

Fahrwerk - sicher und komfortabel

für Lkw, Bus, Land-, Bau- und Sondermaschine



Inhaltsverzeichnis

Fahrwerkkomponenten

- 04** Kompetenz in Fahrwerktechnik
- 06** Komponenten für die Einzelradaufhängung

Fahrwerkämpfung

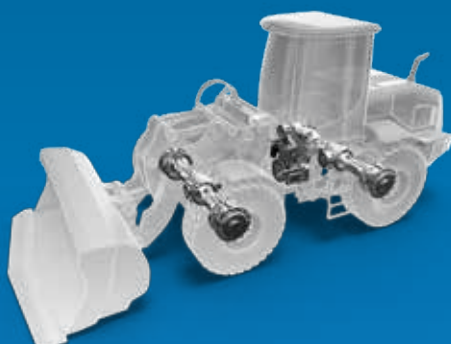
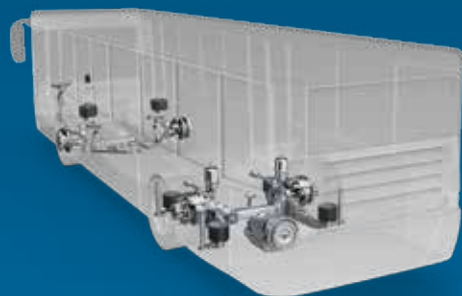
- 08** Schwingungsdämpfung im Fahrzeug
- 09** Luftfeder-Dämpfer
- 10** PCV - Premium Comfort Valve
- 12** N-Dämpfer für Lkw und Busse
- 14** CDC® - Continuous-Damping-Control
- 16** CDC + CDC^{1xl}

Fahrwerkssysteme

- 18** Hinterachsaufhängung
- 20** AIRTRAC und AIRTRAC X
- 22** Achssysteme für Lkw

Fahrerhauslagerungssysteme

- 24** Fahrerhauslagerung
- 26** Schwingungsdämpfung für das Fahrerhaus
- 31** Intelligenter Leichtbau





ZUVERLÄSSIG UND INNOVATIV.

ZF liefert seit mehr als 60 Jahren innovative Fahrwerkprodukte an die Hersteller von Lastkraftwagen, Bussen, Landmaschinen, Baumaschinen und Spezialfahrzeugen. Innerhalb des ZF-Konzerns sind wir der Spezialist für Nkw-Fahrwerkstechnologie.

Als Wertschöpfungspartner der Nutzfahrzeugindustrie arbeiten wir mit modernster Technik und bieten – als Weltmarktführer – unseren Kunden die besten Lösungen in den Produktlinien Achs- und Rad-
aufhängung, Lenkungscomponenten, Fahrerhausstabilisierung, Dämpfern- und Dämpfungssysteme.

Kompetenz in Fahrwerktechnik

Unsere Entwicklungskompetenz garantiert die schnelle Realisierung von wachsenden Sicherheitsanforderungen und zunehmenden Komfortansprüchen.

Auf dieser Basis entsteht die optimale Fahrwerktechnik mit herausragenden Sicherheitsstandards – die Grundlage für den problemlosen Transport von tonnenschweren Gütern. Kurze Entwicklungszeiten vom ersten Gespräch bis zur Serienreife und die gezielte Einhaltung der Lastenhefte garantieren höchste Kundenzufriedenheit. Dafür stehen wir mit unserem Namen, ZF.

Leichtbau im Fahrwerk

Die permanente Verbesserung unserer Produkte und Prozesse ist für uns selbstverständlich. ZF optimiert den Leichtbau durch neue Werkstoffe und Konstruktionsverfahren, durch Produktdesign und umfassende Prozessserfahrung. Für die kontinuierliche Gewichtsreduzierung im Nutzfahrzeugbau geben wir wichtige Impulse. Unsere Produktinnovationen erhöhen die Nutzlast, verringern den Kraftstoffverbrauch und steigern den Komfort von Nutzfahrzeugen. Das Ergebnis dieser Optimierung ist der Einsatz von Leichtbauwerkstoffen wie bei der Aluminium Achsstrebe oder Designoptimierungen durch die Verwendung von Gusstechnologie bei Achsstreben und Dreiecklenkern. Eine weitere Methode zur Reduzierung des Gewichts ist die Funktionsintegration wie zum Beispiel beim 4-Punktlenker. Diese Optimierungen finden unter der Vorgabe von

Kostenreduktion und Verbesserung der fahrdynamischen Eigenschaften statt. Das Fahrwerk als Sicherheitskomponente steht dabei immer an erster Stelle.

4-Punktlenker:

Funktionsintegration und Leichtbau

Der 4-Punktlenker integriert die bisher von Dreiecklenker und Stabilisator getrennt ausgeführten Funktionen. Er erfüllt alle bekannten Anforderungen an die Wankstabilisierung. Die Achsführung bleibt auch in extremen Fahrsituationen gewährleistet. Die Bodenfreiheit ist im Vergleich zu bestehenden Systemen beachtlich verbessert. Zudem verringert sich das Systemgewicht um durchschnittlich 20 Kilogramm. Der neue Lenker verbessert darüber hinaus die Fahrsicherheit im gesamten Leistungsbereich des Fahrwerks. Für die Nutzfahrzeughersteller bietet das neue Fahrwerkmodul zusätzliche Vorteile: es ist ein weiterer Schritt in der Standardisierung von Achsvarianten. Der Einsatz im Fahrwerk reduziert die Zahl der Komponenten und die damit verbundenen Werkzeug- und Entwicklungskosten. Darüber hinaus verringert sich durch die Funktionsintegration der Montageaufwand.



4-Punktlenker Gussversion



4-Punktlenker GFK

**Vorteile**

- Funktionsintegration
- Gewichtsersparnis
- Montagevereinfachung und hohe Modultauglichkeit
- Erhöhte Bodenfreiheit durch Entfall des Stabilisators
- Bauteilreduzierung

**Vorteile**

- Leichtbau
- wie 4-Punktlenker Gussversion



Dreiecklenker aus Aluminium



Stabilenker



Dreiecklenker mit querliegender Pratzte



Achsstrebe, verstellbar



Achsstrebe

**Vorteile**

- Robust
- Wartungsfrei
- Gewichtsreduziert
- Höhere Zuladung

Komponenten für die Einzelradaufhängung

Mehr Sicherheit und Komfort in Nutzfahrzeugen.

Der Wunsch nach weiterer Steigerung des Fahrgastkomforts in Bussen verlangt nach neuen Konzepten in der Achsaufhängung. ZF hat deshalb frühzeitig mit der Entwicklung von Einzelradaufhängungen nach dem Doppelquerlenker-Prinzip begonnen. Das erfolgreiche Konzept findet auch im Lkw sowie in Sonderfahrzeugen verstärkter Einsatz – denn auch hier zeigen sich die Vorteile hinsichtlich Sicherheit und Komfort.

ZF - Ihr Entwicklungspartner

Wir sind Entwicklungspartner für viele Systemanbieter weltweit. Für die Achssysteme unserer Kunden liefern wir einbaufertige Module.

Wir arbeiten intensiv mit unseren Kunden zusammen – von der Entwicklung bis zur Serie. Die Übernahme der Entwicklungsarbeit bis hin zur Gestaltung effizienter Logistikkonzepte gibt unseren Kunden Freiraum.

Wartungsfrei und geräuscharm

ZF Gelenke sind wartungsfrei und geräuschoptimiert. Sie sind wahlweise molekular- oder gleitgelagert und mit exakt definierter Steifigkeit ausgeführt. Dies bewirkt neben der Dämpfung der Schwingungen gezielte elastokinematische Eigenschaften.



Aufhängungsmodul für
Landmaschinenfahrzeug



Aufhängungsmodul
für Spezialfahrzeug



Querlenker in
Gussausführung



Querlenker



Querlenker mit Radgelenk und Molekulargelenk für Spezial-Fahrzeug



Radgelenk



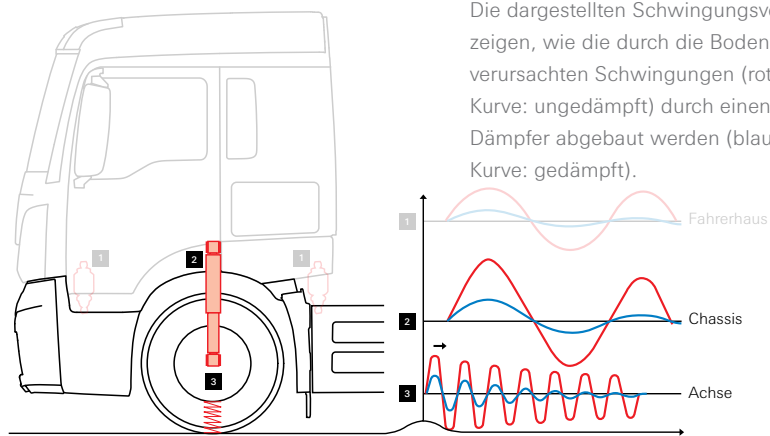
Vorteile

- Geräuschoptimierte Gelenke
- Gewichtsreduziert
- Wartungsfrei
- Robust

Schwingungsdämpfung im Fahrzeug

Beim Überfahren von Bodenunebenheiten werden die auf das Fahrwerk wirkenden Anregungen von der Federung aufgenommen. Die Federung erlaubt dem Rad, den Unebenheiten der Fahrbahn zu folgen. Allerdings gibt die Federung die gespeicherte Energie beim Ausfedern des Rades wieder ab. Um das in dieser Weise angeregte Wechselspiel einer Schwingung zwischen Achse und Aufbau

möglichst rasch zum Abklingen zu bringen, benötigt das Fahrwerk Schwingungsdämpfer. Gefederte und ungefederte Massen schwingen in verschiedenen Frequenzbereichen. Die Schwingungsdämpfer der Achse verhindern wesentlich das Aufschaukeln und Nachschwingen des Wagenaufbaus und sorgen für gute Bodenhaftung der Räder und somit für gute Spurführung und Bremswirkung. Die Dämpfung ist von entscheidender Bedeutung für Fahrsicherheit und Fahrkomfort.



Fahrzeugkategorie

Transporter

Leichte Lkw

Mittlere und schwere Lkw und Busse

Sonderanwendungen

Dämpfergrößen	S27 ⁽¹⁾	S30 ⁽¹⁾	N30	N36	N45	N50	T70 ⁽²⁾
Zug [N]	3.500	4.500	6.000	11.000	16.000	20.000	30.000
Druck [N]	1.500	1.500	1.800	3.500	6.000	10.000	20.000

Maximal zulässige Nenndämpfkraft bei einer Kolbengeschwindigkeit von 0,52 m/s

(1) Standarddämpfer für Transporter und leichte Lkw

(2) Standarddämpfer für Sonderanwendungen

Ideale Dämpfergröße

Die Wahl der idealen Dämpfergröße ist abhängig von den auftretenden Massenkräften und dem Federungssystem, hieraus ergeben sich die erforderlichen Dämpfungskräfte.

Außerdem wird durch die Länge und den Durchmesser die wärmeabführende Oberfläche bestimmt. Je größer der Dämpfer, desto größer die Oberfläche und umso höher die thermische Belastbarkeit.

Produktübersicht Dämpfer



LDM – Luftfeder-Dämpfer-Modul



PCV® – Premium Comfort Valve



N-Dämpfer für Lkw und Busse



CDC® – Continous Damping Control

LDM – Luftfeder-Dämpfer-Modul

Das Luftfeder-Dämpfer-Modul LDM ist eine Alternative zum etablierten Konzept, Dämpfer und Luftfeder nebeneinander an der Achse anzubringen. Es handelt sich hierbei um eine kompakte Einheit aus Luftfeder und Dämpfer.

