

DER INNOVATIVE LÖSUNGSBAUKASTEN FÜR DIE AUTOMOBILINDUSTRIE

# InCar<sup>®</sup>



Wir entwickeln die Zukunft für Sie.



**ThyssenKrupp**



Sehr geehrte Damen und Herren,

auf den folgenden Seiten möchten wir Ihnen InCar® vorstellen – das bislang umfassendste Forschungs- und Entwicklungsprojekt des ThyssenKrupp Konzerns für Innovationen im Automobilbau.

InCar® zeichnet sich durch ein Höchstmaß an Kundennähe aus: Die Entwicklungsschwerpunkte haben wir in enger Abstimmung mit unseren Partnern aus der Automobilindustrie festgelegt. Im Fokus stehen nachhaltige Verbesserungen bei Gewicht, Kosten, Funktion oder Emission. Das Ergebnis der bisherigen Entwicklungsarbeit sind über 30 Innovationen für Karosserie, Fahrwerk und Antrieb: ein Lösungsbaukasten, aus dem Sie Ihren eigenen Entwicklungszielen entsprechend auswählen können.

Standards setzt InCar® mit dem hohen Reifegrad und der nachgewiesenen Machbarkeit der neu entwickelten Lösungsansätze. InCar®-Innovationen lassen sich schnell und einfach an kundenindividuelle Fahrzeuganforderungen adaptieren. Ein herstellerneutrales Benchmarking macht die Vorteile der jeweiligen InCar®-Lösung gegenüber dem Stand der Technik transparent und vergleichbar. Dabei werden auch die Ergebnisse einer ganzheitlichen CO<sub>2</sub>-Bilanz einbezogen.

InCar® speist sich aus der gesamten Automobilkompetenz des ThyssenKrupp Konzerns. Intensiv vernetzt haben eine Vielzahl von Konzerngesellschaften mit Kompetenz in Werkstoffentwicklung, Engineering, Bauteilfertigung, Anlagen-, Werkzeug- und Prototypenbau das Projekt vorangetrieben. Diese Unternehmen nehmen in ihren Fachgebieten jeweils führende Positionen ein. Und sie repräsentieren die mehr als 100-jährige Tradition des ThyssenKrupp Konzerns als Partner der Automobilindustrie.

Ziel des InCar®-Projekts ist Ihr Erfolg – mit abgesicherten, schnell umsetzbaren Innovationen. Machen Sie sich ein Bild.

Ihr



Dr. Ulrich Jaroni  
Mitglied des Vorstands der  
ThyssenKrupp Steel Europe AG



Dr. Karsten Kroos  
Vorsitzender des Bereichsvorstands  
Component Technology der  
ThyssenKrupp AG



