Ausrückhebel an der einen Seite am Nehmerzylinder und an der anderen Seite mittels eines am MKB vormontierten Pins an der Getriebeglocke ab.

Das Ausrücklager ist das Übertragungsglied zwischen der rotierenden Kupplung und dem ruhenden Betätigungssystem. Optimierte Kunststoffe für die Schieberhülse und eine reibungsoptimierte Schnittstelle zwischen Anlauftring und Membranfeder reduzieren den Anstieg der Hysterese über Lebensdauer auf ein Minimum.



Mechanisches Kupplungs-Betätigungsmodul

Ausrücker

Die Aufgabe

Der Ausrücker ist das Übertragungsglied zwischen der rotierenden Kupplung und dem ruhenden Betätigungssystem. Absolute Geräuschlosigkeit und Zuverlässigkeit müssen unter allen Betriebsbedingungen über die gesamte Lebensdauer sichergestellt werden. Durch den Ausrücker kann ein möglicher montage- bzw. toleranzbedingter Achsversatz ausgeglichen werden.

Die Technik

Der Ausrücker entstammt einem Baukastensystem, in dem alle Komponenten optimal aufeinander abgestimmt sind. Für die Schieberhülse werden spezielle Kunststoffe genutzt, die hinsichtlich Verschleiß, Reibung und Formstabilität modifiziert sind. Der Innen- bzw. der Außenring des Ausrückers ist aus hochfestem Stahl mit absoluter Präzision gefertigt. Um eine zuverlässige Schmierung der Kugellaufbahnen über die gesamte Lebensdauer zu gewährleisten, kommen nur spezielle Fette zum Einsatz. Zur Reibungsreduzierung zwischen der Membranfeder in der Druckplatte und dem Innenring des Ausrückers kann eine Kunststoffanlaufscheibe montiert werden.



Ausrücker

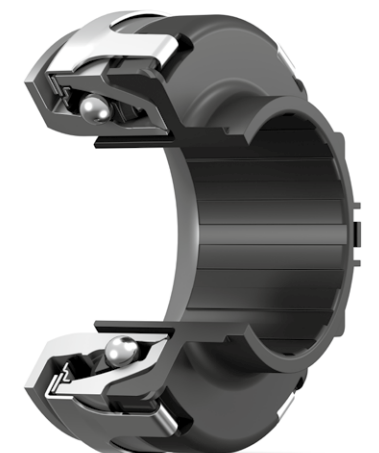
Taumelweicher Ausrücker

Die Aufgabe

Der taumelweiche Ausrücker ist das Übertragungsglied zwischen der rotierenden Kupplung und dem ruhenden Betätigungssystem. Absolute Geräuschlosigkeit, eine kompromisslose Zuverlässigkeit über die gesamte Lebensdauer sowie eine bestmögliche Eliminierung von Drehungleichförmigkeiten sind durch den taumelweichen Ausrücker zu gewährleisten. Die fortschreitende Wirkungsgradoptimierung moderner Antriebsstränge führt zu einer steigenden Empfindlichkeit für Schwingungsphänomene. Der taumelweiche Ausrücker entkoppelt vom Motor über das Kupplungssystem kommende Schwingungen und führt damit zu einer Beruhigung des Antriebsstranges.

Die Technik

Der taumelweiche Ausrücker verfügt über eine spezielle Kugellaufbahn die es ermöglicht, den Innenring gegenüber dem Außenring zu schwenken. Durch die Verwendung von Kugeln im Ausrücklager bietet dieses System einen reibungsarmen, dynamischen Ausgleich einer möglichen Taumelbewegung der Membranfeder. Diese Taumelbewegung des Ausrücklagers führt zu einer deutlichen Reduzierung von Pedal und Antriebsstrangvibrationen und somit zu einer Steigerung des Komforts für den Fahrer.