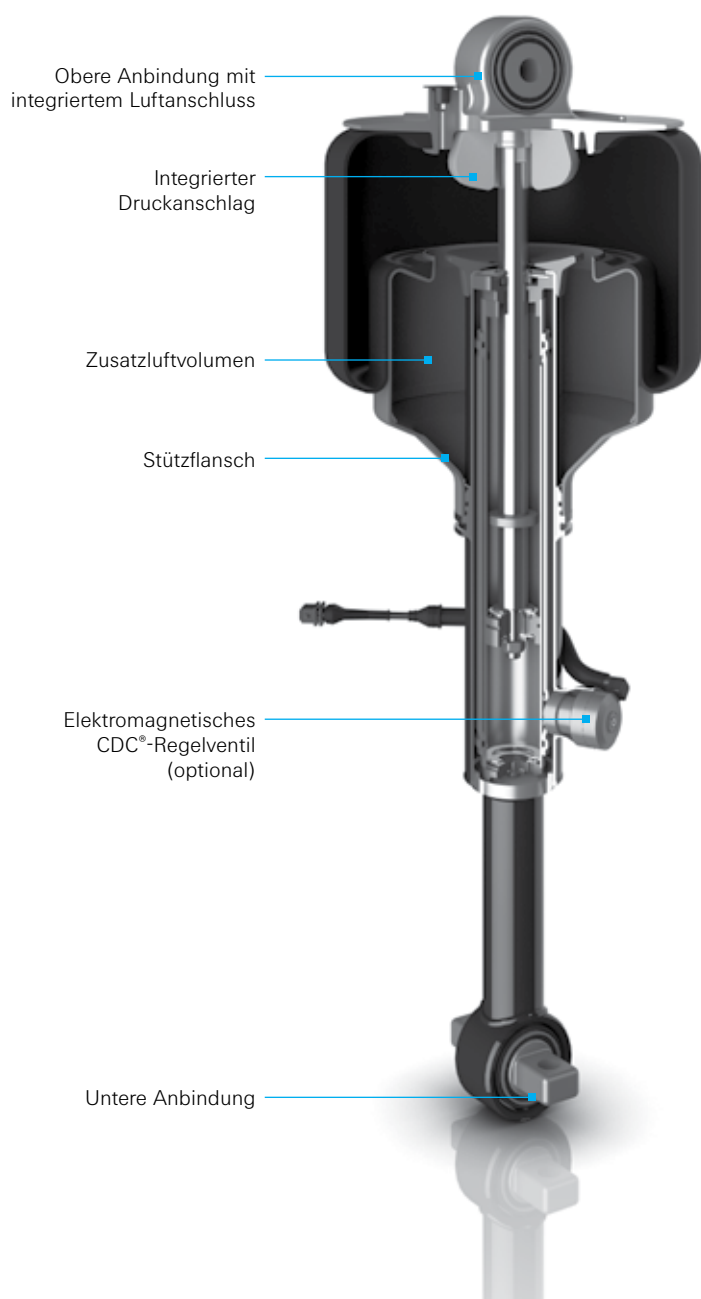
Durch die Verringerung von Einzelbauteilen und der damit verbundenen

Bauraumeinsparung trägt das LDM wesentlich den neuen Anforderungen an der Vorderachse Rechnung. Luftfeder-Dämpfer-Module sind die ideale Voraussetzung für die intelligenten Achskonzepte der Zukunft.



Vorteile

- Verbesserte Wankstabilität – besonders bei hohem Aufbauschwerpunkt wichtig
- Bei entsprechender Achskinematik ergeben sich größere Federwege, z.B. beim Aufnehmen von Wechselbrücken und Aufliegern
- Reduzierter Bauraumbedarf
- Dimensionierung der Außenabmessungen von Balg und Abrollkolben machen hohe Achslasten möglich
- LDM ist mit dem geregelten Dämpfungssystem CDC® kombinierbar



ANWENDUNG

Das Luftfeder-Dämpfer-Modul wird in Lkw und Bussen für Einzelrad- und konventionelle Aufhängungen an der Vorderachse eingesetzt.

Premium Comfort Valve – PCV®

Wenn sich Stabilität einfach gut anfühlt.

Der Komfortanspruch im Reisebus ist hoch. Hier setzt innovative Dämpfertechnologie an. Sie kommt von ZF. PCV vereinigt Komfort und Stabilität. Hydraulische Geräusche werden deutlich reduziert.

Mit Einführung von alternativen Antrieben verändert sich die Anordnung von Aggregaten und Komponenten. So werden Batterien zum Teil im Dach angeordnet. Um der höheren Schwerpunktlage Rechnung zu tragen bedarf es höherer Dämpfung. Damit der Komfort nicht eingeschränkt wird ist PCV das ideale System. Es bietet durch das Absenken der Dämpfung im komfortrelevanten Bereich die Möglichkeit, keine Einbußen hinnehmen zu müssen, sorgt aber gleichzeitig dafür, dass sehr gute Fahrzeugstabilität erreicht wird. Das Fahrzeug fährt sich also komfortabel und gleichzeitig sicher und stabil.

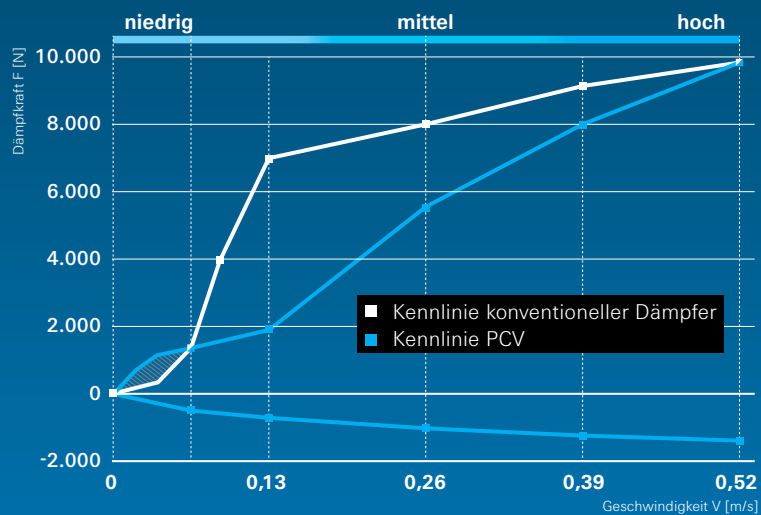
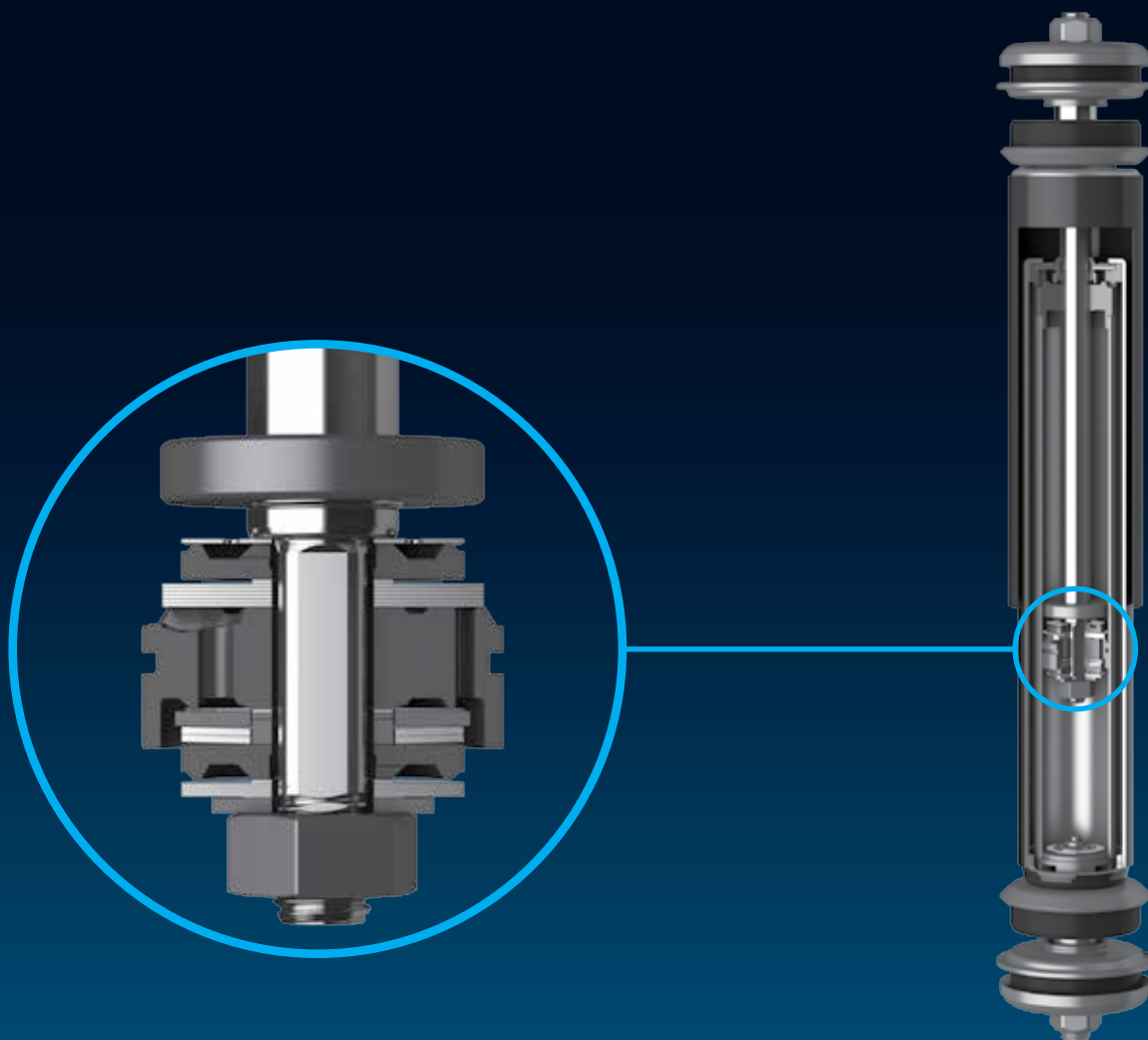
Die Charakteristik von PCV reduziert außerdem die Übertragungen von störenden Geräuschen in den Fahrgastraum.

Individuelle Anpassung auf unterschiedlichste Busse

Herzstück der PCV-Technologie ist ein neues Kolbenventilkonzept, bei dem zahlreiche Parameter zur Verfügung stehen. Damit lassen sich Kennlinien erzeugen, die dem Kundenwunsch und den Anforderungen an das Fahrzeug noch genauer entsprechen. ZF setzt damit einen neuen Standard für Busse.

Sicherheit durch dosierte Dämpfungskraft

Ein starker Dämpfungkraftanstieg im Bereich niedriger Dämpfergeschwindigkeiten reduziert Roll- und Nickbewegungen auf ein Minimum. Bei mittlerer Geschwindigkeit sorgt die veränderte Ölführung für einen langsamen Anstieg der Dämpfungskraft, was den Komfort verbessert. Um das Fahrzeug ohne Aufschaukeln und Nachschwingen des Fahrzeugaufbaus gleichmäßig stabil zu halten, steigt die Dämpfungskraft bei hohen Einfedergeschwindigkeiten wieder an.



Vorteile

- Höherer Komfort ohne Stabilitätseinbußen
- Starke Dämpfung der Achsbewegungen bei niedrigen Einfedergeschwindigkeiten möglich
- Harmonischer Verlauf der Dämpferkennlinie
- Minimierung der Geräuschsituation im Fahrzeug
- Keine externen Regelsysteme

N-Dämpfer für Lkw

Der N-Dämpfer wurde speziell für moderne Luft- und Parabelfedern entwickelt und bewährt sich sowohl in Langstreckenfahrzeugen als auch unter extremen Anforderungen in schwerem Gelände.

