

Dämpfungsmodule



Für Pkw



© ZF Friedrichshafen AG-Dämpfungsmodule-09/2011

Sicherheit und Komfort: Dämpfungsmodule für Pkw

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 intelligenten Fahrwerksystemen 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 Gesamtlösungen werden möglich, die den Anforderungen an ein Gesamtsystem entsprechen. Ein Beispiel hierfür: Als Spezialist für das Fahrwerk und Hersteller elektrischer Systeme ist ZF in der Lage, unterschiedlichste Konzepte der Niveauregulierung und elektronischer Dämpferregelung umzusetzen und so schon heute zukunftsfähige, serienreife Lösungen anzubieten.

Verfügbare Dämpfer

Dämpfermaße, die ZF optional oder in Standardausführung anbietet:

Kolben Ø (mm)	Kolbenstange Ø (mm)						
	11	13	15	18	20	22	25
27	TT	TT	e	Strut	Strut		
30	MT	TT			Strut		
32		TT	TT	e	e	e	Strut
36	MT	MT	iMT	i	e	i	e
40		iMT	iMT	i			
45	MT	MT					

- MT = Einrohrdämpfer
- TT = Zweirohrdämpfer
- Strut = Federbein
- e = CDCe mit externem Ventil
- i = CDCi mit internem Ventil
- = Standard
- = Option

BasicLine

Basisfunktion Dämpfung

Die BasicLine bei ZF – dies bedeutet eine deutliche Standardisierung der Produkte Zweirohrdämpfer und Federbein. Mit weltweit normierten Entwicklungs- und Fertigungsprozessen und einheitlichen Produktspezifikationen wird das Versprechen der Basisfunktion Dämpfung erfüllt. Das Fundament der BasicLine ist ein Baukastensystem aus Kom-

ponenten, die – millionenfach bewährt – ein optimales Kosten-/ Funktionsniveau gewährleisten.

Produktlösungen

BasicLine

- Zweirohrdämpfer mit Kolbenstangen- / Kolben-Ø [mm] 11/27 und 13/30
- Federbein mit Kolbenstangen- / Kolben-Ø [mm] 20/30 und 22/32

CustomizedLine

Individuelle Kundenanforderungen und zusätzliche Dämpferfunktionen

In der CustomizedLine werden, basierend auf dem Grundbaukasten, kundenspezifische Anforderungen umgesetzt. Die Entwicklungsleistung liegt in einer stärkeren Individualisierung und einem Mehraufwand in der Fahrzeugabstimmung. Neben Einrohr- und Zweirohrdämpfern sowie Federbeinen umfasst das Programm auch Module. Darüber hinaus beinhaltet die CustomizedLine zusätzliche Dämpferfunktionen, die für Fahrzeughersteller und Endver-

braucher einen spürbaren Mehrwert bieten. Im ständigen Fokus der Produkte steht der Anspruch, Fahrkomfort, -sicherheit und -dynamik zu vereinen.

Produktlösungen und Zusatzfunktionen

CustomizedLine

- Kundenspezifische Dämpfer und Module
- Neue Ventiltechnologie Pre-Loaded Valve
- Vario – Wegnuten-Dämpfer
- Sensitive Damping Control – Amplitudenselektive Dämpfung
- Nivomat® – Niveauregulierung
- CDC® – Continuous Damping Control Dämpfer

ActiveLine

Aktive Fahrwerksysteme

In der ActiveLine sind alle regelbaren Dämpfungssysteme erfasst. Sie kommunizieren mit den weiteren Sicherheitssystemen im Fahrzeug, gleichen ständig die aktuellen Fahrzeugdaten ab und garantieren damit eine der Fahrsituation angepasste Dämpfung. Mit seinen elektronischen Dämpfungssystemen setzt ZF neue Maßstäbe in Sachen Sicherheit, Komfort und Fahrdynamik. Für den Fahrzeug-

hersteller eröffnen die Systeme nicht nur neue Potenziale in der Fahrzeugvernetzung, sondern spiegeln auch die Fahrzeugpositionierung wider.

Produktlösungen und Zusatzfunktionen

ActiveLine

- CDC® – Continuous Damping Control Systemtechnologie
- Aktive Wankstabilisierung

EcoRide

Umweltschutz durch Leichtbau

Das Produktprogramm EcoRide findet sich in der CustomizedLine und ActiveLine wieder. Es vereint alle Lösungen, die einen effektiven Beitrag zur Gewichtsreduktion von Stoßdämpfern leisten. Beispiele hierfür sind der Einsatz hohler Kolbenstangen, Behälter in Aluminiumausführung oder die Verwendung von Kunststoffkomponenten. Eben-

falls berücksichtigt im Produktprogramm EcoRide sind umweltschonende Fertigungsprozesse.

Produktlösungen und Zusatzfunktionen

EcoRide

- Leichtbau in Stahl, Aluminium und Kunststoff
- Umweltschonende Fertigungsprozesse

Schwingungsdämpfung

Die Aufgabe:

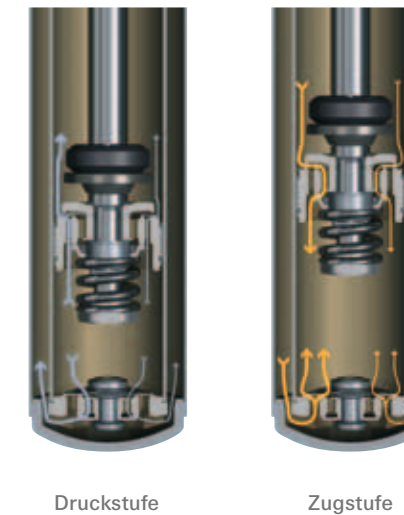
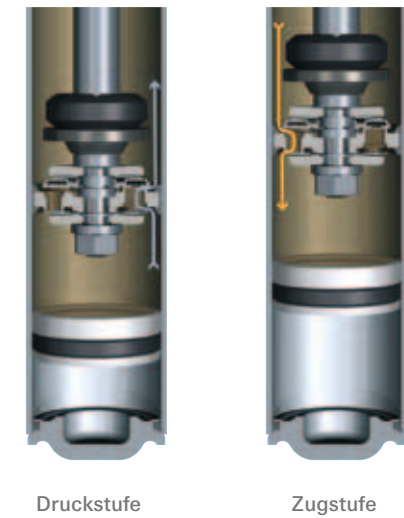
Die technischen Anforderungen an die Fahrzeugdämpfung sind hoch. So müssen Dämpfer dafür sorgen, dass ein Aufschaukeln und Schwingen des Fahrzeugaufbaus bei Straßenunebenheiten minimiert wird. Weiterhin haben sie eine ständige Bodenhaftung der Räder zu garantieren. Beide Aufgaben beeinflussen die Fahrsicherheit und den Fahrkomfort eminent. Denn während eine harte Dämpfung die Fahrsicherheit erhöht, nimmt der Fahrkomfort ab. Umgekehrt gilt: Eine weiche Dämpfung steigert den Fahrkomfort, mindert indes die Fahrsicherheit. Um trotzdem optimale Fahrsicherheit bei hohem Fahrkomfort zu erzielen, sind ausgereifte technische Lösungen notwendig.

Die Technik:

Beim Einrohrdämpfer werden Öl und Gas durch den beweglich angeordneten Trennkolben exakt voneinander getrennt. Die Dämpfungsventile für die Zug- und Druckstufe sind am Kolben angeordnet. Kolbenstange und Dichtung sind besonders wichtige Bauelemente, da das unter Druck stehende Aggregat sicher abgedichtet werden muss. Die Viton-Dichtung wird durch mechanische Vorspannung und den Innendruck an die Kolbenstange angelegt. Eine Minimierung der Reibung wird durch Geometrie- und Materialoptimierung erreicht. Beim Zweirohrdämpfer ist ein geringerer Gasdruck notwendig. Hier reichen 6 bis 8 bar, um eine exakte Dämpfung und ein niedriges Geräuschniveau auch bei hohen Einfedergeschwindigkeiten zu erreichen.

Das Einrohr-Prinzip

Der bewegliche Trennkolben drückt beim Einfahren der Kolbenstange (Druckstufe) das Gaspolster um das der Kolbenstange entsprechende Ölvolumen zusammen. Beim Ausfahren der Kolbenstange (Zugstufe) drückt das Stickstoffgas den Trennkolben zurück. Die Dämpfung der Schwingung erfolgt in beiden Richtungen über das mehrstufige Kolbenventil.



Das Zweirohr-Prinzip

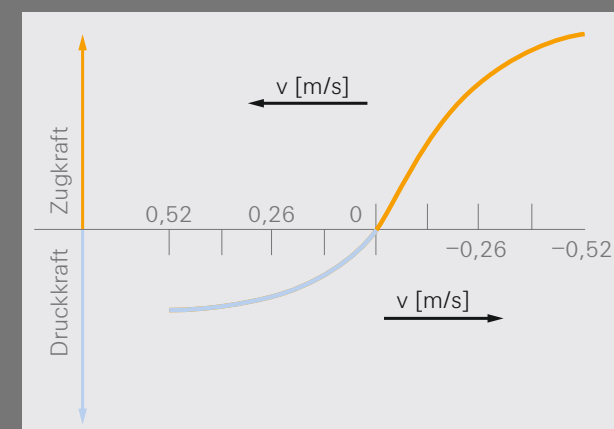
Fährt die Kolbenstange ein (Druckstufe), strömt ein Teil des Öls aus dem unteren Arbeitsraum durch das Kolbenventil in den oberen Arbeitsraum. Das der eintauchenden Kolbenstange entsprechende Ölvolumen wird dabei durch das Bodenventil in den Ausgleichsraum verdrängt. Beim Ausfahren der Kolbenstange (Zugstufe) übernimmt das Kolbenventil die Dämpfung, während durch das Bodenventil das der ausfahrenden Kolbenstange entsprechende Ölvolumen zurückfließt.