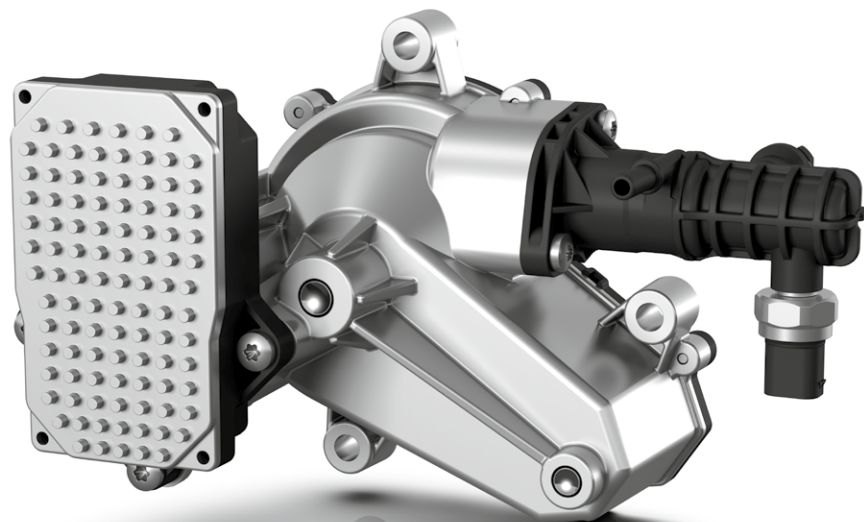


Taumelweicher Ausrücker

CbW Aktuator (Clutch-by-Wire)

Die Aufgabe

Ständig steigende Vorgaben hinsichtlich ressourcenschonender Antriebsstränge erfordern gerade bei Fahrzeugen mit klassischen Handschaltgetrieben neue Ideen. Eine Möglichkeit um Treibstoff sparen zu können, gleichzeitig den CO₂-Ausstoß zu reduzieren und den Fahrzeuggemut zu steigern, ist die Clutch-by-Wire-Technologie. Hierbei übernimmt ein Kupplungsaktuator das Öffnen und Schließen der Kupplung. In Kombination mit einer integrierten Steuerelektronik ergibt sich hierbei die Möglichkeit den Antriebsstrang im Rollbetrieb zu öffnen, den Motor abzustellen und somit Treibstoff zu sparen und den CO₂-Ausstoß zu reduzieren. Wird nach dem sogenannten „Segeln“ wieder Drehmoment benötigt, wird der Motor automatisch gestartet und der Antriebsstrang geschlossen.



CbW Aktuator

10 %

Verbrauchsreduzierung

Bis zu zehn Prozent gehen der Verbrauch und folglich die CO₂-Emissionen dank Clutch-by-Wire zurück.



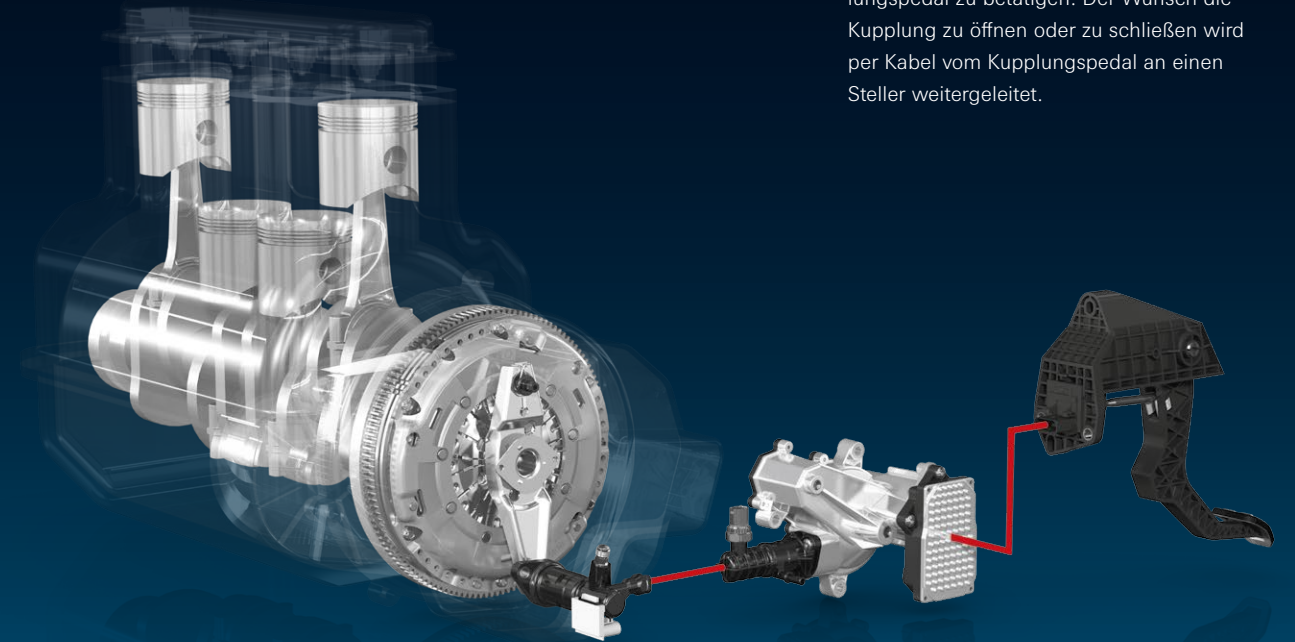
Pluspunkte

- Kompaktes Design
- Integrierte Steuereinheit (CCU) am Aktuator
- Lösungen als elektromechanischer oder elektrohydraulischer Aktuator möglich
- Möglichkeit zur Reduzierung des Treibstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen

Die Technik

Der von ZF entwickelte Clutch-by-Wire-Kupplungsaktuator verfügt über einen bürstenbehafteten Gleichstrommotor und eine integrierte Steuerelektronik (Clutch Control Unit). Mit dieser Steuerelektronik können verschiedene Funktionalitäten, wie zum Beispiel Segeln, Start & Stopp, Creeping und ein Abwürgeschutz für den Verbrennungsmotor integriert werden.

Der Clutch-by-Wire-Kupplungsaktuator ist eine Weiterentwicklung der bewährten ZF AMT Kupplungsaktuatoren. Hierbei können sowohl elektrohydraulische oder auch elektromechanische Lösungen angeboten werden. Durch die zum Einsatz kommenden mechanischen Lösungen können hohe Wirkungsgrade und ein geringer Strombedarf mit den Clutch-by-Wire-Kupplungsaktuatoren erzielt werden.



Bei Clutch-by-Wire handelt es sich um ein Handschaltgetriebe mit einer automatisierten Kupplungsbetätigung. Durch die Automatisierung ist es möglich, die Kupplung ohne mechanische Verbindung mit dem Kupplungspedal zu betätigen. Der Wunsch die Kupplung zu öffnen oder zu schließen wird per Kabel vom Kupplungspedal an einen Steller weitergeleitet.

Zusätzliche Funktionen

Neben der Segelfunktion zur Emissions- und Verbrauchsreduzierung sind zusätzlich die dargestellten Zusatzfunktionen verfügbar. Die Assistenzfunktionen bieten dabei einen deutlichen Komfortgewinn in der Fahrbarkeit. Bei der Entwicklung dieser Funktionen wurde darauf geachtet, dass der Fahrer einerseits größtmögliche Unterstützung, andererseits größtmöglichen Systemdurchgriff durch das Kupplungspedal erhält. Diese Funktionen sind je nach Kundenwunsch konfigurierbar und skalierbar, und als mögliche Funktionspakete in einem Clutch-by-Wire-System integrierbar.