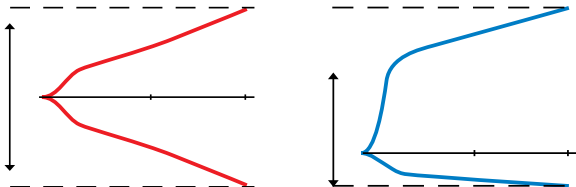
N-Dämpfer von ZF arbeiten nach dem Zweirohrprinzip. Federt das Fahrzeug ein, fährt die Kolbenstange ein (Druckstufe). Dadurch wird das der Kolbenstange entsprechende Ölvolumen durch das dämpfende Bodenventil in das Außenrohr und das Ringraumvolumen durch das Kolbenventil vom unteren in den oberen Arbeitsraum gedrückt.

Beim Ausfedern der Achse fährt die Kolbenstange aus (Zugstufe). Das Ringraumvolumen durchströmt das Kolbenventil und die dem Kolbenstangenvolumen entsprechende Ölmenge wird durch das Bodenventil aus dem Ölspeicher im Außenrohr angesaugt.

ANWENDUNG

Der N-Dämpfer wird in allen Lkw und Aufliegern eingesetzt.

Dämpfkraft und Kennlinien



Progressiv-linearer Kennlinienverlauf für blattgefederte Fahrzeuge.

Degressiver Kennlinienverlauf: Optimal für Parabel- und Luftfederfahrzeuge dank patentiertem Kolbensystem.

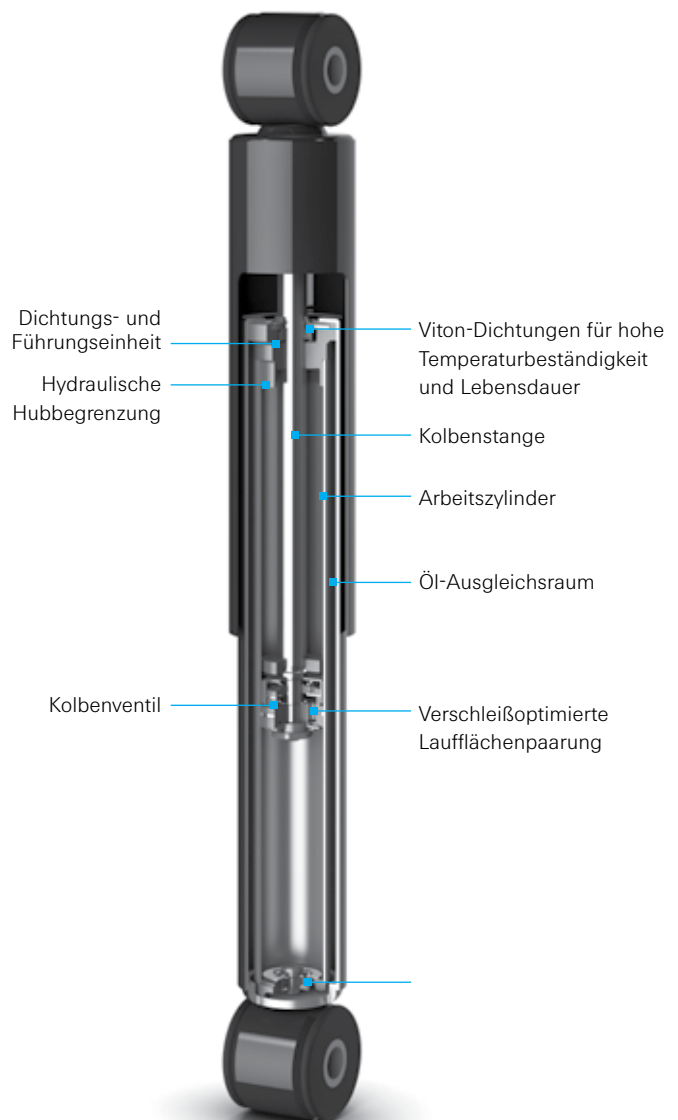
Generell ist die Dämpfkraft des Stoßdämpfers von der Kolbengeschwindigkeit abhängig: Mit zunehmender Kolbengeschwindigkeit nimmt die Dämpfkraft zu. In welchem Maß dies erfolgt, wird über die Ventile definiert. Durch den besonderen Aufbau, die Anordnung und Kombination der Ventile sind alle gewünschten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

Die Dämpfkraftkennlinie wird auf jede Fahrzeugreihe individuell abgestimmt. In enger Zusammenarbeit mit dem Fahrzeughersteller wird die Kennlinie so ausgelegt, dass auch bei voller Beladung die Fahrstabilität immer gewährleistet bleibt.



Vorteile

- Hohe Lebensdauer
- Hoher Abrollkomfort
- Niedrige Reibung
- Mehrstufiges Kolben- und Bodenventil
- Ideal für moderne Luftfederungskonzepte



N-Dämpfer für Busse

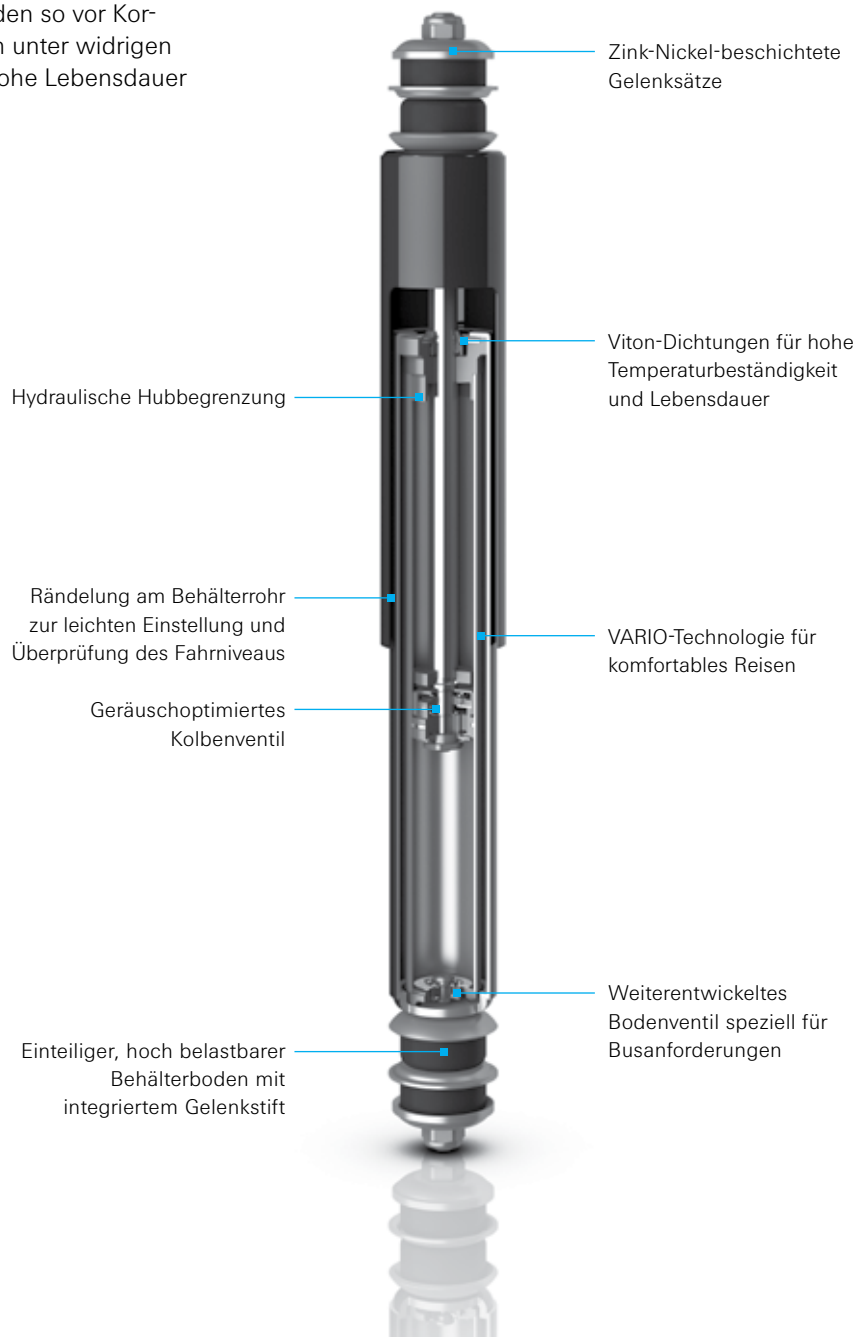
ZF hat die bewährte N-Dämpfergeneration speziell für Busanwendungen weiterentwickelt und optimiert. Mit neuen Kolben und Bodenventilkonzepten wird dem besonderen Resonanzverhalten von Bussen Rechnung getragen, sodass die Übertragung von Geräuschen deutlich minimiert wird. In Verbindung mit neu entwickelten Komfortgelenken erleben die Fahrgäste ideales Fahrverhalten bei gleichzeitig höchstmöglicher Geräuschisolation. Die Einstellung der richtigen Fahrhöhe wird durch die bewährte Rändelung der ZF-Dämpfer erleichtert. Das einteilige Bodengelenk bietet eine hohe Belastbarkeit und Lebensdauer, insbesondere auf anspruchsvollen Straßen.

Die metallischen Oberflächen erreichen Dank einer hochwertigen Zink-Nickel-Beschichtung eine außergewöhnlich hohe Lebensdauer. Sie werden so vor Korrosion geschützt und sichern daher auch unter widrigen Umgebungsbedingungen die bekannt hohe Lebensdauer der N-Dämpfer von ZF.



Vorteile

- Minimierte Geräuschübertragung
- Optimierte Kolben- und Bodenventil
- Komfortgelenke
- Erhöhte Lebensdauer
- Verstärkter Stiftgelenkboden
- Zink-Nickel-beschichtete Gelenkteile
- Rändelung zur Sicherung des Fahrniveaus
- Weitere Komforterhöhung durch VARIO-Technologie





CDC® – Continuous Damping Control

Die perfekte Dämpfung in jeder Fahrsituation

CDC® ist das Dämpfungsregelsystem für Busse, Sonderfahrzeuge und Nutzfahrzeuge, das kompromisslos Komfort und Fahrsicherheit verbindet – aus einer Hand, von ZF.