# Inhalt

03 | Vorwort

06 | InCar®: die Philosophie

08 | Ambitioniert: Benchmarks und  
Referenzstruktur

09 | Kundenorientiert: der Technologieabgleich

10 | Machbar: fertigungstechnische und  
wirtschaftliche Absicherung

12 | Ganzheitlich: die CO<sub>2</sub>-Bilanz

14 | Die Lösungen

16 | Kostenoptimierte Lösungen

LCK II – Leichtbau-Chassis-Konzept

DampTronic® select

PICA – Presta Integrated Cam Assembly

19 | Gewichtsoptimierte Lösungen

Advanced Door

Tailored Tempering für B-Säulen

Längsträger als T<sup>3</sup>-Profil

Rohbau-Dachmodul aus Magnesium

Steifigkeitsoptimiertes Sandwich-Dach

24 | Funktionsoptimierte Lösungen

Integrierte Lenkung

PSVC – Presta Shiftable Valve Control

26 | InCar®: Übersicht

Zusammenfassung der Lösungen

## InCar®: die Philosophie



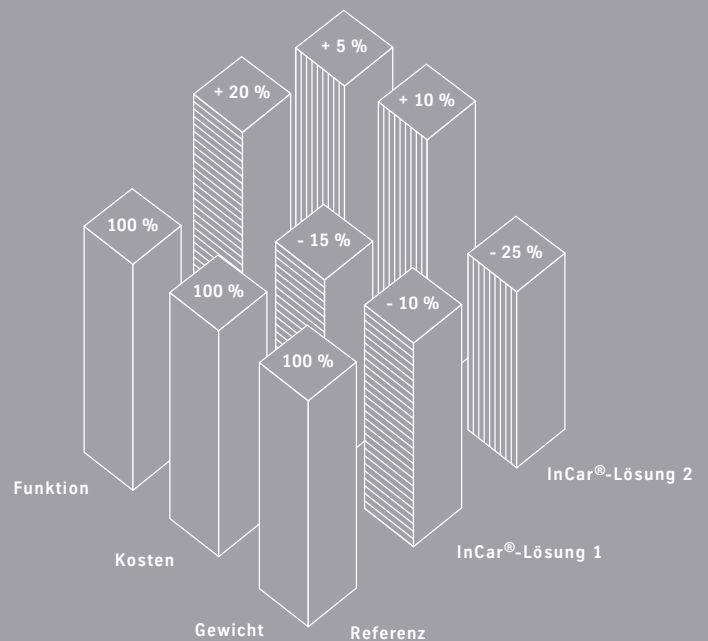
**InCar®-Lösungen sind rundum abgesichert und besitzen einen hohen Reifegrad.**

Innovationen im Automobilbau entstehen im Spannungsfeld von Leichtbau, Wirtschaftlichkeit und Funktion. Die zunehmend intensiver geführte Klimadiskussion bei gleichzeitig steigenden Komfortansprüchen der Endkunden sowie eine immer rigidiere nationale und supranationale Gesetzgebung bilden den Hintergrund für den Wettbewerb um die jeweils besten technischen Lösungen.

Dieser Wettbewerb wird unter wachsendem Kostendruck geführt. Bei drastisch verkürzten Entwicklungszyklen ist heute nicht nur die funktionale und wirtschaftliche Qualität neuer Konzepte erfolgsentscheidend, sondern vor allem die Geschwindigkeit, mit der solche Konzepte in die Serienfertigung eingeführt werden können.

Mit InCar® stellt sich ThyssenKrupp der Herausforderung, seinen Partnern aus der

**Gewicht, Kosten oder Funktion:**  
 Ganz gleich, wo Automobilhersteller nach Verbesserungen suchen – bei InCar® werden sie fündig. Weil Kunden unterschiedliche Innovationsschwerpunkte setzen, zeigt InCar® Alternativen auf. Für die meisten der im Projekt betrachteten Teile und Baugruppen gibt es gleich mehrere innovative Lösungen, ausgelegt jeweils für geringere Kosten, weniger Gewicht oder mehr Funktion. Herstellerneutrales Benchmarking macht es möglich, die Effekte unterschiedlicher Technologien und Werkstoffe unter gleichen Rahmenbedingungen objektiv zu bewerten. Das macht InCar® zu einem Baukastensystem, aus dem jeder Kunde die für ihn optimale Lösung auswählen kann.



Automobilindustrie ein breites Spektrum innovativer Technologien zur Verfügung zu stellen. Diese besitzen einen so hohen Reifegrad, dass eine beschleunigte Integration in die Serienfertigung möglich ist: für Karosserie, Fahrwerk und Antrieb – angepasst an unterschiedliche Kundenziele im Hinblick auf Leichtbau, Wirtschaftlichkeit, Funktionalität, Emissionsreduzierung und Sicherheit.

Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wurden die für InCar® betrachteten Entwicklungsthemen in intensiver Kommunikation mit den Kunden ermittelt. Als Benchmark für den objektiven Nachweis der Vorteile neuer InCar®-Lösungen für die Karosserie fungiert eine anspruchsvolle, qualitativ hochwertige Referenz. Sie ist herstellerneutral und ermöglicht die Umsetzbarkeit innovativer InCar®-Konzepte im Rahmen unterschiedlicher

Marken-, Design- und Produktionsstrategien. Alle InCar®-Innovationen sind strukturellmechanisch und fertigungstechnisch abgesichert. Hinzu kommt eine genaue Bewertung der Material-, Werkzeug- und Fertigungskosten. Mit dieser Philosophie ermöglicht InCar® einen deutlichen Innovationssprung in der Automobilfertigung und verringert zugleich den Zeit- und Kostenaufwand für die Übernahme neuer Technologien in die Produktion.

Insgesamt bietet InCar® über 30 innovative Lösungen für Karosserie, Fahrwerk und Antrieb. Ob Leichtbau, Wirtschaftlichkeit oder Funktionalität: In mindestens einem dieser Punkte ist jede InCar®-Innovation dem Stand der Technik deutlich und nachweislich überlegen.

## Ambitioniert: Benchmarks und Referenzstruktur

Benchmark für die Bewertung neuer Bauteile ist eine hochwertige Fahrzeugstruktur. Sie ist herstellernerneutral und orientiert sich in ihrer Auslegung eng an realen Serienfahrzeugen der oberen Mittelklasse. Das Marktsegment gilt als Innovationstreiber in der Automobilindustrie. Als Modellvariante für den Bodybereich wurde ein Kombi ausgewählt. Diese Bauform wird häufig als Lead-Fahrzeug genutzt, aus dem sich weitere Karosserieformen ableiten.

**Die InCar®-Referenzstruktur ist stimmig und als Benchmark anspruchsvoll.**

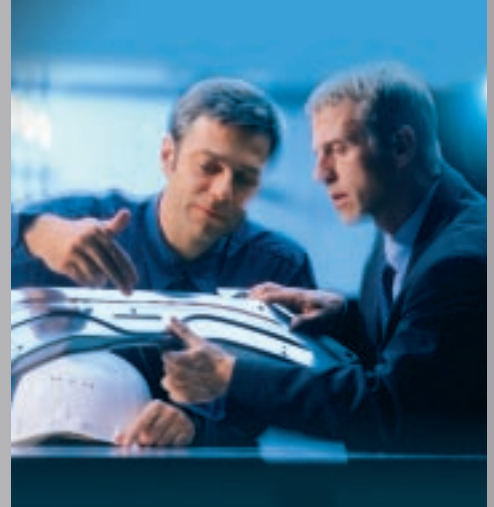
Die Steifigkeitskennwerte der InCar®-Referenzstruktur entsprechen dem Stand der Technik des Jahres 2009, teilweise übertreffen sie ihn sogar.

Mit einer Leichtbaugüte von 2,8 gehört die Struktur zu den Best in Class. Alle Sicherheitsanforderungen werden voll erfüllt, die Referenzstruktur hat das Potenzial für ein Fünf-Sterne-Rating nach Euro-NCAP. Bei der Crash-Berechnung wurden nicht nur gegenwärtige, sondern auch in naher Zukunft zu erwartende gesetzliche Vorschriften angewandt. Die Struktur erfüllt sowohl europäische als auch US-amerikanische Standards.

Bezugspunkte für die im Rahmen des InCar®-Projekts entwickelten Fahrwerk- und Antrieb-lösungen sind Teile, Module und Systeme, die im heutigen Motoren- und Fahrwerkbau den State of the Art darstellen. Auch hier gilt der Anspruch, sich an hochwertigen Lösungen zu messen, diese deutlich zu übertreffen und die Umsetzbarkeit der InCar®-Innovationen plausibel nachzuweisen.