Optimierte Pedalkennlinie



Anfahrassistent



Einkuppelassistent



Abwürgeschutz



ABS Unterstützung



Kriechfunktion



Stauassistent



Kupplungsschutz



Überdrehzahlenschutz



Unterdrehzahlenschutz



Automatisierung – Intelligent schalten lassen

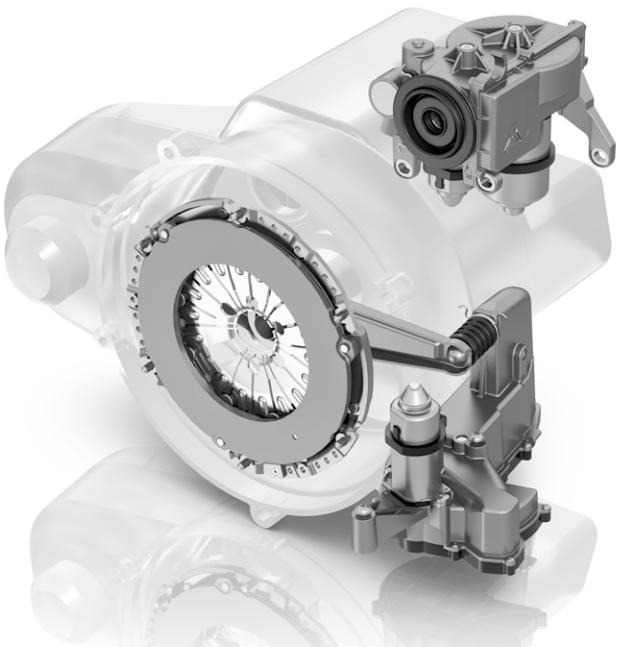
Die Aufgabe

Um den Forderungen der Endverbraucher, Automobilindustrie und Gesetzgeber nach Kraftstoff- und Emissionsreduzierung bestmöglich nachzukommen, ist die Erhöhung des Wirkungsgrades im Antriebsstrang unverzichtbar. Mit den Komponenten von ZF zur Automatisierung von Schaltgetrieben kann eine Verbesserung des Fahrkomforts auch in den Fahrzeugklassen angeboten werden, für die Automatgetriebe aus Gewichts-, Bauraum- oder Kostengründen nicht in Frage kommen. ZF bietet das Gesamtsystem mit Aktuatoren, Getriebe-steuergerät (TCU), Software und Shifter aus einer Hand, und kann somit die Systemführerschaft während des Entwicklungsprozesses übernehmen. Durch die Beherrschung dieses Systems und seiner Schnittstellen können die einzelnen Betätigungskomponenten optimal auf das Fahrzeugkonzept abgestimmt werden.

Die Technik

Bei einem automatisierten Schaltgetriebe wird das Kuppeln und Schalten durch elektromechanische oder hydraulische Aktuatoren übernommen. In jedem Fall bleibt der individuelle Fahrspaß erhalten. Denn der Fahrer entscheidet selbst, den Automatikmodus zu wählen oder manuell über Schaltwippe oder Schalthebel die Gänge zu wechseln.

Automatisierungssysteme reduzieren durch die Optimierung der Gangwechselstrategie die Zugkraftunterbrechung während des Schaltvorgangs auf ein Minimum. Dazu überwachen Sensoren alle relevanten Parameter und leiten sie an die Steuersysteme weiter. Aus diesen Daten errechnet das System die Schaltpunkte und steuert die Schaltungs- und Kuppelvorgänge vollautomatisch. Sogar Eingriffe in den Fahrbetrieb sind möglich, um die Sicherheit zu erhöhen – bei Schleudergefahr etwa kann der Kraftfluss kurzzeitig automatisch unterbrochen werden. Zudem können die Automatisierungskomponenten ebenso in Start/ Stopp-Anwendungen sowie in Hybridanwendungen eingesetzt werden. Mit dem Einsatz von ZF-Komponenten zur Automatisierung von Schaltgetrieben erzielen Käufer dieser Serienfahrzeuge schon heute erhöhten Komfort.



Automatisiertes Schaltgetriebe ASG



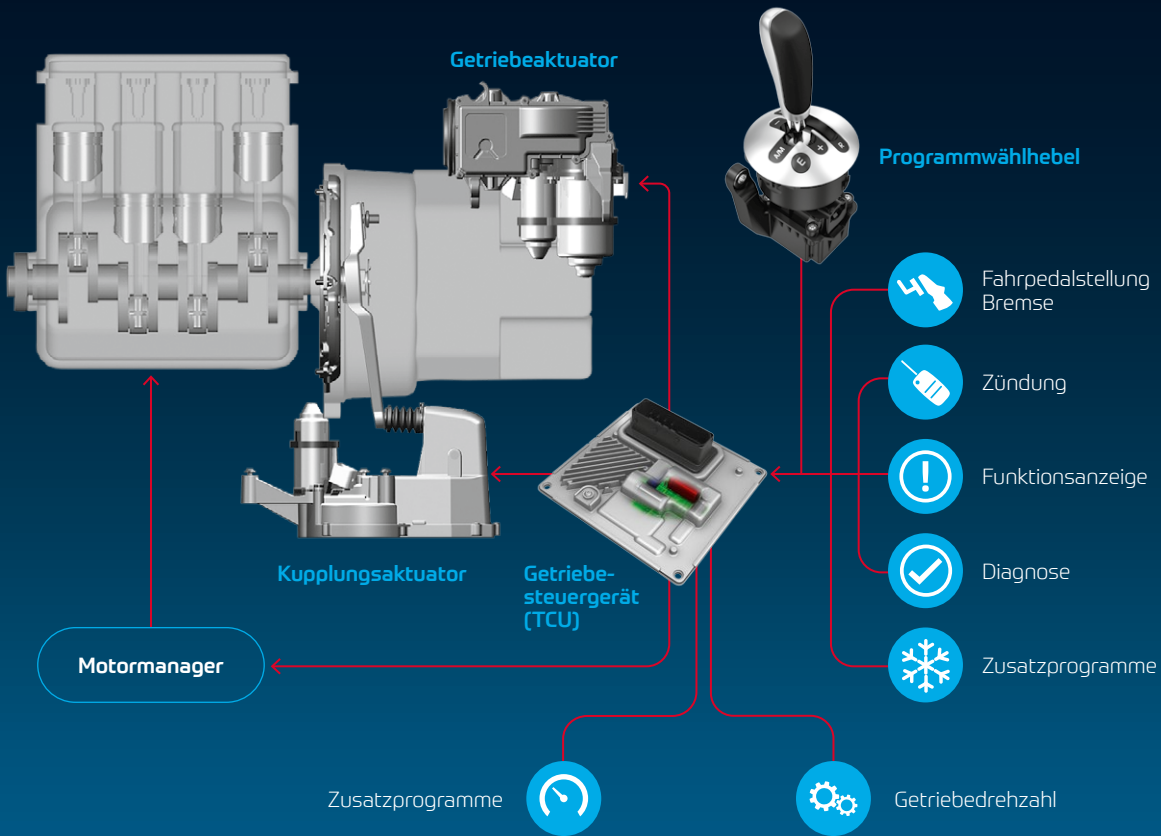
.....