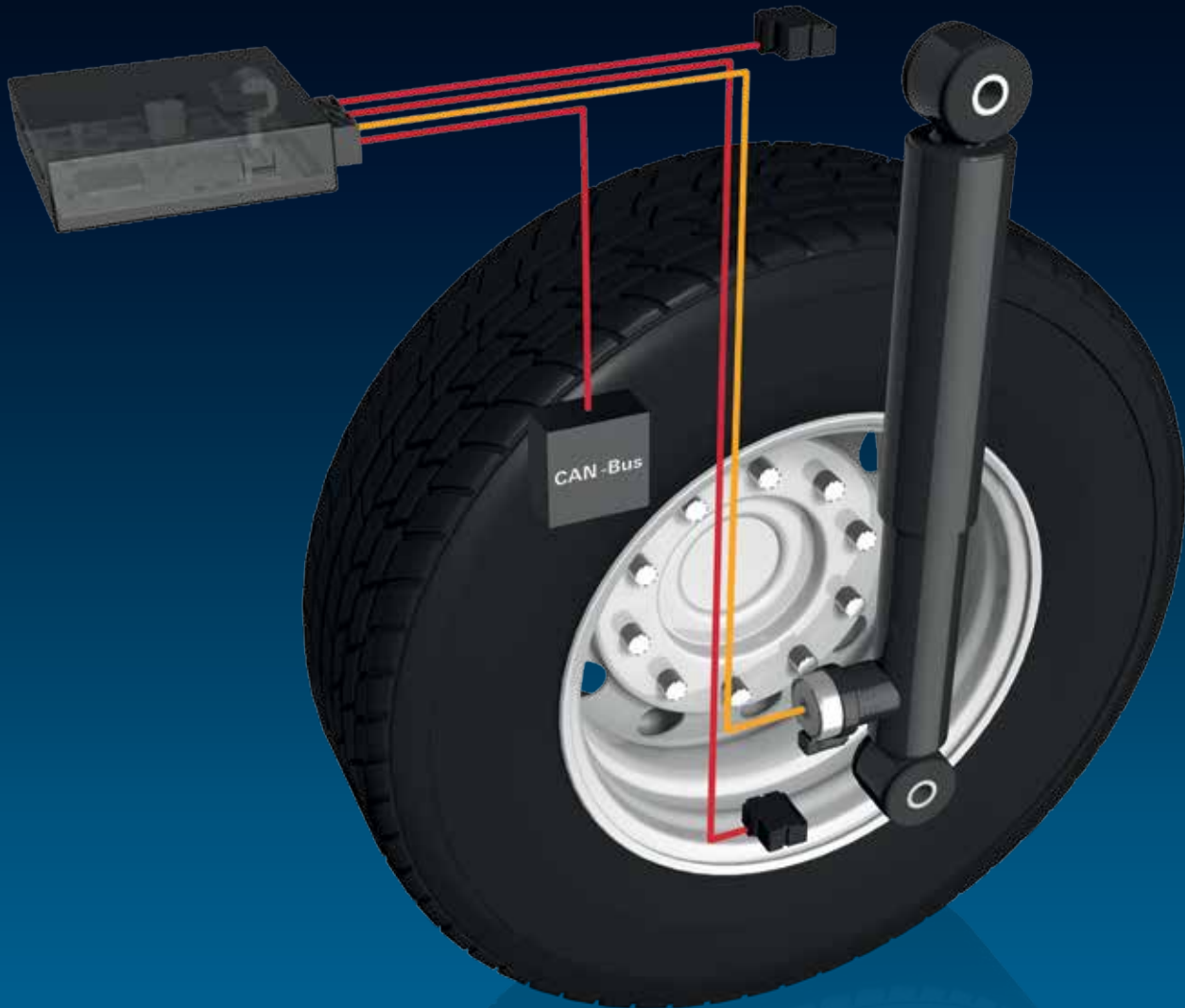
Das elektronisch geregelte Dämpfungssystem CDC® überwacht permanent alle relevanten Einflüsse auf die Fahrsituation wie Beladungszustand, Fahreraktivitäten oder Fahrzeugbewegungen. In wenigen Millisekunden stellt CDC® die Dämpfungskraft optimal ein. Das Fahrzeug soll so viel Dämpfung bekommen, wie es in der jeweiligen Situation braucht, grundsätzlich aber so wenig, wie möglich. Dadurch wird Komfort maximiert und Stabilität erreicht, wenn notwendig. Ein Kompromiss zwischen Sicherheit und Komfort ist bei der Einstellung der Stoßdämpfer nicht mehr nötig.

Mit CDC® bleibt das Fahrzeug in allen Situationen stabil und sicher zu kontrollieren. Schäden an Ladung, Verpackung und Fahrzeug werden minimiert. Fahrer und Passagiere werden körperlich deutlich geringer belastet. Dies gilt besonders für Sonderanwendungen in Wohnmobilen oder Krankenwagen. Das Komfortempfinden ist höher und der Fahrer kann sich besser auf seine Aufgabe – das Fahren – konzentrieren.

ZF entwickelt CDC® als Gesamtsystem für Nutzfahrzeuge und schafft vor allem durch den Einsatz des Skyhook-Regelprinzips deutliche Vorteile gegenüber den bisherigen Lösungen. Sowohl Fahrkomfort als auch Fahrstabilität verbessern sich in allen Beladungszuständen spürbar. Das ZF-System ist sowohl als Voll-System als auch als Einachslösung CDC^{1XL} einsetzbar.

CDC^{1XL} stellt eine besonders effiziente Variante des CDC® dar. Es werden nur die Dämpfer einer Fahrzeugachse geregelt gedämpft. Gewöhnlich wird das die Hinterachse sein, da dort beladungsabhängig die größten Achslastunterschiede auftreten. Bereits in dieser Ausbaustufe wird die Leistungsfähigkeit des neuen CDC®-Regelkonzeptes klar erfahrbar.

Um das optimale Fahrverhalten für das Gesamtfahrzeug zu erreichen, empfiehlt sich, nach wie vor, das CDC®-Vollsystem, bei dem alle Dämpfer entsprechend geregelt werden.



**Der CDC®-Baukasten –
Lösungen für verschiedenste Anforderungen**

	Voll-CDC®	CDC ^{1XL}
Sensorik	CAN-Daten und ggf. separate Sensorik	Sensorcluster in ECU integriert A-CAN (wenn geeignet)
Regelung	Radselektiv	Achsweise
Anwen- dung	Alle Lkw und Busse bis zu 18 Räder variabel dämpfbar	Schwerpunkt Hinterachse (Achslastunterschiede)



Vorteile

- Stabilität auch in kritischen Fahrsituationen
- Sicheres Handling bei dynamischen Fahrmanövern
- Komfort für Fahrer und Fahrgäste
- Schonung von Ladegut, Verpackung und Aufbau
- Geringerer Fahrzeugverschleiß
- Verringerung von Fahrbahnschäden
- Erhöhung der Wirtschaftlichkeit

Das CDC®-System

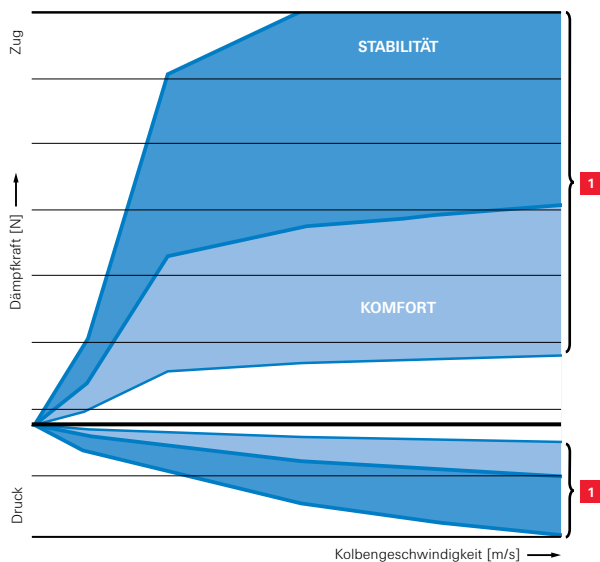
CDC® ist ein intelligentes Regelsystem, das aus der Systemsensorik, der Steuerung und den CDC®-Stoßdämpfern besteht.

Die Sensorik ermittelt die aktuelle Fahrsituation. CDC® nutzt die Daten des in die ECU integrierten Sensorclusters ebenso wie die auf dem CAN-Bus verfügbaren Informationen. Wichtiger Bestandteil des CDC®-Dämpfers ist ein elektromagnetisch geregeltes Proportionalventil am

Stoßdämpfer. Je nach Bedarf wird die Dämpfungskraft durch Anpassung des Öldurchflusses der Fahrsituation angepasst. Die notwendige Stellung des Ventils wird permanent neu berechnet und kontinuierlich angepasst.

Das System erlaubt eine Anpassung der Dämpfungskraft in wenigen Millisekunden und dies sowohl achs- als auch radselektiv. Die Anwendung des Skyhook-Prinzips macht CDC® deutlich spürbar.

Geregelte Dämpfung



1 Verstellbereiche bei der Dämpfungskraft

Elektromagnetisch
geregeltes
Proportionalventil



Vorteile mit CDC®

Sicherheit Höhere Sicherheit und besseres Handling
bei hochdynamischen Manövern:
Ladegutschonung
Fahrzeugverschleiß Fahrkomfort Fahrbahnschonung
Wirtschaftlichkeit

CDC^{1XL} – DIE LÖSUNG FÜR EINE ACHSE

Bei CDC^{1XL} handelt es sich um eine kostenoptimierte Variante des CDC®-Dämpfungssystems von ZF. Da das System nur an der Hinterachse eingesetzt wird (wegen der sich stark ändernden Beladungszustände) führt das zur deutlichen Verringerung der Systemkosten bei gleichzeitig hohem

Systemnutzen. Bestimmend für die hohe Leistungsfähigkeit von CDC^{1XL} ist der entsprechend angepasste ZF-eigene Regler.

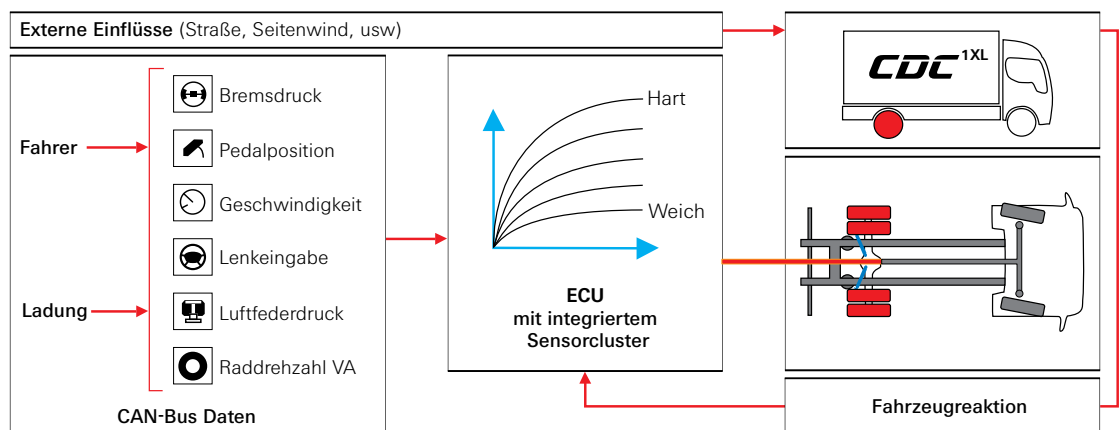


Konventionelle Dämpfung



Geregelte Dämpfung

CDC^{1XL}-Regelkreis (Beispiel)



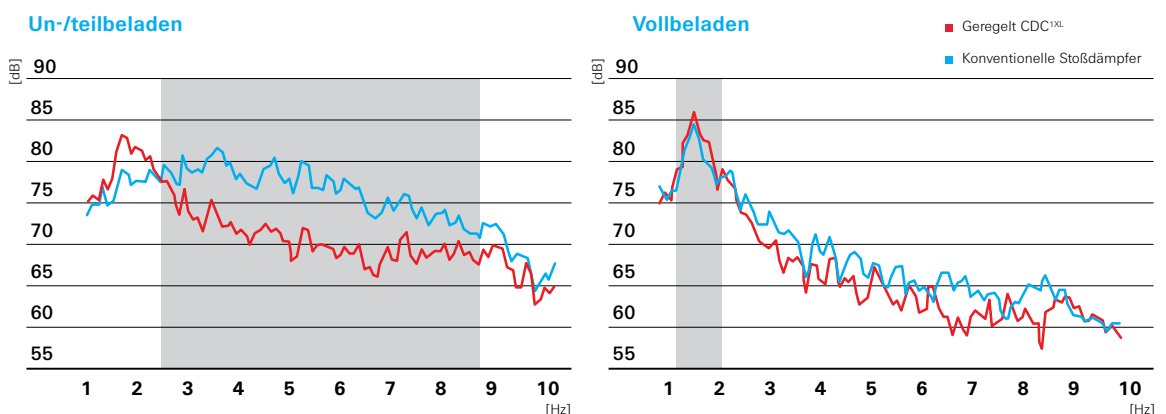
Da CDC^{1XL} die relevanten Regelgrößen im Wesentlichen über das in den Regler integrierte Sensorcluster selbst ermittelt, ist eine Integration in zahlrei-

che bestehende Fahrzeugbaureihen möglich. Neben dem Beladungszustand ist die Erfassung der Lenkeingabe über den CAN-Bus sinnvoll, um die Rollsteifigkeit des Fahrzeuges bei Kurvenfahrt zu erhöhen.