Dämpfkraft und Kennlinien

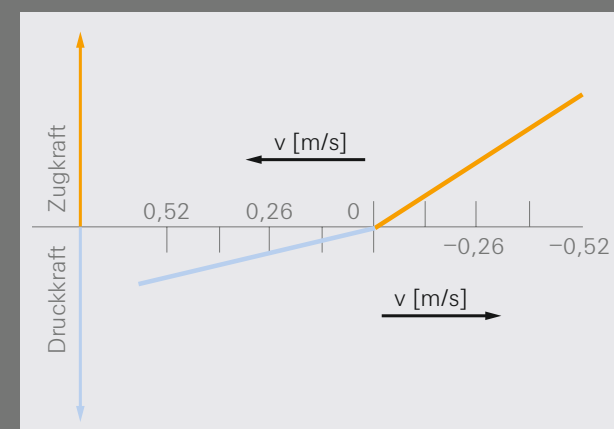
Generell ist die Dämpfkraft des Stoßdämpfers von der Kolbengeschwindigkeit abhängig: Mit zunehmender Kolbengeschwindigkeit nimmt die Dämpfkraft zu. In welchem Maß dies erfolgt, wird über die Ventile definiert. Durch den besonderen Aufbau, die Anordnung und Kombination der Ventile sind alle gewünschten

bzw. für die jeweilige Verwendung optimalen Dämpfungscharakteristiken (Kennlinien) erreichbar. Die Kennlinie des Dämpfers wird im Kraft-Geschwindigkeits-Diagramm (F-v-Diagramm) dargestellt. Mit den Stoßdämpfern von ZF können degressive oder lineare Kennlinien sowie Kombinationen erreicht werden.

Kennlinie degressiv



Kennlinie linear



Das Federbein-Prinzip

Das Federbein entspricht im Aufbau dem Zweirohrdämpfer. Zusätzlich zur Dämpfungsfunktion übernimmt es im Zusammenwirken mit den Querlenkern die Radführung und sorgt so für die Aufnahme oder Übertragung der Lenkbewegung des Rades. Weiterhin nimmt es die Federkräfte der Tragfeder über den Federteller auf und stützt Querkräfte ab, die insbesondere beim Bremsen und Beschleunigen sowie in Kurvenfahrten auftreten.

Unter Berücksichtigung dieser Kräfte sowie der Forderung nach minimalem Gewicht wird das Federbein optimal auf das jeweilige Fahrzeug ausgelegt. Zur Reduzierung der Reibung sind die Laufflächen von Kolbenstangenführung und Dämpferkolben mit reibungsmindernden Elementen ausgestattet, wie Gleitbuchse, PTFE-Folien und PTFE-Beschichtungen. ZF bietet optimale Lösungen für alle Fahrzeugklassen an.

Kundenspezifische Dämpfer und Module

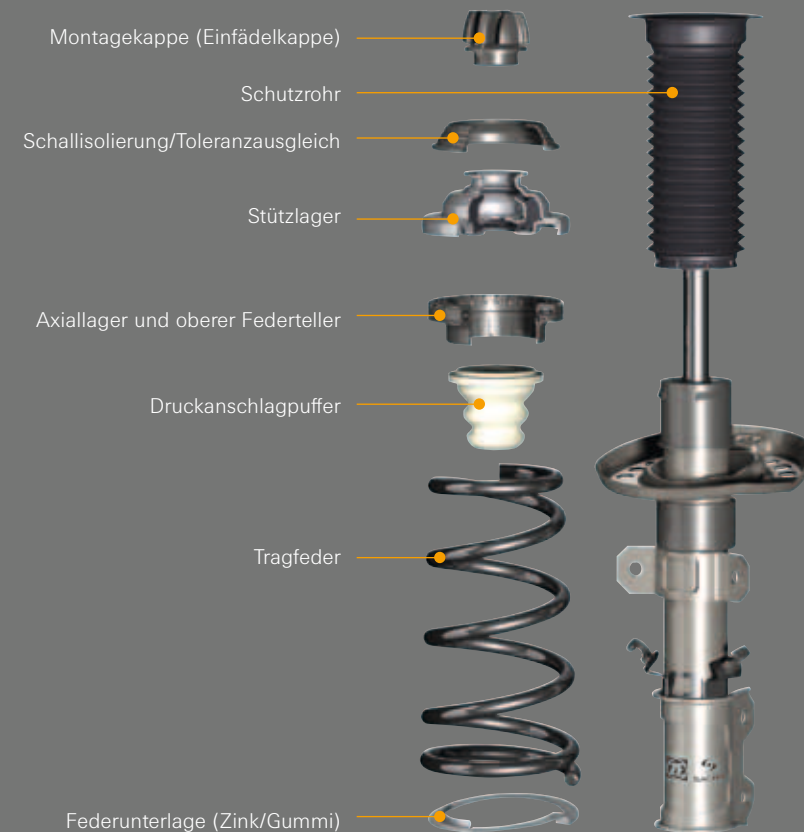
Die Technik:

ZF ist führend in der Entwicklung und Fertigung von Dämpfer- und Federbeinmodulen. Dabei sind die Anforderungen an die Module hoch: Sie sollen ein sicheres und komfortables Fahrverhalten schaffen und Geräusche absorbieren. Die Einzelbauteile müssen hohen Funktionsanforderungen genügen und gleichzeitig gewichtsoptimiert sein. Entwicklung, Fertigung, Montage und Logistik von ZF erfüllen höchste Ansprüche an Wirtschaftlichkeit und Effizienz, und das bei globalen Qualitäts-

standards, die kaum Kompromisse zulassen.

Ein Beispiel hierfür ist das radführende Federbeinmodul, das aus zahlreichen Einzelkomponenten besteht. Das perfekte Zusammenspiel der jeweiligen Bauteile ist für Funktion und Lebensdauer von äußerster Wichtigkeit. Die Wechselwirkung der Einzelkomponenten auf die Gummimetallteile, Tragfedern, Axiallager und Dämpfer ist entscheidend, um die Systemfunktion des Fahrwerks (Lenken, Bremsen, Federn) zu gewährleisten.

Federbeinmodul



Verbesserung von Fahrkomfort und Lenkverhalten

- Optimierung der unerwünschten Querkräfte
- Optimierte Federlastverteilung im Federsitz
- Minimale Reibung in Federbein und Lagern

Mehr Fahrkomfort

- Mehrfad-Stützlager
- Unterschiedliche Steifigkeiten des Stützlagers in Längs- und Querrichtung
- Optimale Auslegung der Gummimetallteile (Ringgelenke und Stützlager) durch Reduktion der Nebensteifigkeiten

Reduzierung der Toleranzen

- Geringer Unterschied der Fahrhöhe
- Reproduzierbare, geringe Systemreibung

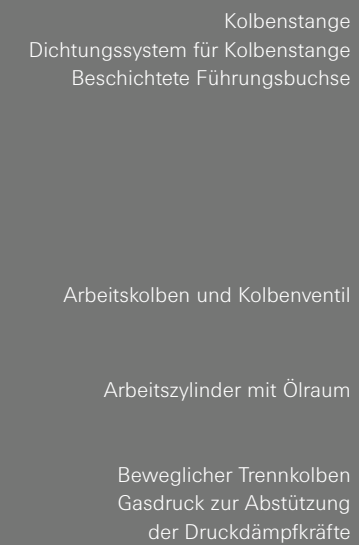
Optimierung der Stützlagerdesign-eigenschaften

- Geringe Bauhöhe für längeren Rad-/Dämpferhub
- Bessere Funktionalität durch einzeln abgestimmte Steifigkeiten (X-, Y- und Z-Richtung)

Gewichtsreduzierung

- Optimierung der Komponenten mit FE-Analyse
- Gezielte Materialauswahl

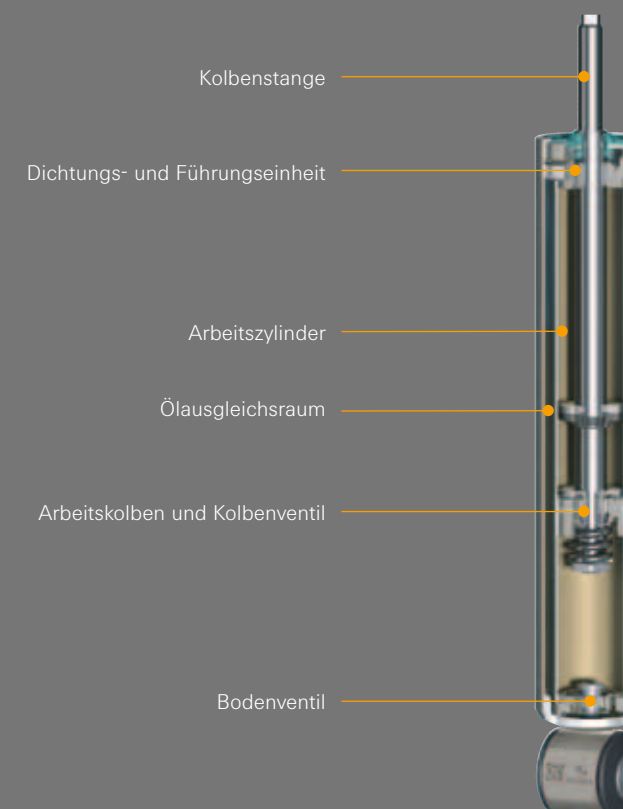
Einrohrdämpfer



Pluspunkte

- Geräuschoptimiert
- Exakte Dämpfung auch bei kleinsten hochfrequenten Achsbewegungen
- Beliebige Einbaulage durch Trennung von Öl- und Gasraum
- Kein Verschäumen des Öls
- Niedriges Gewicht
- Variable Kennliniengestaltung linear und degressiv

Zweirohrdämpfer



Pluspunkte

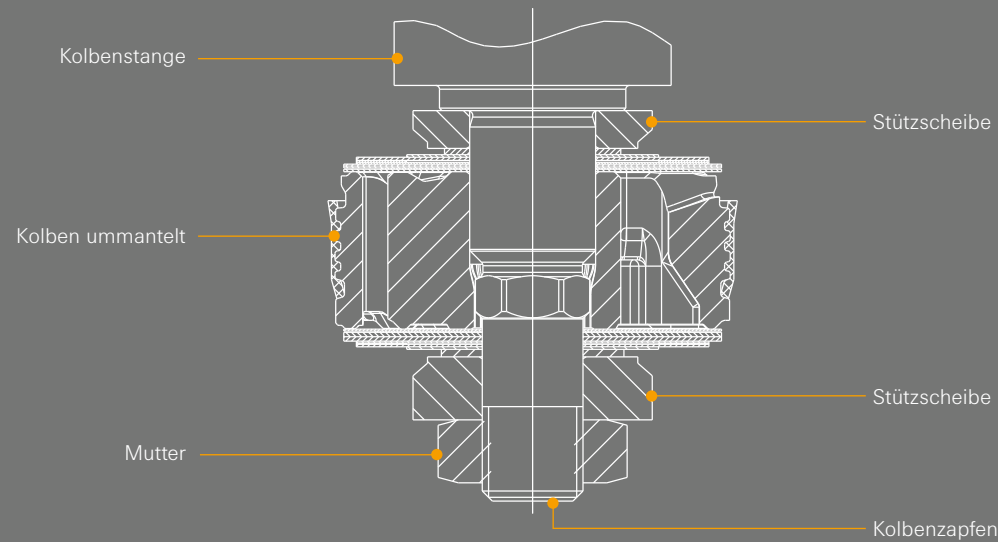
- Niedrige Reibung
- Hoher Abrollkomfort
- Variable Kennliniengestaltung durch mehrstufiges Kolben- und Bodenventil
- Kurze Baulängen möglich