Pluspunkte

- Umfassender Fahrkomfort
– kein Kuppeln, kein Schalten
- Kein Verschalten möglich
- Geringere Kosten, niedrigeres Gewicht und kleinerer Bauraum als Automatgetriebe
- Handschalten für individuelle Fahrweise möglich
- Fahrprogramme für sportliche Fahrweise, glatte Fahrbahn oder schwere Beladung
- Geringer Verbrauch durch elektronisch optimierte Schaltpunkte und schlupffreie Kraftübertragung

.....

Systemdarstellung einer elektromechanischen Automatisierung



Vergleichstabelle MT/AMT

Vergleichsparameter	MT	AT	Bemerkung
Kraftstoffverbrauch	+/-	++	Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs durch Schalten zum optimalen Zeitpunkt im Automatikmodus
Emissionen	+/-	++	Reduzierung des CO ₂ -Ausstoßes durch Schalten zum optimalen Zeitpunkt im Automatikmodus
Kosten	++	+	Kostengünstigste Automatisierungs-Alternative im Vergleich zu anderen gängigen Systemen (Doppelkupplung, Automatgetriebe)
Fahrkomfort	+	++	Deutlich höherer Fahrkomfort für Fahrer und Insassen durch Schalten zum optimalen Zeitpunkt im Automatikmodus

Zweimassenschwungrad ZMS – Perfekte Schwingungsisolierung

Das ZMS von ZF besticht durch seinen modularen Aufbau des Druckfedersatzes zur Lösung von diversen Drehschwingungsproblemen im Fahrzeug. Ergänzt um einen drehzahladaptiven Tilger wird die durch den Verbrennungsmotor verursachte Drehschwingung hervorragend isoliert.

Die Aufgabe

Verbrauchsoptimierte Pkw-Motoren werden trotz weniger Hubraum und abnehmender Zylinderzahl immer leistungstärker. Um kraftstoffsparend fahren zu können, wird gleichzeitig das nutzbare Motor-Drehzahlband in Richtung der Leerlaufdrehzahl abgesenkt. Beides führt zu einem deutlichen Anstieg der Drehungleichförmigkeit des Verbrennungsmotors. Um weiterhin ein komfortables brummfreies Fahren zu ermöglichen und den Antriebsstrang vor schädlichen Schwingungen zu schützen, ist eine effektive Schwingungsisolierung notwendig. Eine optimale Drehschwingungsisolierung wird mit leistungsfähigen ZMS-Ausführungen von ZF erreicht.

Die Technik

Das Zweimassenschwungrad ist zusammen mit Druckplatte und Kupplungsscheibe zwischen Motor und Getriebe verbaut. Das ZMS sowie der MTD bestehen aus einer Primär- und einer Sekundärseite. Primär- und Sekundärseite sind über einen fettgeschmierten Federsatz verbunden. Die Primärseite ist drehfest an die Kurbelwelle angeflanscht und trägt den Starterzahnkranz. Primär- und Sekundärseite sind zueinander verdrehbar gelagert. Der Federsatz ermöglicht durch seinen



Einreihiges ZMS

Für kleine und mittlere Motoren bis 400 Nm.
Gerade Druckfedern. Mehrstufige Kennlinie.



Zweireihiges ZMS

Für mittlere und große Motoren > 350 Nm.
Zusätzlicher Innendämpfer für hohen Fahrkomfort.

**Mechanischer Torsionsdämpfer**

Für kleine und mittlere Motoren bis 350 Nm. Zusatzreibeinrichtung mit geschwindigkeitsproportionaler Wirkung.