Spürbare Verbesserung durch CDC^{1XL}

Die subjektive Verbesserung lässt sich auch anhand von Messungen bestätigen. Die Frequenzanalyse zeigt in den

relevanten Bereichen objektive Verbesserungen. Die Daten zeigen, dass CDC^{1XL} die Vorteile des Kennfeldes zwischen harter und weicher Kennlinie perfekt nutzt.



Im un-/teillasteten Zustand werden weniger Schwingungen und Vibrationen übertragen – mehr Komfort.

Im vollbeladenen Zustand bleibt die Fahrstabilität auf gleichem Niveau wie bei konventionellen Dämpfern – bei sehr gutem Komfort.

Hinterachs- aufhängung

Leistung mit System

Weniger kann mehr sein. Das zeigt sich auch am Lkw-Fahrwerk. ZF nutzt den Leichtbau beim innovativen Hinterachsaufhängungssystem zur Effizienzsteigerung. Um Sprit zu sparen und die Ladekapazität zu erhöhen.

Reduzierte ungefederte Massen im Fahrzeug bedeuten gleichzeitig mehr Komfort und weniger Lagerverschleiß. Das hier dargestellte ZF-Konzept erreicht eine deutliche Gewichtsreduzierung durch die Integration von Funktionen und durch leichtere Werkstoffe, beispielsweise beim 4-Punktklenker oder dem Aluminium Dreiecklenker.

.....

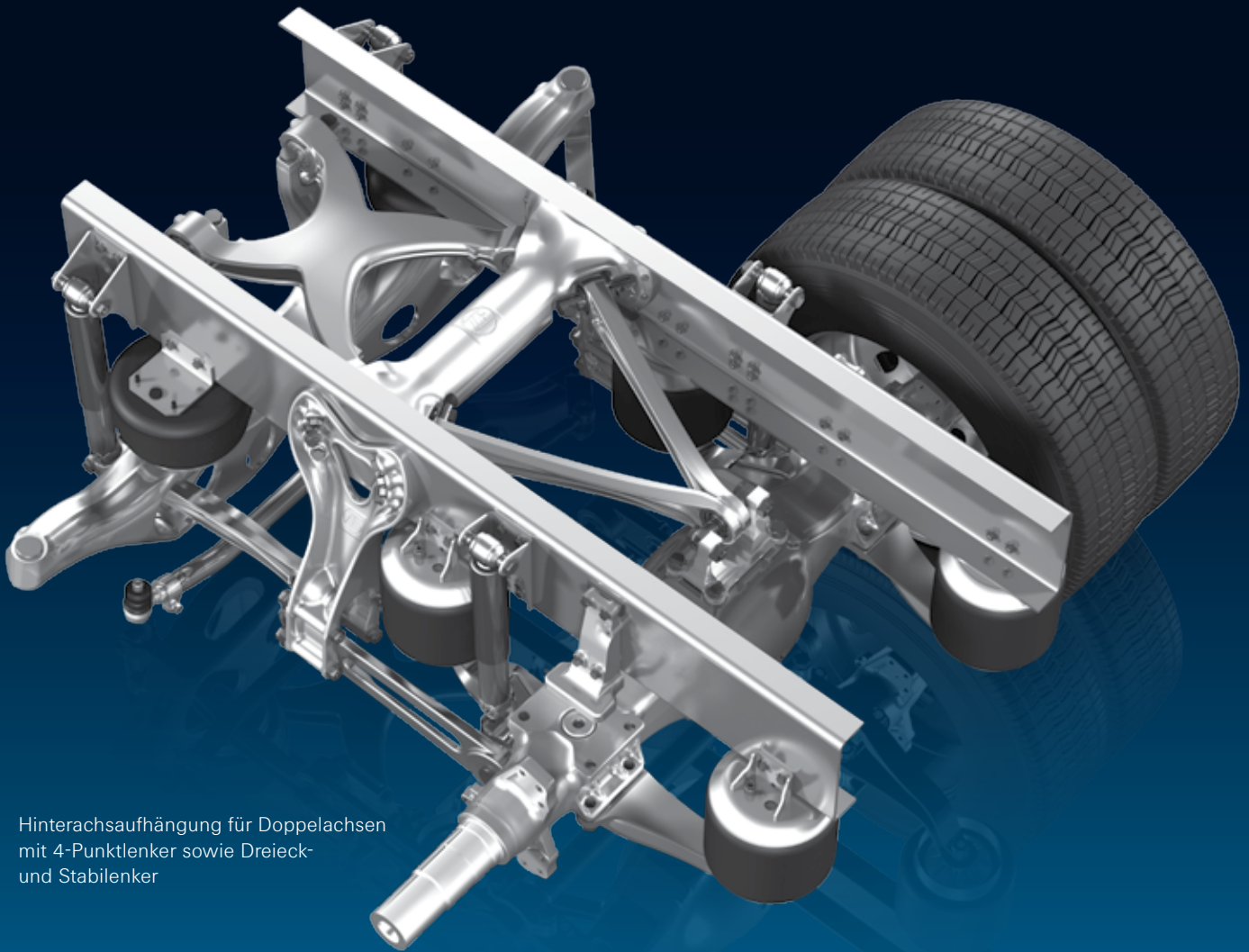
20 %

Gewichtsreduzierung

.....

ZF bietet Achsaufhängungen mit unterschiedlichen Aufhängungsprinzipien an, die nach Bedarf kombiniert werden können. Hierzu zählt die konventionelle Achsaufhängung, die Achsaufhängung mit Stabilenker oder die Aufhängung mit 4-Punktklenker.

In der dargestellten Variante ist der 4-Punktklenker für die Führung der nicht angetriebenen Vorlaufachse, die in gewichtsoptimiertem Hohl-guss ausgeführt ist, zuständig. Bei der angetriebenen Hinterachse kommt ein Stabilenker mit neuartiger Polygonfügetechnik zum Einsatz. Er übernimmt zusammen mit einem Dreiecklenker aus leichtem Aluminium sowie einem Federbalgträger die Achsführung in Längs- und Querrichtung und die vertikale Abstützung der Achslast.



Hinterachsaufhängung für Doppelachsen
mit 4-Punktlänker sowie Dreieck-
und Stabilenker

Dank der konstruktiven Verbesserungen an beiden Achsen bringt die neue Hinterachsaufhängung deutlich weniger Gewicht auf die Waage. Dies ist besonders wichtig unter Sicherheits- und Komfortaspekten. Flottenhalter profitieren von dem geringeren Fahrzeuggewicht, da sie eine höhere Nutzlast transportieren können und der relative Kraftstoffverbrauch, z.B. durch Einsparungen bei Leerfahrten und Teilbeladung, sinkt. Ein weiterer positiver Nebeneffekt der Gewichtsreduzierung ist die Schonung der Straßen und geringerer Verschleiß bei den Fahrwerkagern



Mit Leichtigkeit sparen

- Optimierte Hinterachsaufhängung für Doppelachsen integriert zwei Leichtbau-Lösungen
- Höhere Nutzlast dank geringerem Fahrzeuggewicht
- Funktionsintegration
- Zuverlässig
- Modulare Lösungen

Airtrac

Die leicht adaptierbare Lösung

Komfortable Achsaufhängung mit System:

Die Airtrac Achsaufhängung von ZF bietet eine komfortable und zuverlässige Gesamtlösung für LKW Fahrwerke. Die besonderen Vorteile einer Luftfederung kommen den wachsenden gesetzlichen Anforderungen an die Straßenschonung und zunehmenden Komfortansprüchen entgegen. Das modulare Luftfederfahrwerk Airtrac hat in der Variante mit liftbarer Hinterachse zudem deutliche Gewichts- und Kostenvorteile. Das System wie auch seine einzelnen Komponenten sind robust, langlebig und wartungsfrei. Die ZF Streben und Dreiecklenker garantieren mit den

elastokinematischen Eigenschaften ihrer Gelenke eine optimale Achsführung. Daneben bilden ZF Stoßdämpfer einen wichtigen Bestandteil der komfortoptimierten LKW Achsaufhängung. ZF bietet dabei alles aus einer Hand. Durch eine intensive Zusammenarbeit von der Entwicklung bis zur Serie wie auch bei der Gestaltung effizienter Logistikkonzepte erhalten unsere Kunden Freiräume. Mit dem modularen Airtrac Design bietet ZF eine individuelle und gleichzeitig effiziente Achsaufhängung mit System. Airtrac ist erfolgreich im Markt eingeführt und bereits mit Kundenpreisen ausgezeichnet.



Modular

- Individuell konfigurierbar als 4x2, 6x4 oder 6x2, als Low Deck oder Standard Fahrhöhe
- Kompatibel: Leicht adaptierbar für viele Achsvarianten
- Modulares Design: Durch Gleichteile geringere Kosten in Produktion und Wartung
- Auch bei geringen Stückzahlen wirtschaftlich

Kompletter Service

- Entwicklung und Testing
- Serienlieferung
- In Deutschland entwickelt
- Logistik
- Garantieleistung erweiterbar

AirtracX

Die innovative Leichtbaulösung

Die Anforderung des Marktes nach weiterer Gewichtsreduzierung hat ZF mit dem neuen Achsaufhängungssystem AirtracX gelöst.

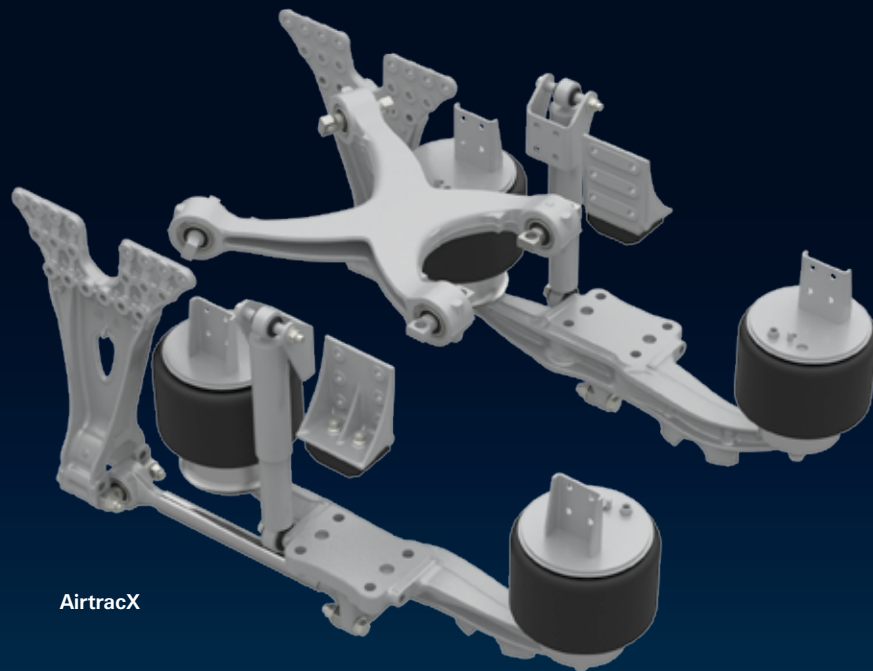
Die innovative Leichtbau Aufhängung wurde von ZF konsequent aus dem Airtrac System weiterentwickelt. AirtracX ist mit dem gewichtsoptimierten

4 Punktlenker ausgestattet und spart aufgrund seiner speziellen Konstruktion weiteres Gewicht. Das ermöglicht eine höhere Zuladung wie auch einen geringeren Kraftstoffverbrauch. Die Aufhängungssysteme Airtrac oder AirtracX bieten beide die besonderen Vorteile einer Luftfederung.