Neue Ventiltechnologie Pre-Loaded Valve

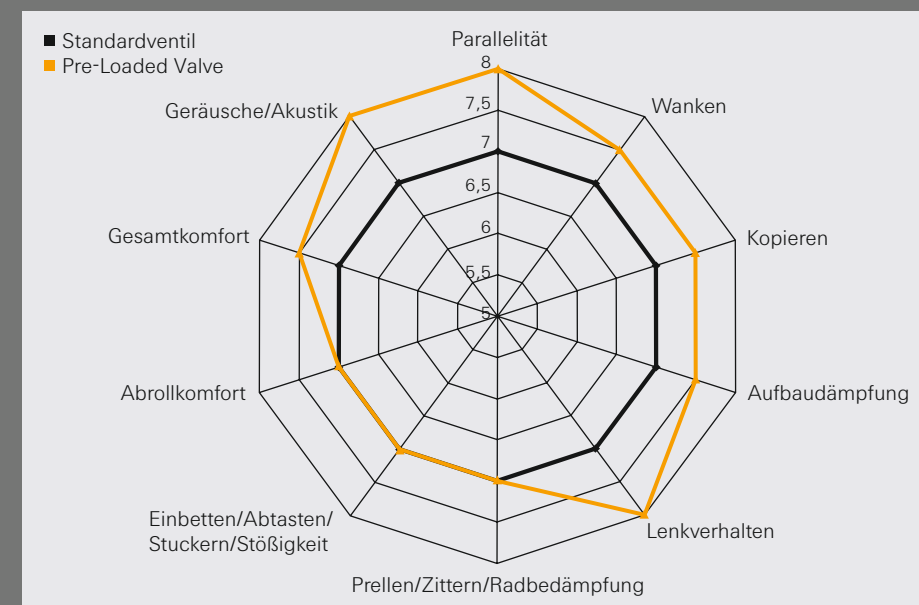
Die Technik:

Die neue Ventiltechnologie Pre-Loaded Valve ist die konsequente Weiterentwicklung der bisherigen Standardventile unter Berücksichtigung des Know-hows für Einrohrdämpfer. Mittels modernster Methoden aus Forschung und Entwicklung, unter anderem Fluidanalysen, wurde eine völlig neue Kolbengeneration entwickelt, die neben der Kom-

fortsteigerung auch eine ausgezeichnete Aufbaukontrolle garantiert. Dabei sorgen sehr schnelle Öffnungs- und Schließvorgänge im Ventil für eine hervorragende Radkontrolle, die wiederum ein sichereres Fahrverhalten ermöglicht. Ferner konnte das Geräuschverhalten des Stoßdämpfers mittels innovativer Kolbengeometrien weiter optimiert werden. Ein deutliches Plus für den Fahrkomfort.



Bewertung der neuen Technologie



Pluspunkte

- Erhöhung von Fahrsicherheit und -komfort
- Reduziertes NVH-Verhalten
- Erhöhte Lebensdauer
- Variable Abstimmbarkeit entsprechend Kundenwunsch (Sport vs. Komfort)

Vario-Dämpfer

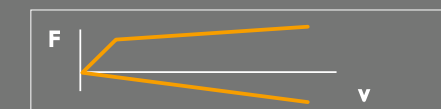
Die Technik:

Der Vario-Dämpfer ist sowohl in der Einrohr- als auch in der Zweirohrausführung darstellbar. Mittels Steuernuten im Zylinderrohr, die einen hydraulischen Bypass schaffen, wird eine hubabhängige Dämpfung realisiert. Der hydraulische Bypass wirkt am Kolbenventil. Er wird auf mechanischem Weg in das Zylinderrohr des Stoßdämpfers eingeformt.

Abhängig von Lage und Hub des Dämpfers passiert der Kolben die Steuernut. Das über die Nut strömende Öl reduziert den hydraulischen Widerstand und dadurch die Dämpfungskraft. Die Vario-Technologie kommt in Fahrzeugen zur Anwendung, bei denen mit unterschiedlichen Beladungszuständen zu rechnen ist und unabhängig davon Komfort und Fahrsicherheit höchsten Ansprüchen genügen müssen.

Hubabhängige Dämpfung von ZF

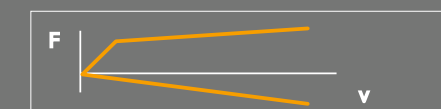
Überfährt der Kolben die Steuernut, erhöht sich der Fahrkomfort. Außerhalb der Nuten sind die Dämpfungskräfte deutlich höher – ein Plus an Fahrsicherheit. Durch eine entsprechende Gestaltung des Übergangs zwischen Nut und glattem Rohrteil werden abrupte Kraftsprünge in der Fahrzeugdämpfung vermieden.



Übergang



Übergang



Pluspunkte

- Komfortverbesserung
- Kostengünstig
- In Standarddämpfer integrierbar
- Keine Steuerelemente notwendig
- Gegen vorhandene Dämpfer austauschbar

Sensitive Damping Control

Die Technik:

Sensitive Damping Control ist die evolutionäre Weiterentwicklung heutiger Standarddämpfer und steht für agiles und gleichzeitig komfortables Fahren. Sensitive Damping Control ist ein in sich geschlossenes Dämpfungssystem und mildert merklich den Zielkonflikt der Achs-/Aufbaubedämpfung, ohne jedoch den gesamten Funktionsumfang eines elektronischen Systems abbilden zu müssen. Die Lösung von ZF basiert hier auf einer Zweiteilung der Dämpferkennung. Ein zusätzliches Ventil auf der Kolbenstange ist zwischen Federn aufgehängt und besitzt je nach Fahrzeugabstimmung einen gewissen Freiweg. Während bei kleinen Anregungen das Standard-

ventil arbeitet, stehen bei großen Anregungen die Dämpfkraft beider Ventile zur Verfügung.

Sensitive Damping Control ist ein Weg zu höherem Fahrkomfort ohne Einschnitte in die Fahrsicherheit und kommt im Pkw-Segment vom Kleinwagen bis hin zur oberen Mittelklasse zum Einsatz. Für diese Fahrzeuge kann der Komfort nochmals gesteigert werden, ohne die Fahrsicherheit zu gefährden. Auch bei sportlichen Fahrzeugen wird die Aufbaubedämpfung erhöht, ohne Komforteinbußen bei kleinen Anregungen hinnehmen zu müssen. Zusätzliches Einsatzgebiet ist der Nutzfahrzeugsektor. Speziell in LCV erhöht Sensitive Damping Control den Komfort.

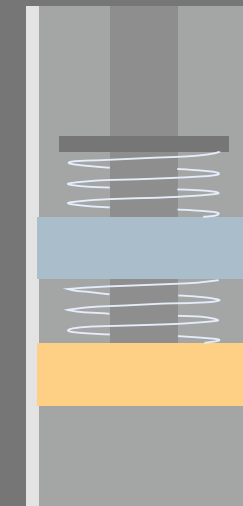
Pluspunkte

- Optimaler Fahrbahnkontakt
- Gleichbleibende Sicherheit bei erhöhtem Komfort
- Bessere Isolation der Karosserie bei hochfrequenten Fahrbahnregungen
- Kompensation des Komfortverlustes bei Run-Flat- und Niederquerschnittsreifen
- Keine Regelelektronik

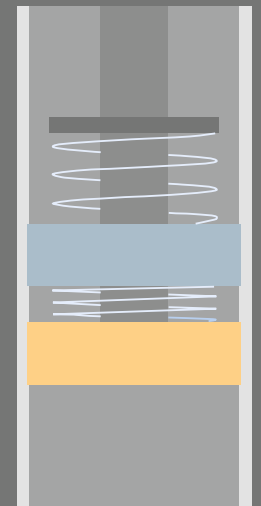


Sensitive Damping Control

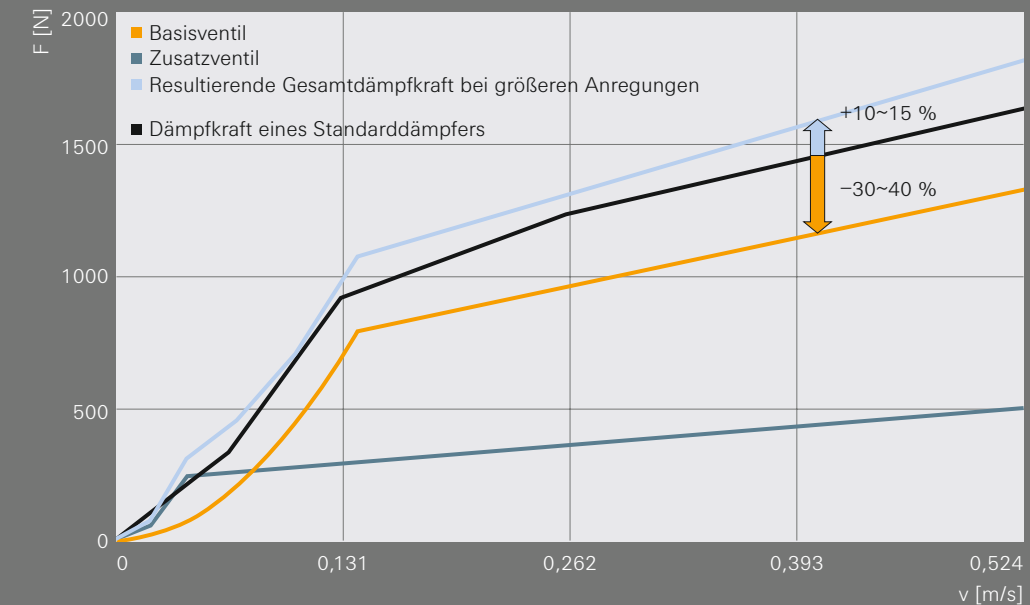
Funktionsprinzip Sensitive Damping Control



Sensitive Dämpfung von ZF
Eines der Ventile ist fest mit der Kolbenstange verbunden und bedämpft somit kontinuierlich die Bewegung. Das andere Ventil ist zwischen zwei Federn aufgehängt, die ihm je nach Achsübersetzungsverhältnis und Abstimmphilosophie einen Freiweg einräumen. Nach Aufbrauch des Hubes trägt das bewegliche Ventil ebenfalls zur Gesamtdämpfung bei und erhöht somit das Dämpfmaß für Aufbau und gegebenenfalls Achse auf das Notwendige.