**ZMS mit drehzahladaptivem Tilger (DAT)**

Pendelnd gelagerte Fliehkörper zur Schwingungstilgung. Einsatz bei höchsten Komfortanforderungen.

**ZMS-TD**

mit direktem Abtrieb, Applikation für CVT-, Doppelkupplungs- und Hybridgetriebe.

modularen Aufbau eine flexible und optimale Kennliniengestaltung. Er besteht aus Druckfedern und Druckfederführungselementen. Die Druckfederführungselemente sind aus leistungsfähigem Kunststoff gefertigt. Die anwendungsspezifischen Eigenschaften der Kunststoffe aus Polyamid werden durch eine angepasste Compounding eingestellt. Alle ZMS von ZF besitzen eine mehrstufige Verdrehkennlinie. Hierfür werden Druckfedern mit unterschiedlicher Steifigkeit und Anzahl kombiniert. Die weiche, erste Stufe sorgt für exzellentes Motorstart- und Motorstoppverhalten. Mit den nachfolgenden härteren Stufen wird eine gute Drehschwingungsentkopplung und ein Überlastungsschutz im Fahrbetrieb erreicht. Eine weitere Verbesserung der Drehschwingungsisolierung wird durch ein ZMS mit zweireihigem Federsatz erreicht. Dem äußeren Federsatz ist radial innen ein zusätzlicher Federsatz nachgeschaltet. Dadurch wird die Verdrehsteifigkeit des ZMS deutlich abgesenkt. Die Druckfedern des Innendämpfers arbeiten sowohl bei hoher Motordrehzahl als auch bei hohem Motormoment reibungsarm. Durch ein ZMS mit drehzahladaptiven Tilger (DAT) wird eine exzellente Drehschwingungsisolierung erreicht. Der DAT wirkt auf der ZMS-Sekundärseite und befindet sich innerhalb des außenliegenden Federsatzes. Der DAT schwingt der nach dem ZMS-Federsatz vorhandenen Rest-Drehungleichförmigkeit entgegen. Die vorhandenen Drehschwingungsamplituden werden nahezu ausgelöscht. Aufgrund dieser nachgeschalteten Schwingungstilgung kann schon ab Leerlaufdrehzahl ohne lästige Geräusche mit hoher Last gefahren werden.

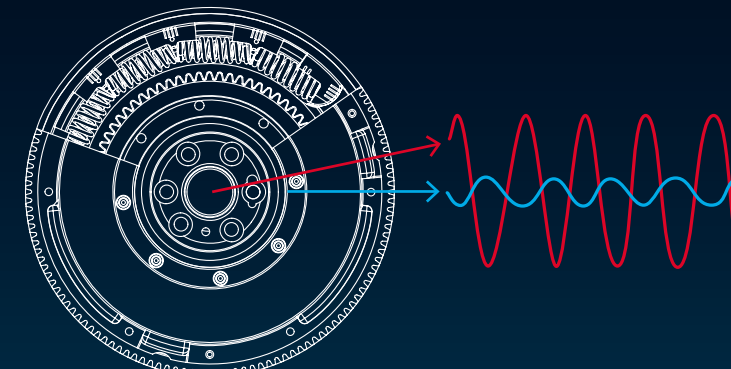
**Pluspunkte**

- Hoher Geräuschkomfort
- Hoher Schaltkomfort
- Hervorragende Schwingungsentkopplung über den gesamten Drehzahlbereich
- Gute Abstimbarkeit auf das Fahrzeugkonzept
- Problemloses Start-Stopp-Verhalten
- Lange Lebensdauer
- Geringer Bauraumbedarf
- Gezogene und gedrückte Kupplungsbetätigung möglich
- Reduktion des Kraftstoffverbrauchs, da niedertouriger gefahren werden kann