AirtracX:

- Innovative Leichtbaulösung
- Individuell konfigurierbar als 4x2, 6x4 oder 6x2, als Low Deck oder Standard Fahrhöhe
- Gewichtsvorteile durch 4Punktlenker Lösung
- Kraftstoffeinsparung
- Höhere Nutzlast
- Ideal für mittlere bis hohe Fahrzeugvolumen



AirtracX

Airtrac

AirtracX



Getestete Zuverlässigkeit



Performance von ZF

Achssystem für den automatisierten LKW

Extrem präzise beim Lenken und perfekter Abrollkomfort: Mit dem innovativen Achs- und Lenksystem für schwere LKW zeigt ZF, welches Potenzial die intelligente Auslegung einzelner Achs- und Lenkssysteme in sich trägt.

Die Lösung für den schweren Güterverkehr im Fernverkehr. Herzstück ist die Kombination aus einer elektrifizierten Lenkung mit einer auf Komfort und Sicherheit ausgelegten Rad- und Sicherheitsachse, die es ermöglicht, das grundlegende Layout der Fahrerkabine neu zu gestalten. Das Ergebnis ist eine innovative Vorderachse mit Einschlagwinkeln von bis zu 50 Grad.

Die neu konzipierte Achsaufhängung vereinigt besten Komfort bei höchsten Sicherheitsansprüchen. Die innovative Achskinematik beinhaltet einen optimierten Nickausgleich bei bestem Federungskomfort. Durch die Einbindung von Elastomerlagern an den rahmenseitigen Aufhängungspunkten werden Stöße auf ein Minimum reduziert. Ziel der Entwicklung war aber nicht nur ein besserer Fahrkomfort, sondern auch die Schonung des Straßenbelags. Das alles unterstützt auch das eingesetzte Luftfeder-Dämpfer-Modul (LDM), mit dem eine opti-

male Federung und Fahrwerkämpfung bei geringem Bauraumbedarf verwirklicht wird.

Mit dem Lenksystem präsentiert ZF eine Verbindung aus elektrischer und hydraulischer Lenkung, in der die jeweiligen Vorteile zusammengeführt werden. Die Hydraulik stellt die grundlegende Lenkunterstützung bereit. Diese wird durch die zusätzliche elektrische Unterstützung auf das notwendige Niveau zur benötigten Lenkunterstützung gehoben.

Erst durch die Kombination aus Achs- und Lenksystem werden die Stärken beider Systeme erkennbar. Ziel war es eine hochpräzise Lenkung in Kombination mit optimalen Fahrkomfort und Sicherheit zu gestalten. Dies spiegelt sich im guten Lenkgefühl bei gleichzeitig geringer Aufbaubewegung wieder. Dennoch sind beide Systeme in sich autark, wodurch die Anwendung der Systeme auch in anderen Kombinationen denkbar sind.



Einzelradaufhängung ITS 80 F

Gegenüber einer aktuellen, lenkergeführten Luftfeder-Starrachse ist das hier gezeigte Achssystem insgesamt 40 Kilogramm leichter, mehr als zehn Prozent im Vergleich zu einer Einzelradaufhängung aus herkömmlicher Produktion. Das geringere Gesamtgewicht spart Kraftstoff und hält die Emissionswerte niedrig.



Mit Leichtigkeit sparen

- Hoher Abrollkomfort durch innovative Fahrwerktechnik
- Optimales Handling
- Elektrifiziertes hoch präzises Lenksystem
- Schnittstelle für assistierte Lenkungenfunktionen
- Lenkeinschlag bis zu 50 Grad
- 40 Kg leichter

Komfort für das Fahrerhaus

Die innovative Fahrerhauslagerung

Die Fahrerhauslagerungen von ZF entlasten den Fahrer und optimieren Funktionen und Bauraum. Gute Arbeitsbedingungen im Nutzfahrzeug sind kein Luxus, sondern Voraussetzung dafür, dass Fahrer, Fahrzeug und Ladung sicher unterwegs sind.

Als Systemanbieter entwickelt und produziert ZF Fahrerhauslagerungen für alle Anwendungen im Nutzfahrzeug – inklusive Stabilisatoren, Federn, Schwingungsdämpfer und Gummi-Metall-Komponenten. Dabei bieten wir jeweils eine optimale, auf die jeweilige Anforderung angepasste Lösung an. Die Fahrer profitieren von einem komfortableren Arbeitsplatz mit weniger Stößen, Nick- und Wankbewegungen. Die verschiedenen Einsatzgebiete von Nutzfahrzeugen führen zu unterschiedlichen Kabinenausführungen, die in Größe, Ausstattung und Gewicht teils deutlich voneinander abweichen.

Komfort und Bauraumoptimierung.

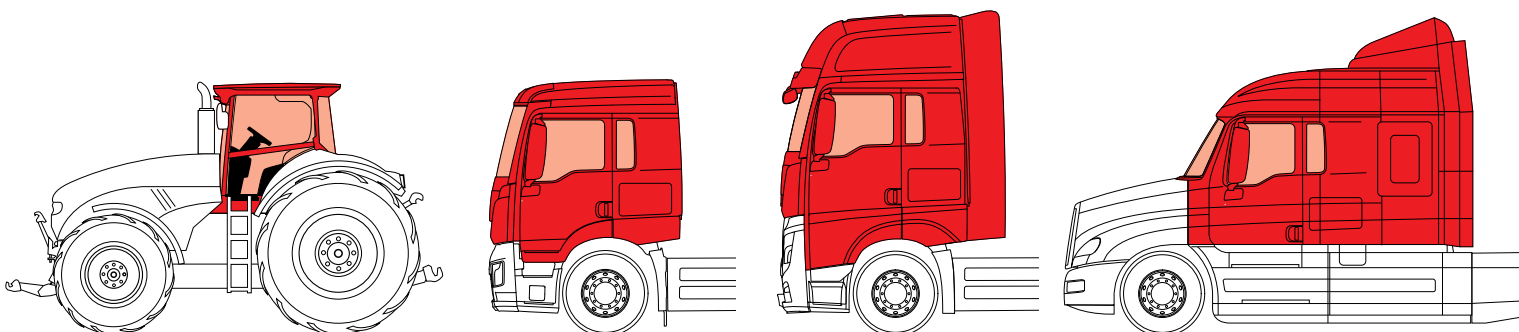
ZF entwickelt Fahrerhauslagerungen für unterschiedliche Anforderungen. Gute Arbeitsbedingungen des Fahrers sind das Ergebnis.

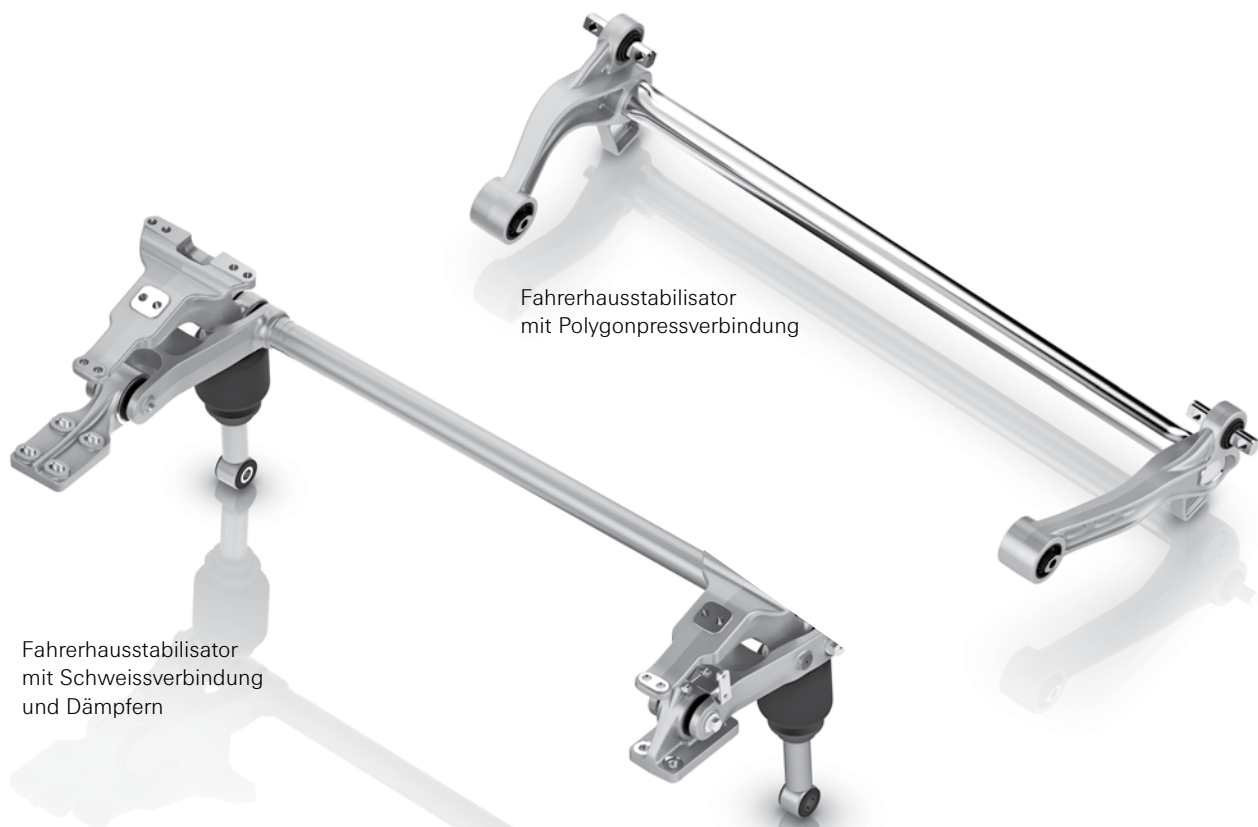
Wie die Nutzfahrzeuge sind auch die Fahrerhauslagerungen auf ganz unterschiedliche Arbeitseinsätze hin konzipiert: Anforderungen reichen von robuster Geländetauglichkeit, etwa bei Baustellenfahrzeugen oder Traktoren, bis hin zu komfortoptimierten Ausführungen beim Fernverkehr auf der Autobahn.

Für jede Kabine die richtige Lösung

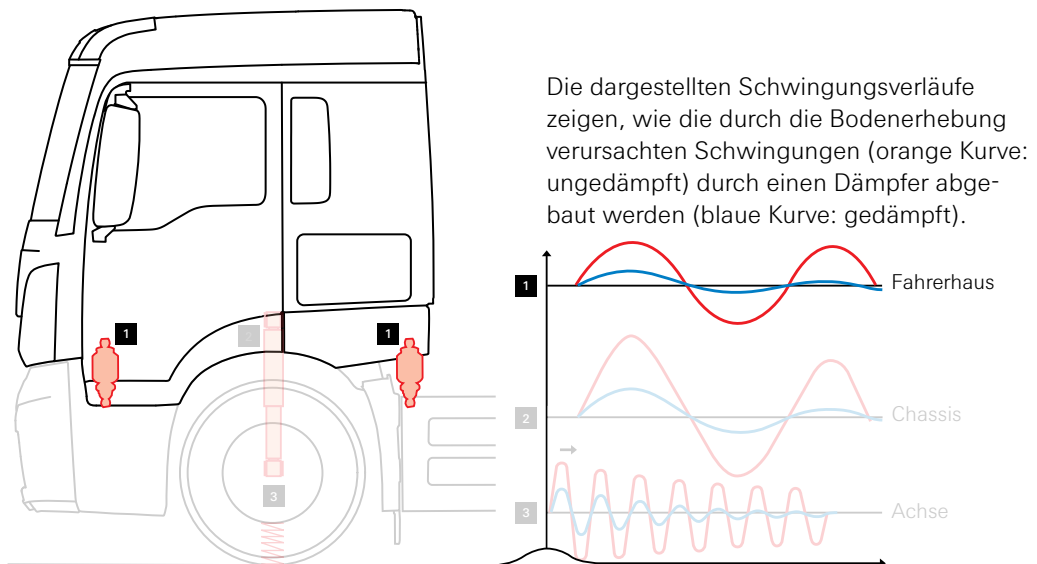
Unabhängig von Art, Größe und Ausstattung des Fahrerhauses bietet ZF die passende Lösung für die Fahrerhauslagerung. Das Spektrum reicht

von mittleren und schweren LKW aller Anwendungskategorien bis hin zu Arbeits- und Landmaschinen.