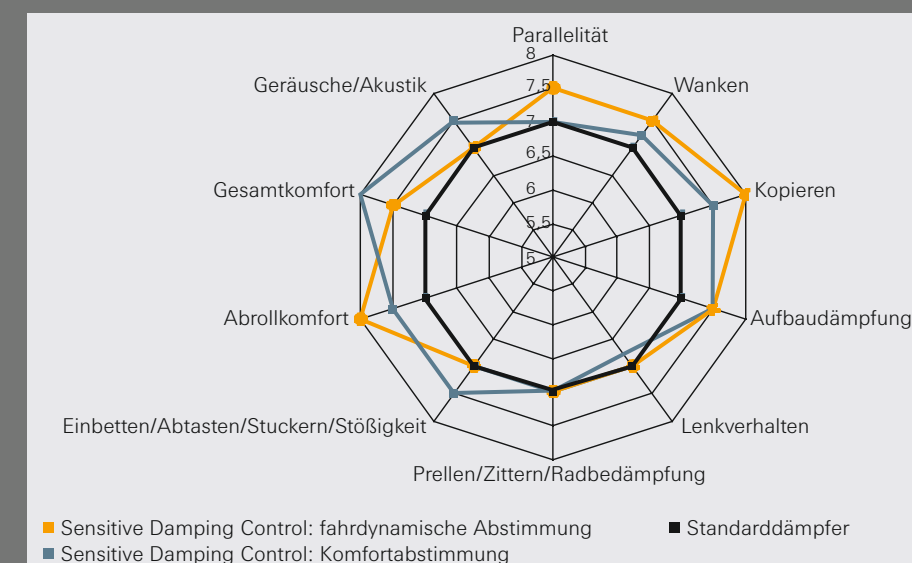


Dämpfkraft-Kennliniendiagramm



Durch den Einsatz des Zusatzventils bei starken Fahrbahnregungen erhöht sich die Dämpfkraft und übertrifft die Eigenschaften eines Standarddämpfers. Ein deutlicher Mehrwert für die Fahrsicherheit. Ist die Anregung des Dämpfers gering, so steigt indes der Fahrkomfort.

Vergleich Sensitive Damping Control und Standarddämpfer



Im direkten Vergleich zum Standarddämpfer werden die zahlreichen Vorteile der amplitudenselektiven Dämpfung deutlich. Vor allem in den Dimensionen Abrollkomfort und Beeinflussung der Kopierbewegung sorgt Sensitive Damping Control für eine spürbare Verbesserung – und trägt damit auch zur Erhöhung des Gesamtkomforts bei.

Niveauregelsystem Nivomat® – Immer auf der richtigen Höhe

Die Aufgabe:

Wechselnde oder konstant schwere Beladungszustände und Fahrten mit Anhänger stellen hohe Anforderungen an das Fahrzeug und den Fahrer. Denn durch das zusätzliche Gewicht auf der Hinterachse ändert sich der Schwerpunkt und damit das Fahrverhalten grundlegend. Das Fahrzeug kann in kritischen Situationen nur schwer beherrschbar sein. Auch der Komfort leidet unter dem schwammigen Fahrverhalten. Andere Folgen können teuer werden: Der Spritverbrauch erhöht sich, der Verschleiß an den Reifen nimmt durch die ungleiche Kraftübertragung zu. Auch die gesamte Achse wird stärker belastet. Der Nivomat®, das Niveauregelsystem von ZF, wirkt den negativen Auswirkungen der Beladung entgegen. Es existiert eine Vielzahl von Fahrzeuganwendungen insbesondere im Bereich der Mittel-

klasse, bei Kombis, Vans, SUVs und Limousinen, die optional mit einem Niveauregelsystem ausgestattet sind. Der Nivomat® ist als Dämpfer, Federdämpfer, Federbein oder Federbeinmodul realisierbar.

Die Technik:

Der Nivomat® wird anstelle eines konventionellen Dämpfers in die Hinterachse eingebaut. Vollautomatisch und ohne zusätzliche Elektronik pumpt das Kompaktgerät das Fahrzeug bereits nach wenigen Metern Fahrt wieder auf die optimale Höhe. Dazu nutzt der Nivomat® die Energie, die aus den Bewegungen zwischen Rad und Fahrzeugaufbau entsteht. Ohne Wartungsaufwand stellt der Nivomat® stets für jeden Beladungszustand die ideale Fahrzeughöhe ein und garantiert damit eine sichere und komfortable Fahrt.

Pluspunkte

Mehr Sicherheit

- Sicheres Fahrzeughandling durch gleichbleibende Fahrzeughöhe in jedem Beladungszustand
- Konstant gleiche Achshöhe, sicheres Überfahren von Bodenunebenheiten

Verbesserter Komfort

- Kein schwammiges Fahrverhalten bei erhöhter Achslast
- Entspannteres Fahren

Mehr Wirtschaftlichkeit

Kosten sparend

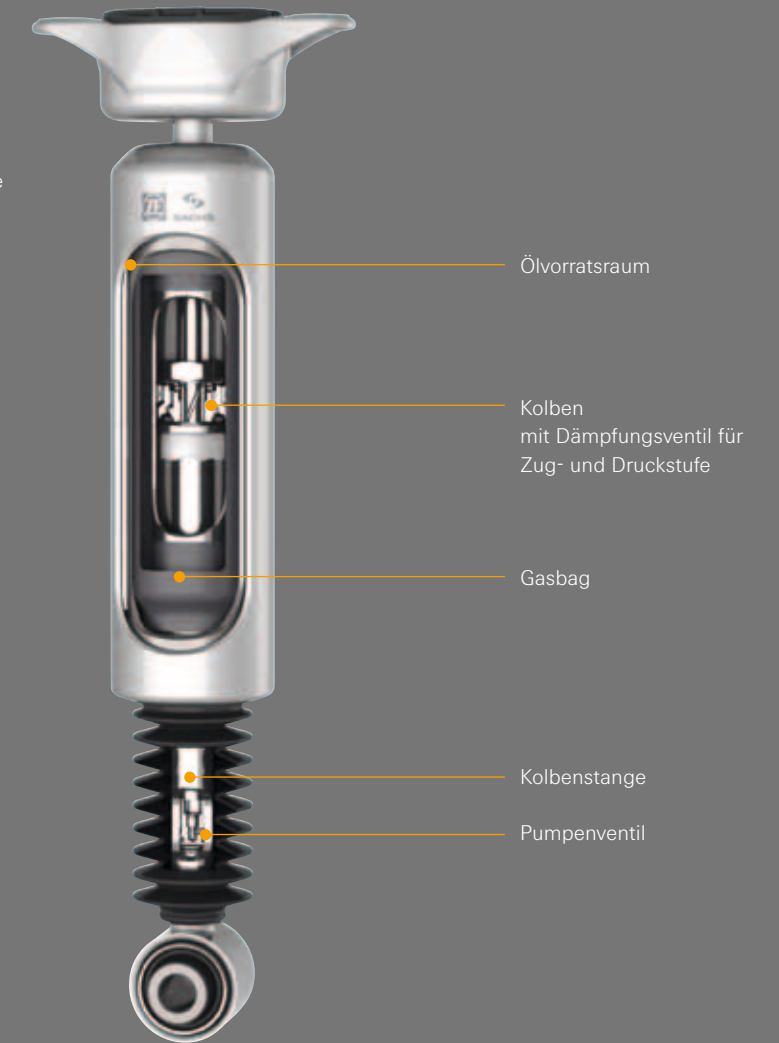
- Kostenreduktion durch weniger Verschleiß an Reifen und Achse
- Senkung des Spritverbrauchs durch bessere Aerodynamik

Zuverlässig

- Keine zusätzliche Bordelektronik. Damit sind keine Systemausfälle möglich

Umweltbewusst

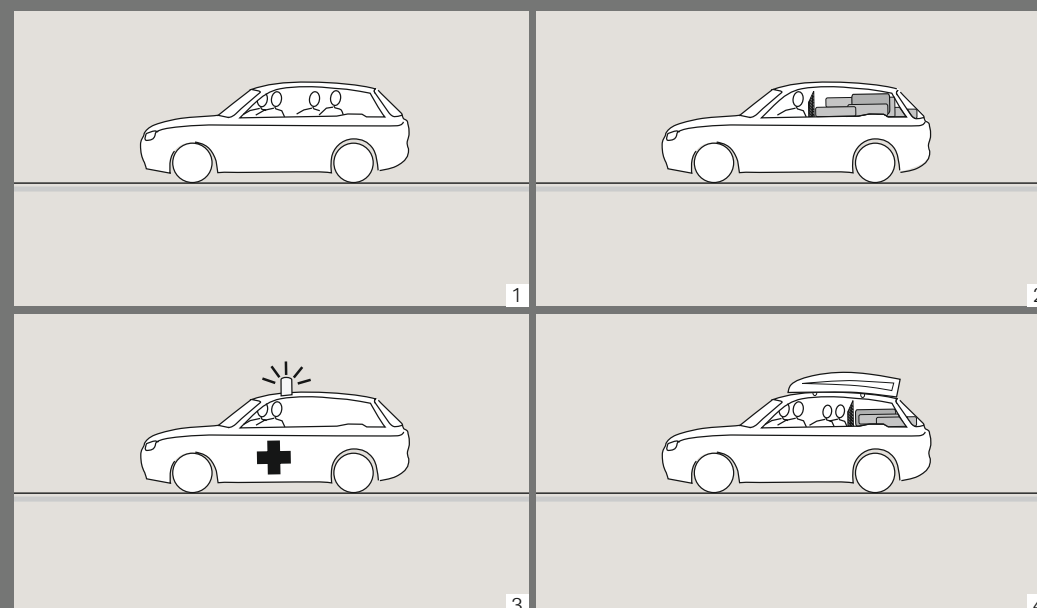
- Kein weiterer Energieaufwand durch Pumpen erforderlich
- Kein zusätzlicher CO₂-Ausstoß