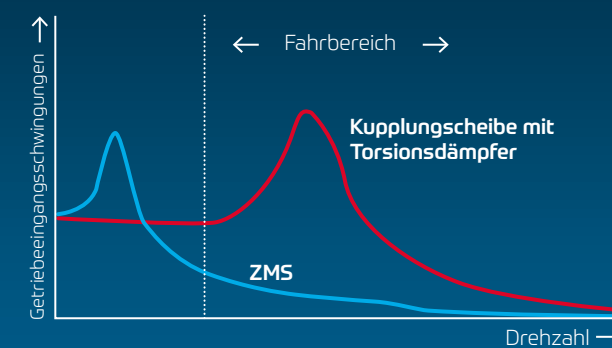
Das ZMS auf einen Blick

Schwingungsentkopplung



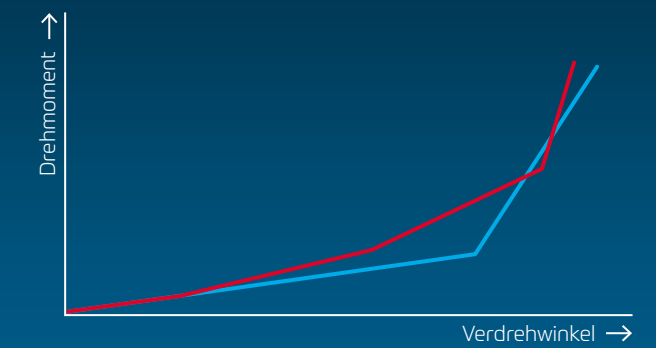
Die Drehmasse des Schwungrades wird in eine Primär- und eine Sekundärmasse aufgeteilt. In Verbindung mit dem Federsatz wird eine gute Drehschwingungsisolierung erreicht.

Vergleich Kupplungsscheibe und ZMS



Während sich die Resonanzdrehzahl mit dem Torsionsdämpfer in der Kupplungsscheibe im unteren Betriebsdrehzahlbereich befindet, liegt sie beim Zweimassenschwungrad deutlich unterhalb der Leerlaufdrehzahl des Motors.

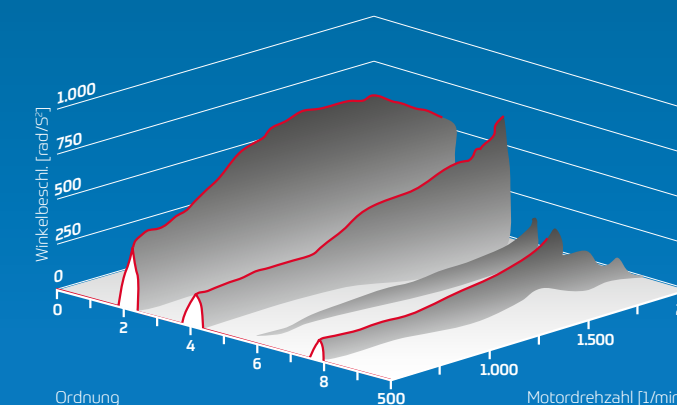
Zwei- und dreistufige Kennlinie ZMS



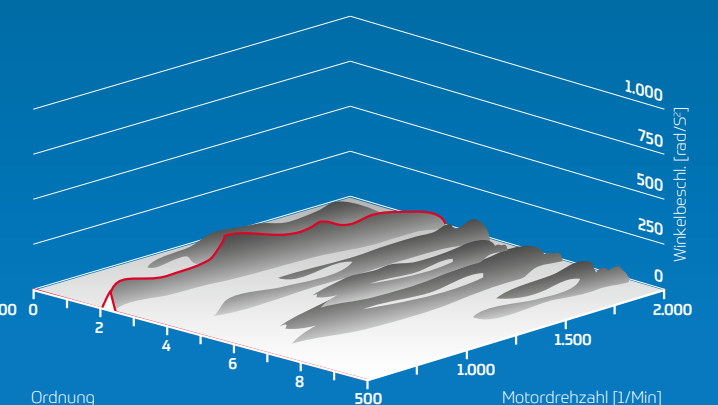
Eine typische ZMS-Kennlinie: Sie besteht aus einer weichen ersten Stufe, gefolgt von deutlich härteren Stufen. Die Auslegung der ersten Stufe erfolgt mit einer möglichst geringen Steifigkeit, um eine niedrige Eigenfrequenz des ZMS zu erreichen.

Vergleich Schwingungsdämpfung

Kupplungsscheibe mit Torsionsdämpfer



Zweimassenschwungrad



03

Das Unternehmen



Verantwortung weltweit wahrnehmen
Effizienz permanent verbessern
Chancen gemeinsam nutzen
Verlässlichkeit täglich beweisen

Der ZF-Konzern

Zukunft verantwortlich gestalten

ZF ist ein weltweit führender Technologiekonzern in der Antriebs- und Fahrwerktechnik sowie der Sicherheitstechnik. Mit dem umfangreichen Portfolio verbessert das Unternehmen Mobilität und Dienstleistungen für Pkw, Nutzfahrzeuge und die Industrietechnik. Der Konzern kann intelligente Mechanik aus einer Hand bieten. ZF vernetzt leistungsfähige, mechanische Systeme mit digitalem Know-how und Elektronikkompetenz und lässt Fahrzeuge sehen, denken und handeln.