Schwingungsdämpfung für das Fahrerhaus



Schwingungsdämpfer von ZF für das Fahrerhaus stehen für mehr Sicherheit, mehr Komfort und mehr Stabilität. Gesteigerter Komfort verringert die Belastung des Fahrers, erhöht seine Leistungsfähigkeit und trägt damit zur Fahrsicherheit bei.

Der Fahrkomfort von Nutzfahrzeugen wird durch eine vom Chassis getrennte Dämpfung und Federung des Fahrerhauses erheblich verbessert.

Die verschiedenen Einsatzgebiete der Fahrzeugtypen führen zu Kabinenausführungen, die sich in Größe, Ausstattung und Gewicht unterscheiden. Für jede Fahrerhausauslegung bedarf es einer individuellen Feder-Dämpfer-Lösung.

ZF bietet hierfür Produkte, die vom nahezu horizontal eingebauten Querdämpfer, Stahlfeder- und Luftfeder-Modul über Cabin Air Leveling Module CALM® bis hin zur geregelten Dämpfung CDC® reichen.

Produktprogramm Fahrerhausdämpfung



Stahlfeder-Modul



Luftfeder-Modul



CALM® – Cabin
Air Leveling Module



CDC® – Continuous
Damping Control

Stahlfeder-Modul

Die Stahlfeder ist konzentrisch auf dem Dämpfer angebracht und wird je nach Einsatzfall in verschiedenen Federkennlinien ausgeführt. Die Niveaulage des Fahrerhauses ist von der Beladung abhängig. Unterschiedliche Fahrerhausgewichte erfordern verschiedene Traglasten der Stahlfeder in Niveaulage. Dies kann durch unterschiedliche Federraten, unterschiedliche Vorspannung oder

durch mechanische Höhenverstellung, genannt Federfußpunktverstellung, erzielt werden.

ANWENDUNG

Das Stahlfeder-Modul kommt bei allen Arten von Nutzfahrzeugen mit geringen Beladungsunterschieden zum Einsatz. Dazu gehören vor allem Bau- und Verteilerfahrzeuge sowie Traktoren und Sonderfahrzeuge, also Fahrzeugen, bei denen Robustheit im Vordergrund steht.

Federfußpunktverstellung



Die Federfußpunktverstellung erlaubt die Verwendung gleicher Feder-Dämpfer-Module für unterschiedliche Kabinegewichte.



Horizontaldämpfer reduzieren das sogenannte „Fahrerhausschütteln“ und erhöhen somit den Fahrkomfort entscheidend.



Vorteile

- Unabhängig von anderen Systemen wie einer Druckluftversorgung
- Hervorragendes Kosten-Nutzen-Verhältnis
- Geringer Bauraumbedarf
- Die robuste Bauweise dieser Einheit ermöglicht den Einsatz im Schlechtwegbereich, z.B. in Baustellenfahrzeugen

Luftfeder-Modul

Die Luftfederung ermöglicht eine Niveauregelung der Kabine. Sie gleicht Lastdifferenzen bei unterschiedlichen Ausstattungen des Fahrerhauses aus und kompensiert die dynamischen Kabinenbewegungen im Fahrbetrieb. Fahrerhäuser werden – besonders in der mittleren und schweren Fahrzeugklasse – mit einer Luftfederung ausgerüstet, da eine niedrige Eigenfrequenz Voraussetzung für einen hohen Federungskomfort ist.

Bei 5 bar Innendruck im Luftfederbalg können Tragkräfte zwischen 2.000 N und 4.000 N erreicht werden.

Eine spezielle Luftfederabrollkontur erzeugt in der Niveaulage eine niedrige Federrate. Diese weist in den Hub-Endlagen eine sehr starke Progression auf. Das Fahrerhaus bleibt bei hohem Fahrkomfort stabil.

Anwendung

Das Luftfeder-Modul kommt bei Fahrerhäusern mit hohen Komfortanforderungen zum Einsatz, sowohl bei Lkw, Traktoren, Bau- als auch Sonderfahrzeugen.

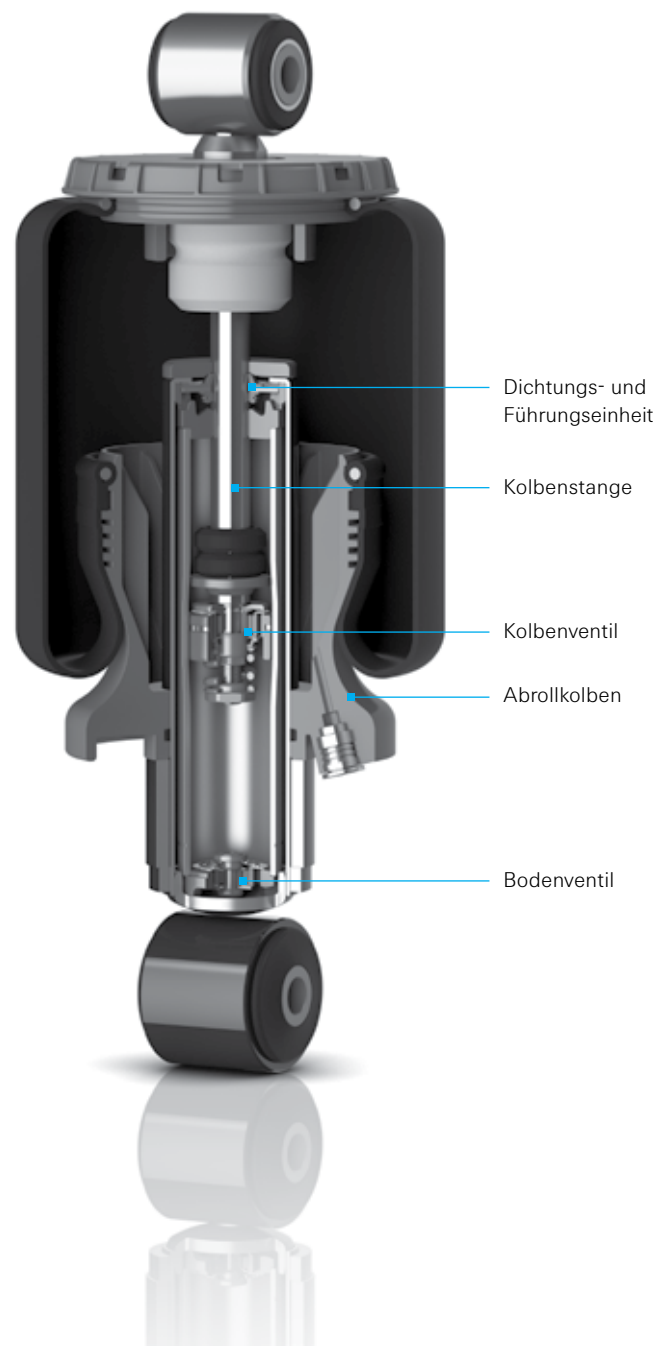
Stahlfeder-Modul und Luftfeder-Modul im Vergleich

Anforderungen	Stahlfeder	Luftfeder
Hydraulischer Dämpfer oder Federbein mit konzentrisch angeordnetem Federelement		
Typische Fahrerhaus-Eigenfrequenz	1,8 - 3,0 Hz	1,0 - 1,4 Hz
Niedrige Eigenfrequenz in der Niveaulage und stark progressive Kennung in den Hub-Endlagen	bedingt	
Dämpfer durch VARIO-Prinzip (Bypass-Nuten im Zylinderrohr) mit wegabhängiger Charakteristik		



Vorteile

- Niveaue Ausgleich bei unterschiedlicher Kabinenausstattung/Beladung
- Konstante komfortable Eigenfrequenz
- Erhöhter Fahrkomfort
- Geringer Bauraumbedarf



CALM® – Cabin Air Leveling Module

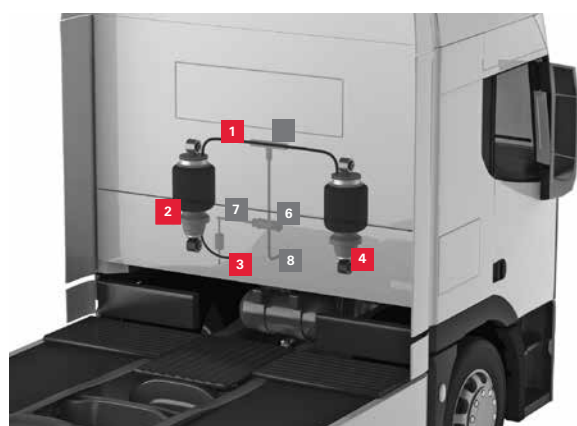
Mit CALM® (Cabin Air Leveling Module) stellt ZF ein einzigartiges Luftfeder-Dämpfer-Modul vor. In dem Modul ist die Niveauregulierung für das Fahrerhaus integriert. Äußerlich unterscheidet sich CALM® kaum von den üblichen Luftfeder-Dämpfer-Modulen. Die Niveauregelung wird nicht mehr durch ein externes Ventil, sondern direkt im CALM® umgesetzt.

Dadurch entfallen eine Reihe zusätzlicher außenliegender Komponenten. Abhängig von der Niveaulage regelt das Ventil den Druck der Luftfedern und sorgt für eine gleichbleibende Niveaulage des Fahrerhauses. CALM® bewährt sich unter härtesten Bedingungen – auch in Baustellenfahrzeugen und Traktoren. So braucht der Fahrer selbst dort nicht auf die Vorteile eines luftgefederten Fahrerhauses zu verzichten.

Anwendung

CALM® kommt bei allen Arten von luftgefederten Fahrerhäusern mit hohen Komfortanforderungen und hohen Beladungsunterschieden zum Einsatz. Anwendungsbereiche sind Lkw, Traktoren, Bau- und Sonderfahrzeuge.