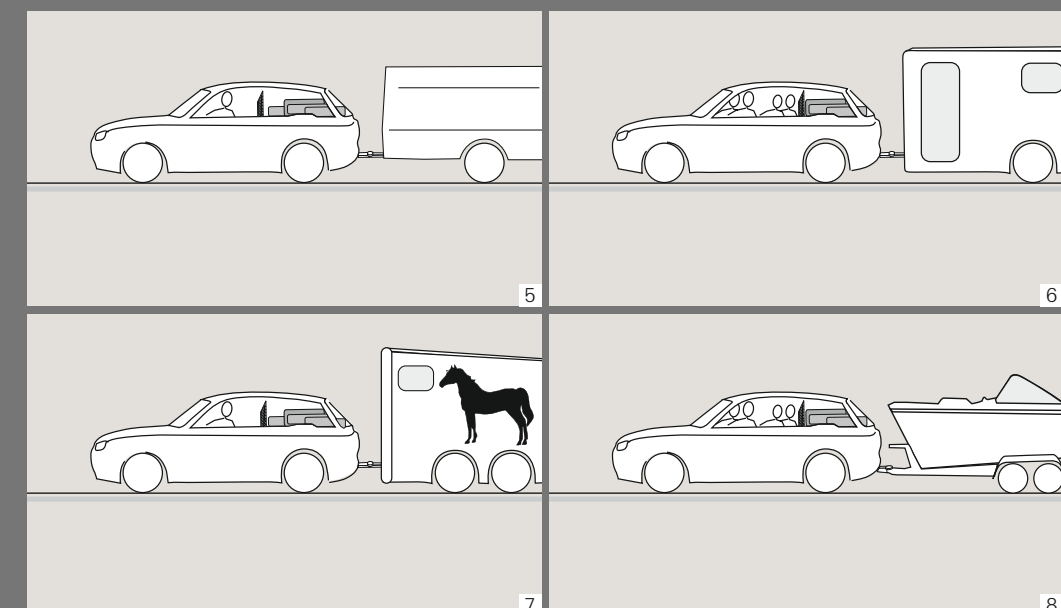
NIVOMAT®

Mit Nivomat® in allen Beladungszuständen klar im Vorteil

1. Personenbeförderung
2. Warentransport (Musterteile, Werkzeug ...)
3. Sonderfahrzeuge (Polizei, Notarzt, Feuerwehr, Pannenfahrzeuge, Servicetechniker ...)
4. Familienfahrt (stark wechselnde Beladungsschwerpunkte wie z.B. Dachgepäck)



Stabilisierung der Anhängerkupplung bei allen Anhängern



5. Warentransport
6. Wohnwagen
7. Pferd
8. Boot

Aktive Fahrwerksysteme

Die Aufgabe:

In den letzten Jahrzehnten wurden die mechanischen Funktionen im Fahrzeug durch den Einsatz von Elektronik deutlich verbessert – so auch im Bereich der Dämpfungstechnologie. Aktive und semiaktive Dämpfungs- und Federungssysteme rücken in den Mittelpunkt der Entwicklung neuer Fahrzeuggenerationen. Mit seinen elektronischen Dämpfungssystemen setzt ZF neue Maßstäbe in Sachen Sicherheit, Komfort und Fahrdynamik. Eine Stärke von ZF liegt darin, dass das Unternehmen nicht nur die Komponenten liefert, sondern den gesamten Systemumfang mit Hard- und Software beherrscht. Auch auf dem Gebiet der aktiven Fahr-

werksysteme wie Wankstabilisierung und Federfußpunktverstellung ist ZF führender Modullieferant. Viele große Automobilhersteller greifen in den Fahrzeugen der Oberklasse auf das System-Know-how von ZF zurück. Im Fahrzeug der Mittel- und Oberklasse findet sich heute eine Reihe von aktiven, elektronisch gesteuerten Systemen, die bisher weitgehend unabhängig arbeiten. Um den Kompromiss zwischen Fahrsicherheit, Komfort und Fahrdynamik weiter aufzulösen, setzt man in der Automobilindustrie auf eine stärkere Vernetzung der Einzel-systeme. ZF ist bestens auf diese Entwicklung vorbereitet und wird sie aktiv mitgestalten.

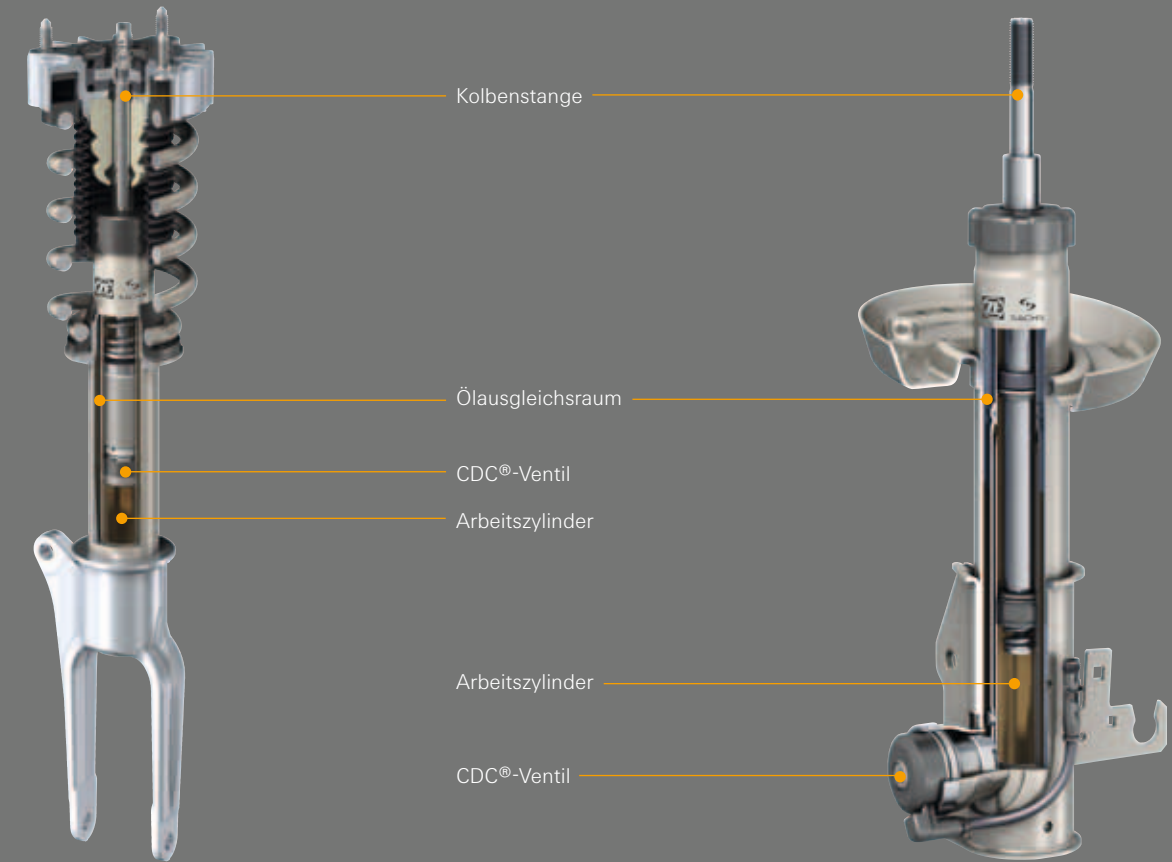
CDC® – Continuous Damping Control

Die Technik:

CDC® ist ein elektronisches Dämpfungssystem, das dem Fahrzeug spürbar mehr Fahrsicherheit, Komfort und Dynamik verleiht, indem es die Dämpfkraft für jedes einzelne Rad bestmöglich einstellt. Innerhalb von Millisekunden berechnet ein Steuergerät die erforderliche Dämpfkraft neu und stellt diese ebenso schnell am Dämpfer ein.

Dazu erfassen Sensoren am Fahrzeug Kennwerte wie Aufbau-, Rad- und Querschleunigung und errechnen daraus die ideale Dämpfung, individuell und kontinuierlich für jedes einzelne Rad. In der CustomizedLine erhältlich sind die CDC®-Aktuatoren, in der ActiveLine wird über die Aktuatorik hinaus das Gesamtsystem bestehend aus Aktuatoren, Sensorik sowie Hard- und Software angeboten.

Übersicht CDC®: Aktuatorik



CDC®-Dämpfer mit internem Ventil



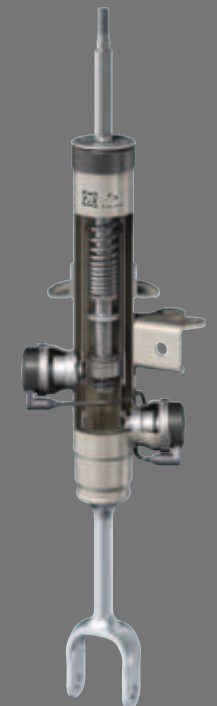
CDC®-Dämpfer mit externem Ventil

Merkmale EcoRide

- Zylinderrohr, Behälter, Achsbefestigung und Top-Mount-Gehäuse aus Aluminium
- Hohle Kolbenstange

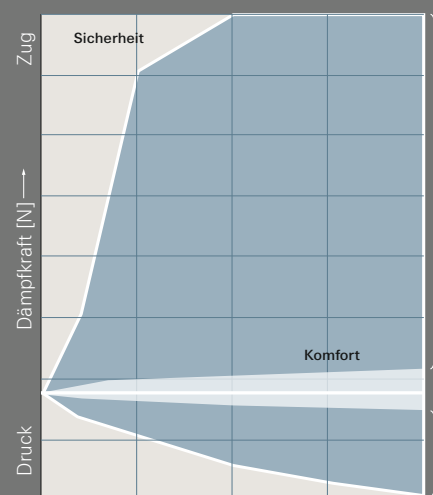
Pluspunkte

- Sicherheitsgewinn durch Optimierung der Raddämpfung
- Fahrkomfort- und Dynamikgewinn, wie z. B. beim Spurwechsel
- Reduzierung der Wank-, Nick- und Vertikalbewegung
- Kürzere Bremswege durch erhöhte Bodenhaftung
- Kontinuierliche Regelung in Echtzeit



CDC®-Dämpfer mit zwei externen Ventilen

Variable Dämpfung



Optimaler Komfort, höchste Sicherheit

Das Kennfeld zeigt, in welcher Bandbreite CDC® die Dämpfkraft in der Zug- und Druckstufe stufenlos anpassen kann.