Mit ihren Schlüsseltechnologien gestaltet ZF die Megatrends Effizienz, Sicherheit und autonomes Fahren und stärkt damit die internationale Automobilindustrie. ZF arbeitet an der nächsten Generation von Fahrerassistenzsystemen, die automatisiertes Fahren für Pkw und Lkw ermöglichen.

Mit Produkten für E-Mobilität konzentriert sich das Unternehmen auf hocheffiziente Antriebslösungen. ZF entwickelt Applikationen, welche die Mobilität in der Stadt sicherer machen und von denen auch weitere Verkehrsteilnehmer wie Fußgänger oder Radfahrer profitieren. Für einen effizienten und sicheren Warentransport im Lkw arbeitet ZF an Technologien, die für autonome und ferngesteuerte Logistikabläufe benötigt werden.

Das in Friedrichshafen ansässige Unternehmen beschäftigt rund 137.000 Mitarbeiter in allen Industrieregionen. Im Jahr 2016 hat ZF einen Umsatz von 35,2 Milliarden Euro erzielt und zählt weltweit zu den drei größten Automobilzulieferern. ZF ist ein attraktiver Arbeitgeber und ist finanziell unabhängig. Soziale Verantwortung und nachhaltiges Wachstum sind für das Unternehmen sehr wichtig.

Forschung und Entwicklung für die Sicherung der Mobilität

Innovationen sind kein Selbstzweck, sie müssen sich rechnen: für Hersteller, Flottenhalter und Fahrer, aber auch für die Umwelt und die Gesellschaft. Jede Neuentwicklung muss sich im Spannungsfeld dieser Kriterien bewähren.

Der ZF-Konzern greift auf ein internationales Netzwerk von Entwicklungszentren zurück. ZF investiert jährlich rund fünf Prozent des Umsatzes in Forschung und Entwicklung. Mit Erfolg, denn immer wieder markieren innovative Produkte von ZF den neuesten Stand der Technik.

Die Entwicklungsaktivitäten bei ZF sind nach dezentralen und zentralen Funktionen gegliedert. Die Divisionen und Geschäftsfelder konzentrieren sich dabei auf die Markt- und Produktkompetenz und gewährleisten so eine kundennahe und konkurrenzfähige Entwicklung technisch führender Produkte. Die Zentrale Forschung und Entwicklung arbeitet stark grundlagen- und theoriebezogen und unterstützt die operativen Entwicklungsbereiche in den Divisionen.

Wegweisende Innovationen

Aus dieser Partnerschaft sind in den vergangenen Jahren Produktinnovationen hervorgegangen, die in der Branche seither als Benchmark gelten: Das trifft für das 8-Gang-Automatgetriebe für Pkw ebenso zu wie für die

Hybridgetriebe inklusive Hybridmanagement für Pkw und Nutzfahrzeuge oder das modulare Getriebesystem Traxon für Nkw. Wegweisende Innovationen von ZF finden sich überall neben Pkw und Nutzfahrzeugen in allen Anwendungen: zu Land, zu Wasser und in der Luft.

Die Innovationskraft von ZF wird sich in Zukunft noch verstärken. Darauf weist bereits heute die Zahl der Patentanmeldungen hin: In der Statistik des Deutschen Patent- und Markenamtes rangiert ZF unter den Top Ten der Patentanmelder – auf Augenhöhe mit vielen der großen Automobilhersteller. Mehr als 10.000 Projekte werden von den Forschungsabteilungen jedes Jahr erfolgreich abgeschlossen; sie decken die ganze Spannweite von der Grundlagenforschung bis hin zur Produktapplikation ab. Diese hohe Schlagzahl ist auch notwendig, um in Zukunft Mobilität zu gewährleisten. Der Trend zum Hybrid zeigt bereits: Ressourcenschonende Antriebstechnik ist technisch sehr komplex. Dies wird sich beim reinen Elektroantrieb fortsetzen – ebenso wie beim Leichtbau, wo ZF-Ingenieure aktuell mit alternativen Materialien, erweiterten Ansätzen bei Konstruktion und Prüfverfahren sowie neuen Produktionsverfahren Pionierarbeit leisten.



ZF Friedrichshafen AG

Ernst-Sachs-Straße 62
97424 Schweinfurt
Deutschland

Telefon +49 9721 98-0
Telefax +49 9721 98-2290
www.zf.com



twitter.com/zf_konzern
facebook.com/zffriedrichshafen
youtube.com/zffriedrichshafenag