CALM®-Lösung



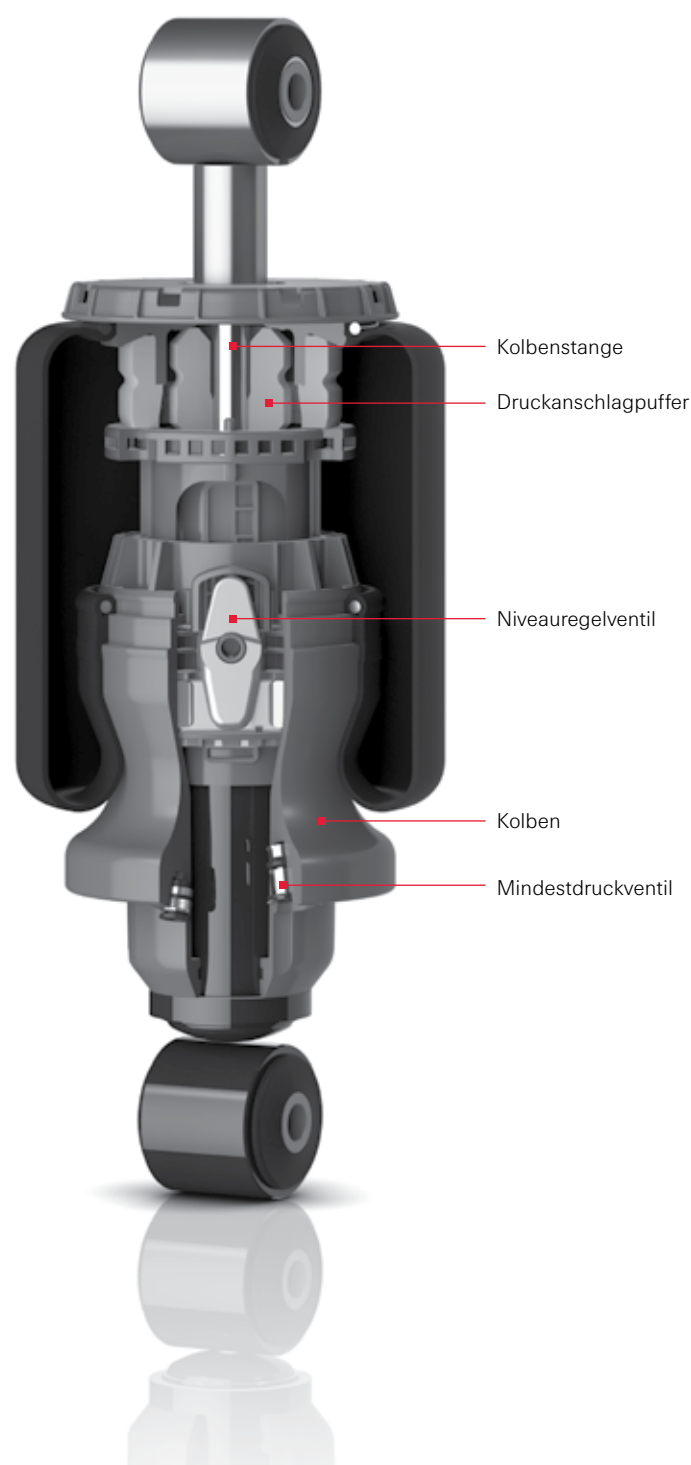
- | | |
|---------------------|--------------------------------|
| 1 Luftverteiler | 5 Luftverteiler |
| 2 Luftleitung | 6 Externes Niveauregelventil |
| 3 CALM® | 7 Anlenkung/Justiermechanismus |
| 4 Luftzufuhrleitung | 8 Luftzufuhrleitung |
- Konventionelles

- x Außenliegende Komponenten für die Niveauregulierung entfallen weitgehend.



Vorteile

- Dämpfung und Luftfederung mit integrierter Niveauregulierung
- Niveauregulierung geschützt vor externen Einflüssen wie Schmutz und Beschädigung
- Modulare Bauweise
- Geringerer Bauraumbedarf
- Keine Justierung in der Montage
- Weniger Einzelteile



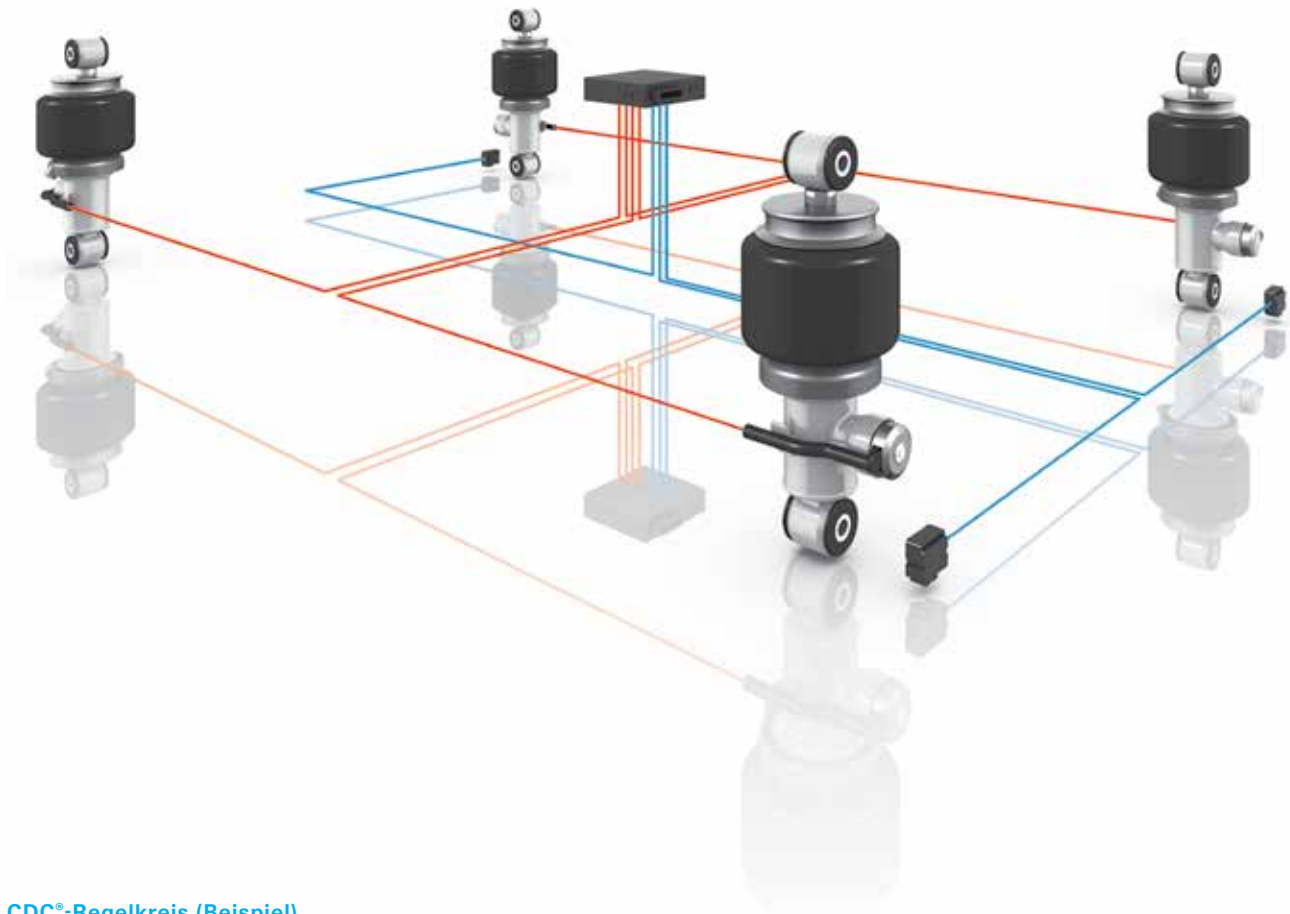
CDC® – Für die Nutzfahrzeugkabine

CDC® löst auch im Fahrerhaus den Zielkonflikt zwischen Komfort und Stabilität. Zum einen ist ein hoher Federungs- und Dämpfungskomfort gefordert, gleichzeitig soll die Kabine bei Lastwechselreaktionen (Anfahren, Bremsen) und Kurvenfahrt gut angebunden sein.

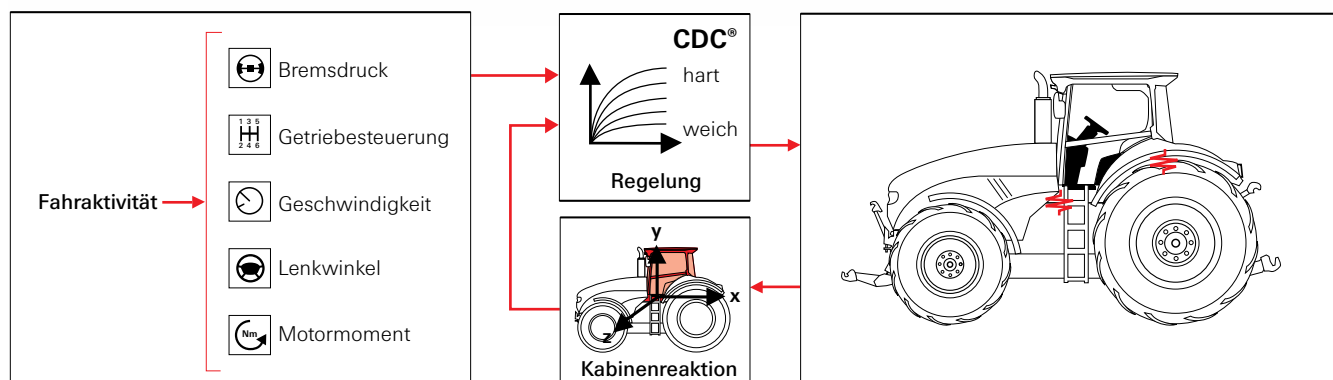
Auf Basis der über die Fahrzeugsensorik ermittelten Daten wird die Dämpfungskraft in Bruchteilen von Sekunden optimal geregelt. So reduziert die Elektronik bei einfacher Geradeausfahrt auf durchschnittlichen Straßen die Dämpfungskraft, sodass die Kabine weich und komfortabel

schwingen kann. Sobald sich aber durch Spurwechsel, Bremsen oder Gangwechsel die Anregung der Kabine verändert, hält CDC® durch gezielte Erhöhung der Dämpfungskraft das Fahrerhaus stabil.

Einen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit bietet das System durch die Möglichkeit, die Schaltzeiten des Getriebes und damit die Zugkraftunterbrechung zu reduzieren, ohne dass der Fahrkomfort, beispielsweise durch stärkeres Kabinennicken, beeinträchtigt wird.



CDC®-Regelkreis (Beispiel)



Intelligenter Leichtbau

ZF strebt bei der Entwicklung neuer Komponenten und Systeme immer nach Effizienz und Ressourcenschonung – auch für die Produkte in den Bereichen Achsdämpfung und Kabinenfederung.

Gute Gründe leichter zu werden

Die Rahmenbedingungen sind klar: Zukünftige Nutzfahrzeuge müssen leichter werden. Die Spediteure drängen auf eine Minimierung des Leergewichts, um höhere Nutzlasten zu ermöglichen. Jede Gewichtseinsparung hilft darüber hinaus auch die anspruchsvollen Ziele bei der Verringerung des Kraftstoffverbrauchs zu erreichen. Zusätzlich schafft eine Gewichtsreduzierung der ungefederten Massen (Achsen, Räder, Bremsen, Stoßdämpfer, etc.) weitere Potenziale für Komfortverbesserungen.

Leichtbau für Achsdämpfer

Die ZF-Leichtbau-Achsdämpfer verbinden verschiedene Materialien und Technologien aus dem bestehenden ZF Technologie-Portfolio. Bei den Dämpfergrößen N36 und N45 kommen in der Leichtbauausführung hohle Kolbenstangen, Aluminium-Behälter mit optimierten und ein neu-konzipierten Kunststoffschutzrohr zur Anwendung.

Die Gewichtseinsparung im Vergleich zu einem entsprechenden Seriendämpfer der Baugröße N36 liegt bei ca. 40 % oder 1,5 kg.

Leichtbau bei Kabinenfederträgern

Bei Kabinenfederträgern kommt es neben dem Einsatz alternativer Materialien wie Aluminium und Faserverbundwerkstoffen auch zu einer weiteren Integration von Funktionen zum Beispiel in das Behälterrohr des Stoßdämpfers. Dies reduziert die Komplexität in der Montage und begünstigt eine ressourcenschonende Herstellung.

Wie bei den Achsstoßdämpfern, verbessern sich auch bei den Kabinenapplikationen die Korrosionseigenschaften deutlich.



Die intelligente Verbindung von innovativen Materialien und Verfahren ermöglichen Gewichtseinsparungen von bis zu 40%.



Vorteile

- Ressourcenschonung in der Produktion
- Kraftstoffeinsparung
- Steigerung der Nutzlast
- Größere Komfortpotenziale durch Reduzierung der ungefederten Massen
- Verbesserung der Korrosionseigenschaften
- Einsatz innovativer Werkstoffe und Verfahren aus dem ZF-Technologie-Portfolio

ZF Friedrichshafen AG

Nkw-Fahrwerktechnologie
Dr.-Jürgen-Ulderup-Straße 7
32351 Stemwede
Deutschland

Telefon +49 5474 60-0
Telefax +49 5474 60-902000
www.zf.com