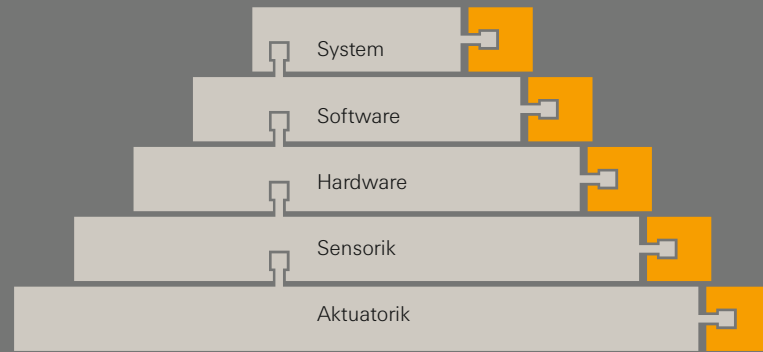
Das Herzstück des CDC®-Dämpfers ist ein Proportionalventil. Je nach Stellung des Ventils wird ein Durchlass für den Ölfluss geweitet (weich) oder verengt (hart).



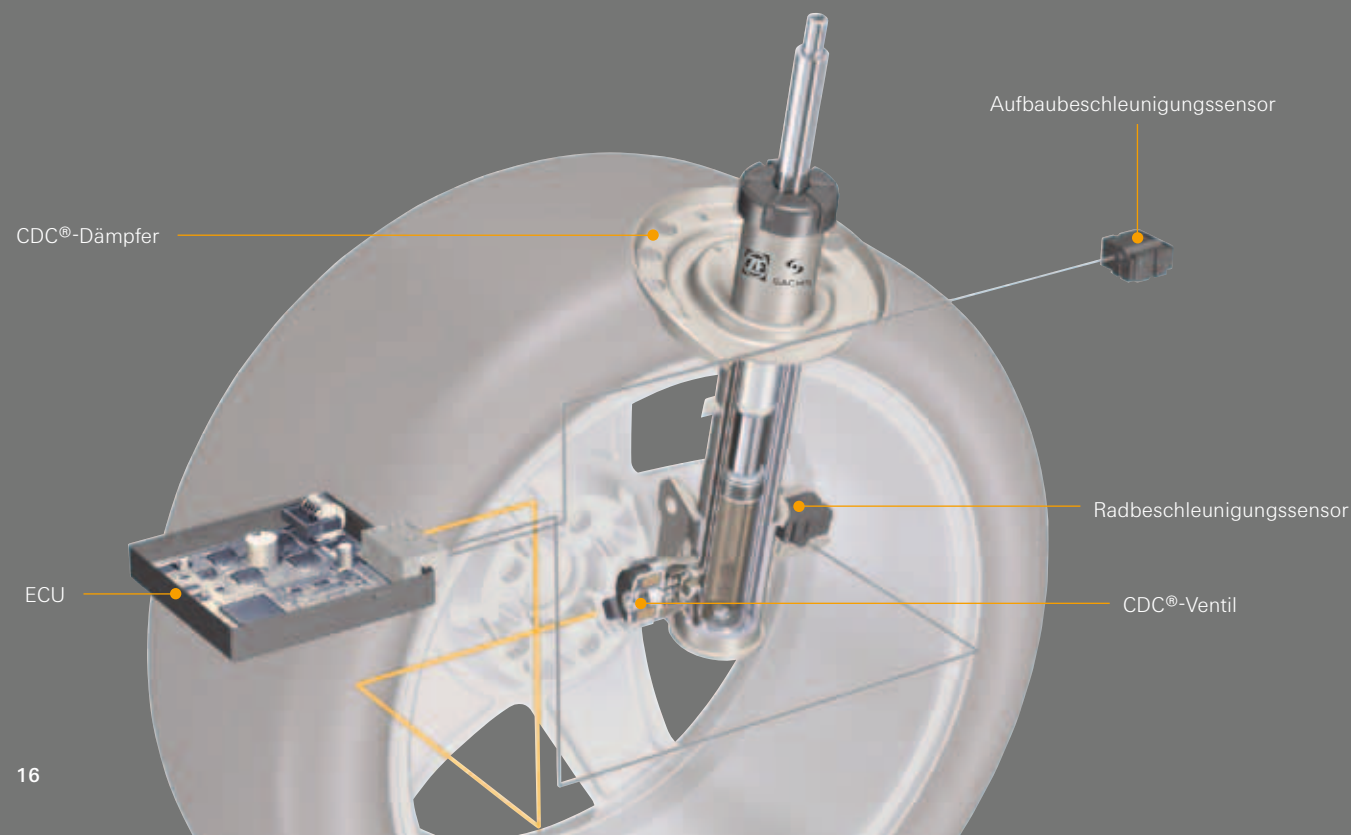
CDC® – Continuous Damping Control

Übersicht CDC®: System

Miteinander verzahnt, bilden Aktuatorik, Sensorik, Hardware und Software die Systemtechnologie CDC®. Dabei werden in den einzelnen Teilgebieten kontinuierlich neue Lösungen entwickelt, wodurch das Gesamtsystem an Mehrwert gewinnt – für Fahrzeughersteller und Endverbraucher ein bedeutender Nutzensvorteil.



Übersicht CDC®: Aktuatorik, Sensorik und Hardware

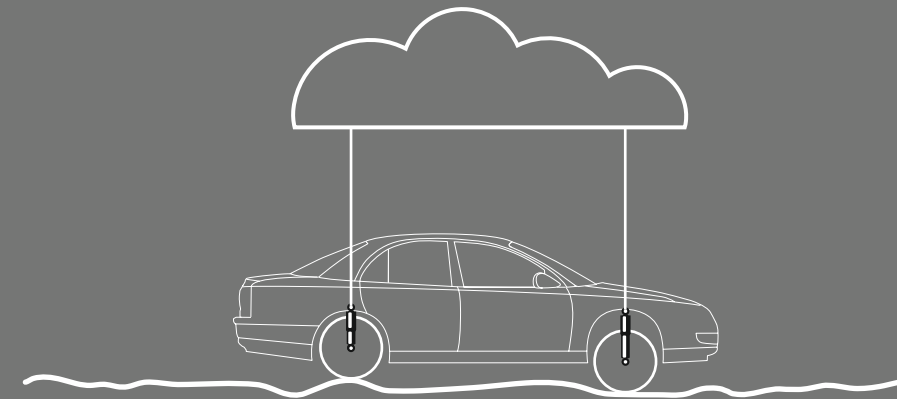


Übersicht CDC®: Skyhook-Regelstrategie (Software)

Die Technik:

Die Dämpfungskräfte werden für jedes Rad einzeln in Abhängigkeit von Bewegungsrichtung von Rad und Aufbau zueinander eingeregelt. Das bedeutet, dass sie stets der Bewegung des Aufbaus, bezogen auf seine statische Mittellage, bestmöglich entgegenwirken. Die Skyhook-Strategie folgt dem Prinzip, den Fahrzeugaufbau unabhängig von Fahr- und

Straßenzustand möglichst stabil zu halten. Der Regelansatz strebt die Ruhigstellung des Fahrzeugaufbaus, vergleichbar einer Anbindung an einen festen „Himmelsaken“ (Skyhook), während der Fahrt an. Die Karosserie wird somit wie eine Sänfte parallel zum Himmel bewegt – als wäre das Fahrzeug „am Himmel aufgehängt“.



Pluspunkte

- Dämpfungskräfte werden nur in der Bewegungsrichtung erhöht, in der sie gebraucht werden
- Dämpfungskräfte werden gezielt angepasst
- Optimale Raddämpfung
- Mehr Freiheitsgrade zur Fahrzeugabstimmung
- Eingebaute Fail-Safe-Strategie

Vergleich CDC® Advanced Skyhook-Regelstrategie und konventionelle Dämpfer

	konventionell	ZF Advanced Skyhook
Heben	0	+++
Stabilität	0	+++
Komfort	0	+++
Traktion	0	++
Handling	0	+++

Im Vergleich zu passiven Dämpfern zeigen sich die Vorteile von CDC® mit der Advanced Skyhook-Regelstrategie. Die Vorteile in den entsprechenden Dimensionen fallen deutlich aus.

CDC⁴ – das System für beide Achsen

Die Technik:

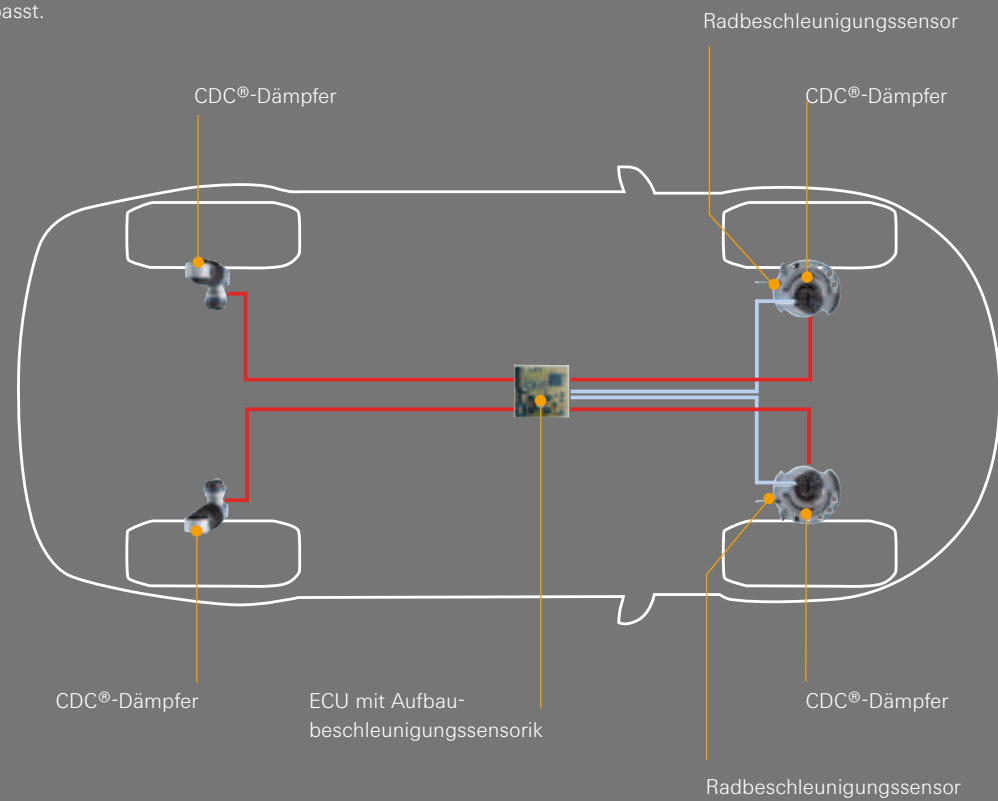
Für Pkw in den Segmenten der unteren Mittelklasse bis hin zu sportlichen Fahrzeugen wird ein CDC[®]-System eingesetzt, das an allen vier Radpunkten je einen CDC[®]-Dämpfer trägt. Aus Sensoren und weiteren Fahrzeugsystemen, wie ABS, gewonnene Daten werden in der ECU verarbeitet. Die daraus

resultierenden Ergebnisse werden an die CDC[®]-Dämpfer weitergeleitet. Das Ergebnis: Eine spürbare Steigerung der Fahrsicherheit und des Fahrkomforts. Neu bei CDC4: Hier entfallen die bislang verwendeten Aufbausensoren. Die zentrale Steuereinheit ECU übernimmt ohne Einschränkungen der Systemleistung deren Aufgaben.

CDC⁴

CDC[®] mit Sensorcluster-Technologie

Anstelle einer extern angebrachten Sensorik zur Messung der Aufbaubeschleunigung ist diese nun in der ECU integriert. Wie beim System mit externer Sensorik werden Informationen der Sensoren zentral gesammelt und ausgewertet. Entsprechend der Daten wird die Dämpfung in Millisekunden angepasst.



CDC^{1XL} – das System für die Hinterachse

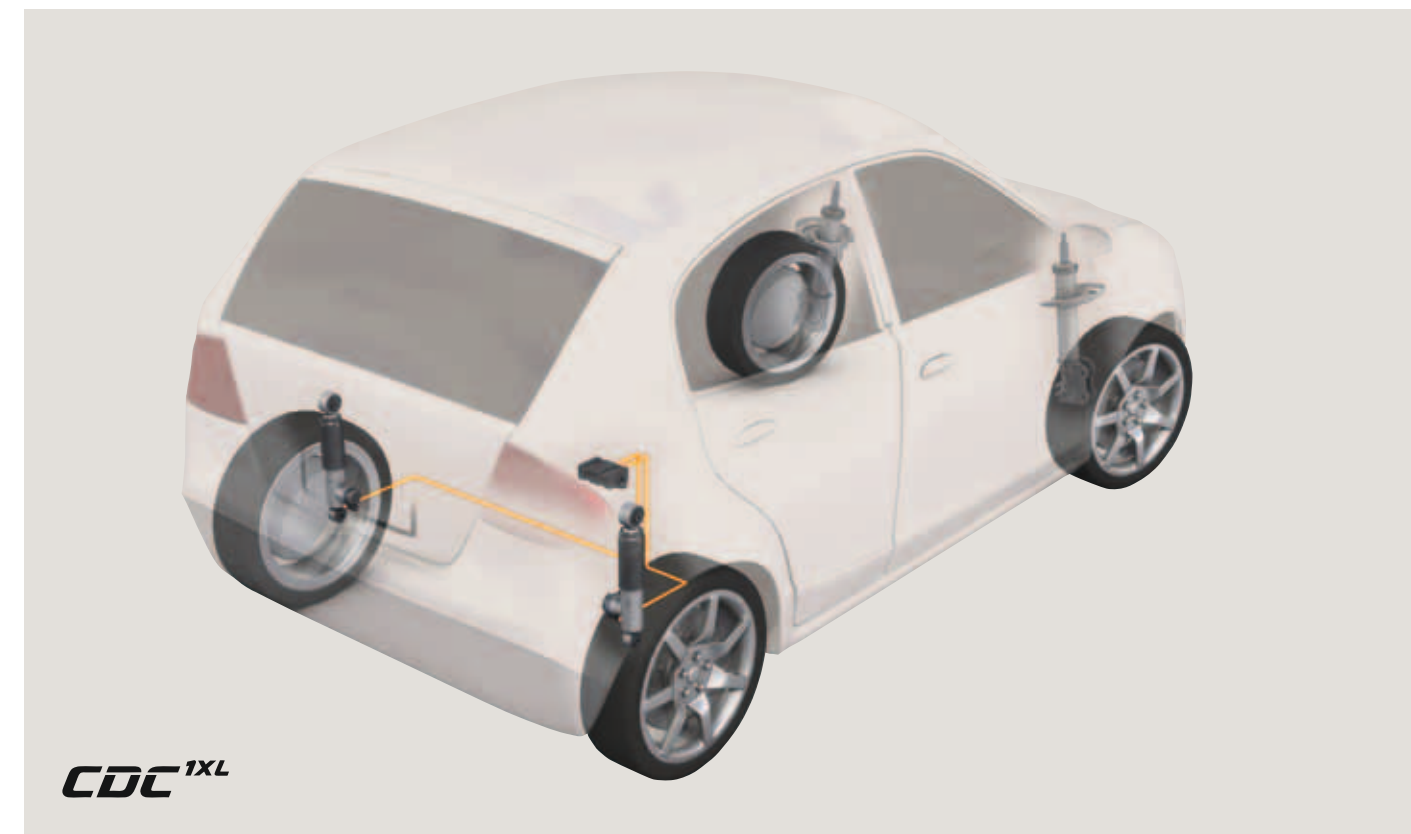
Die Technik:

Das speziell für Kleinwagen und Vans entwickelte CDC[®]-System greift dort ein, wo die Dimensionen Fahrkomfort und Fahrsicherheit bei Kleinfahrzeugen und Vans am stärksten beeinflusst werden: An der Hinterachse. Denn genau an dieser Stelle wirkt sich die Zuladung durch Personen oder Gepäck aus.

Bei der Abstimmung konventioneller Dämpfer trat bislang der Zielkonflikt zwischen Fahrsicherheit und Fahrkomfort auf: Worauf soll abgestimmt werden? Auf maximale Sicherheit bei voller Zuladung mit

fünf Personen plus Gepäck? Oder doch eher auf Komfort, mit Fahrer und Gepäck? Da die Maxime Sicherheit ist, wird der Kompromiss immer zu Lasten des Komforts gewählt.

Das neu entwickelte CDC 1XL löst diesen Kompromiss auf, da anstelle passiver Dämpfer an der Hinterachse elektronisch geregelte Dämpfer eingebaut sind. Zusammen mit einer ECU, in der ebenfalls die Sensorik integriert ist, wird ein spürbares Plus an Fahrsicherheit und Fahrkomfort gewonnen.



CDC[®]-System für Kleinwagen und Vans

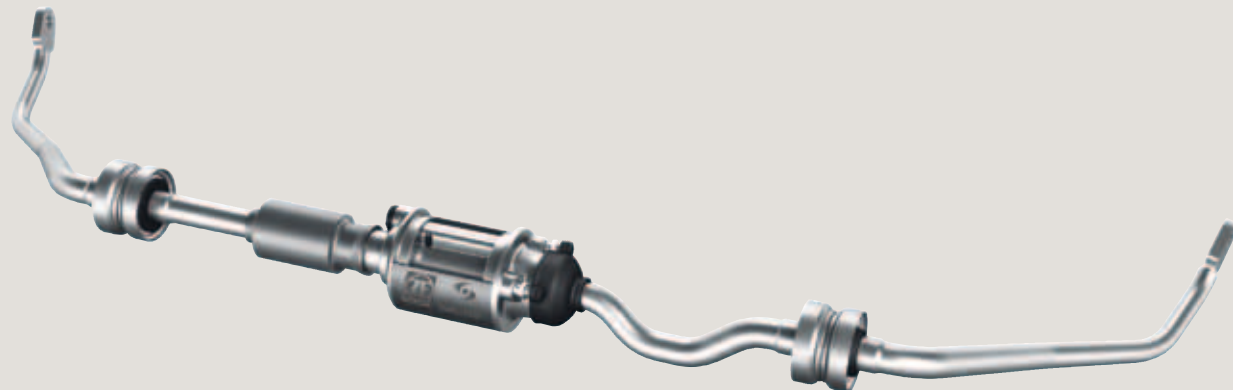
Aktive Wankstabilisierung

Die Technik:

Aktive hydraulische Wankstabilisierungen von ZF ermöglichen dynamischeres Fahren bei gesteigerter Fahrsicherheit und höherem Fahrkomfort. An der Vorder- und Hinterachse erzeugen sie in Kurvenfahrten Stabilisierungsmomente, so dass die Wankbewegung des Fahrzeugaufbaus minimiert oder gänzlich beseitigt wird. Zusätzlich wird ein optimales Einlenk- und Lastwechselverhalten erzeugt. Bei Geradeausfahrt dagegen passt die elektronische

Steuerung das Dämpfmaß an und sorgt für ein weiches, komfortableres Ansprechen der Federung. Die Kopierbewegung des Aufbaus wird reduziert, dadurch erhält das Fahrzeug eine hohe Agilität und Zielgenauigkeit über den gesamten Geschwindigkeitsbereich.

Eingesetzt werden aktive Wankstabilisierungen in Fahrzeugen der Mittel- und Oberklasse.



Hydraulische Wankstabilisierung

Pluspunkte

- Minimierung der Wankbewegung
- Verbesserung des Einlenkverhaltens und des Lastwechselverhaltens
- Entkopplung der Radbewegung bei Geradeausfahrt

Mehr Sicherheitsreserven mit integrierten Fahrwerksystemen

Mehr Fahrsicherheit ist und bleibt eine der wichtigsten Zielvorgaben bei der Automobilentwicklung für alle Fahrzeugklassen. Als Technologieführer in der Fahrwerktechnik wird ZF diese Entwicklung auch in Zukunft mit vorantreiben.

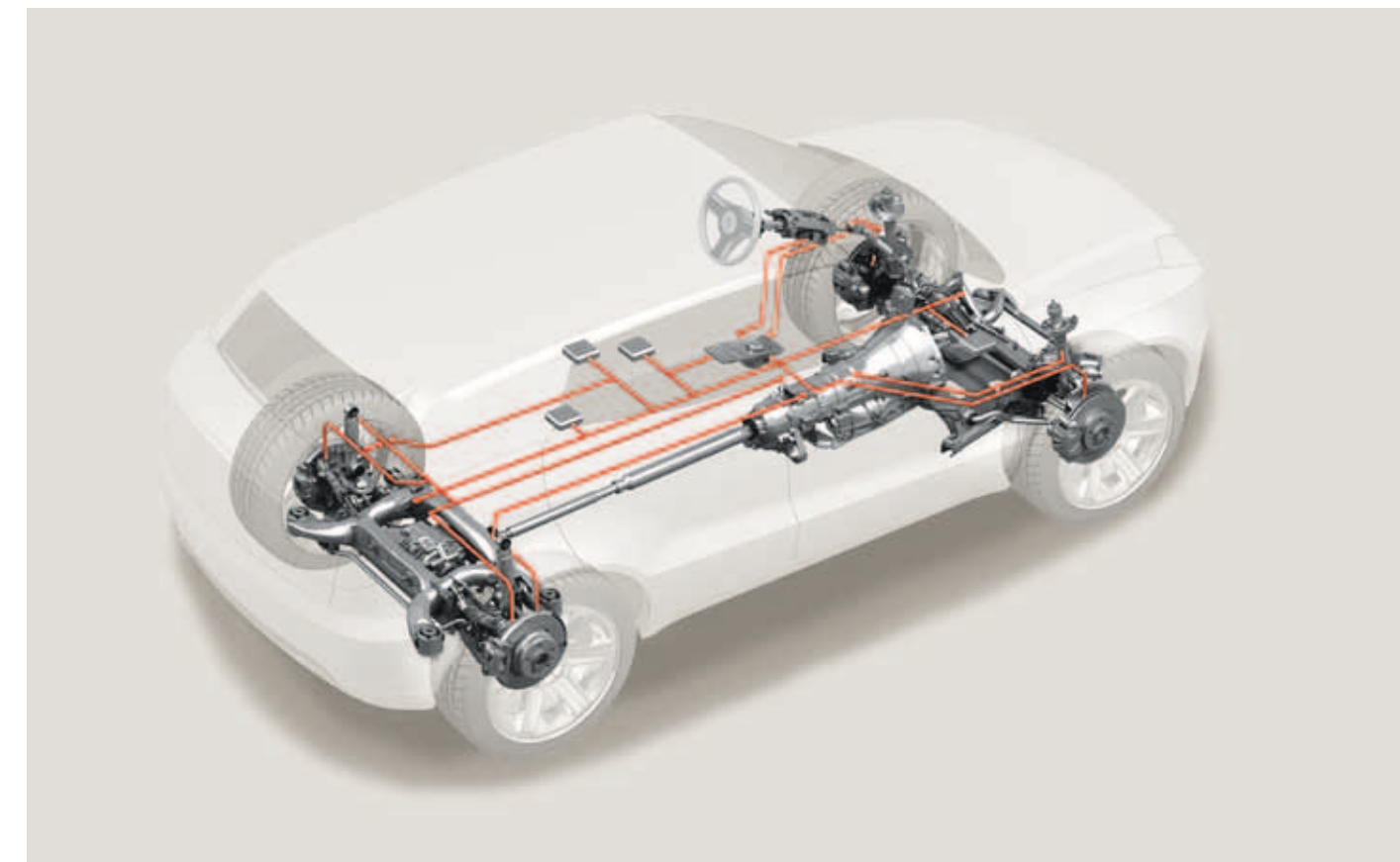
Vernetzung ist gefragt

Wesentlich bei diesem Trend zu mehr Sicherheitssystemen ist jedoch nach wie vor die Elektronik. Denn die Verknüpfung von Sensorik, Regelungssoftware und Steuerungstechnik der einzelnen Aggregate zu einem ganzheitlich agierenden System kann kritische Fahrsituationen wesentlich schneller als jeder Fahrer erkennen und korrigieren. Immer stärker ist neben der Entwicklung neuer, elektronisch gesteuerter By-Wire-Technologien deren Vernetzung im Fahrzeug gefragt, damit in kritischen Fahrsituationen zunächst das Aggregat eingreift, das sie am effektivsten ausgleichen kann. Mit dem

Ansatz IWD (Intelligent Wheel Dynamics) ziehen ZF-Aggregate wie Getriebe, Dämpfer und Lenkungen mit weiteren elektronischen Fahrhilfen an einem Strang, wenn es darum geht, die Sicherheit im Fahrzeug zu erhöhen.

Permanente Sicherheit

Doch die sicherheitsrelevanten Produkte von ZF greifen nicht nur im Krisenfall ein. Die Vorzüge von ZF-Produkten fahren immer mit: Dank IWD ist das Einlenkverhalten des Fahrzeugs nicht nur bei riskanten Ausweichmanövern, sondern auch bei der normalen Fahrt durch schnelle Kurven besonders präzise. Dass die elektronisch gesteuerten Aggregate CDC® und ARS® ein Aufschaukeln des Fahrzeugs bei Lastwechsel-Aktionen verhindern, ist für Fahrer und Insassen immer ein Gewinn. Nicht nur dann, wenn es brenzlich wird.



IWD von ZF

Umweltschutz durch Leichtbau

Kaum ein Gebiet in der Fahrwerktechnologie ist so herausfordernd wie die Suche nach neuen Wegen, einzelne Komponenten noch leichter zu machen und dennoch den steigenden Ansprüchen des Marktes zu genügen. Der Leichtbau im Automobil bewegt sich in einem Spannungsfeld zwischen den Forderungen nach mehr Sicherheit und höherem Komfort, nach niedrigerem Kraftstoffverbrauch und einer hohen Recyclingquote.

Wirtschaftlichkeit:

Um die Einsparpotenziale beim Gewicht eines Dämpfers auszuschöpfen, bieten sich miteinander kombinierbare Wege von „intelligentem Leichtbau“ an: zum einen die Auswahl leichter oder alternativer Werkstoffe wie Kunststoff, Aluminium, Magnesium

oder hochfester Stahl. Ein anderer Weg ist die Dimensionierung und die optimale Auslegung der Bauteile mittels Finite-Elemente-Methode. Der sichere Umgang mit neuesten Technologien und Verfahren, beispielsweise das Kaltpressen bei Herstellung der Leichtbauteile, macht ZF zum Spezialisten auf dem Gebiet der Großserie und bei strategischen Entwicklungsprojekten wie dem 1-Liter-Auto. Leichtbau gehört zu den Kernkompetenzen von ZF.

Intelligenter Leichtbau macht Einsparungspotenziale an Behälterrohr, Federteller, Zylinderrohr, Kolbenstange, Stabilisatorhalter, Gelenkauge und Bracket möglich. Es kann eine Gewichtsreduktion von bis zu 4 kg pro Fahrzeug bei moderaten Zusatzkosten realisiert werden.

Im Produktprogramm EcoRide werden ebenfalls umweltschonende Verfahren und Prozesse berücksichtigt. Ein Beispiel hierfür ist der Verzicht auf energieaufwändige Arbeiten, wie z.B. Schweißarbeiten. Auch kann teils auf umweltbelastende Lackierarbeiten verzichtet werden.

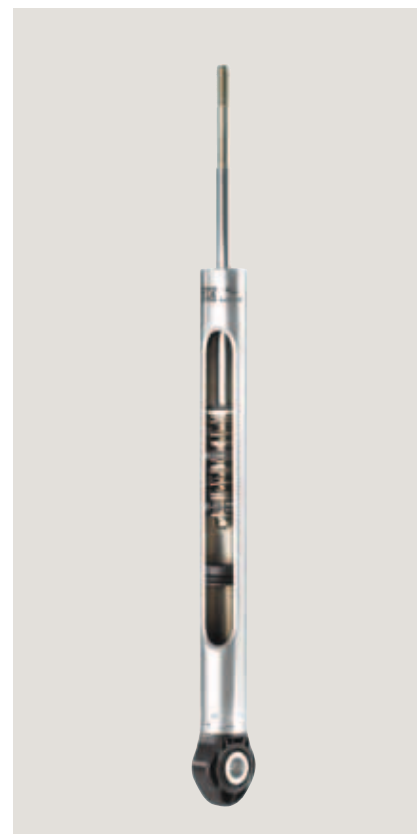
Bei der Anwendung neuester Technologien kann sich der Anwender auf die Zuverlässigkeit der Produkte verlassen. In Theorie und Praxis wird diese verifiziert.

Methoden und Verfahren:

Der Produktentstehung vorgelagert ist die Generierung und Bewertung neuer Ideen im Innovationsprozess. Um erfolgreiche Konzepte und Produkte für die Mobilität von heute und morgen zu entwickeln und ein zuverlässiger Partner unserer Kunden der Fahrzeugindustrie weltweit zu sein, investiert ZF kontinuierlich in Konstruktion, Simulation, Versuch und Fahrwerksauslegung. Mit Projektmanagementsystemen sorgt ZF für optimale Entwicklungszeiten. Modernste Entwicklungsverfahren sichern die Qualität der Entwicklungsergebnisse im Produktprogramm EcoRide.

Merkmale des Leichtbaus im Überblick

- Hohle Kolbenstange bei Federbeinen
- Einsatz mikrolegierter Stähle auch bei Behälterrohren und Anbauteilen wie Befestigungsbügel und Federteller
- Gewichtsoptimierte Anbauteile
- Kaltfließgepresste Aluminium-Außenrohre mit festigkeitsoptimierten, variablen Wandstärken
- Leichtbau mit hochfestem Stahl, Bauteilgewicht ähnlich Aluminium, jedoch mit moderaten Zusatzkosten
- Kunststoff-Gelenke



Einrohrdämpfer

Merkmale EcoRide

- Aluminium-Behälterrohr
- Kunststoff-Gelenkauge



CDC®-Dämpfer mit internem Ventil

Merkmale EcoRide

- Zylinderrohr, Behälter, Achsbefestigung und Top-Mount-Gehäuse aus Aluminium
- Hohle Kolbenstange



Leichtbau-Federbein-Radträger-Modul

Merkmale EcoRide

- GFK-Radträger
- GFK-Balgfeder
- Top-Mount-Kunststoffausführung