## Kundenorientiert: der Technologieabgleich

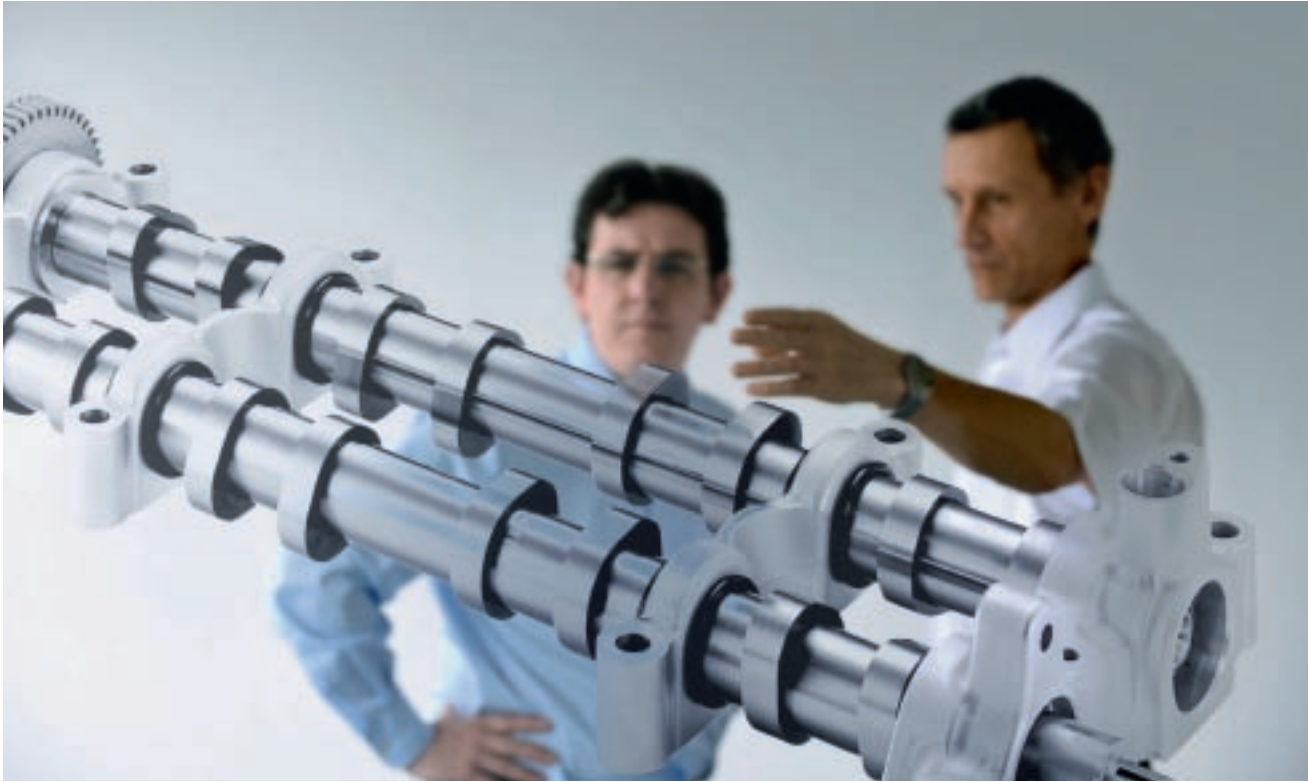


Das letzte Wort bei der  
Technologiewahl haben  
unsere Kunden.

Marktfähige Innovationen mit hohem Reifegrad setzen sowohl Kreativität als auch konsequente Kundenorientierung voraus. Aus mehr als 400 Ideen für Innovationen im Automobilbau haben unsere Forscher, Entwickler und Key-Account-Verantwortlichen die aussichtsreichsten Konzepte ausgewählt. Anschließend haben wir diese Ansätze mit deutschen und internationalen Automobilbauern diskutiert. In hochrangig besetzten Workshops mit den Entwicklungs- und Baureihenverantwortlichen unserer Kunden wurde die Grundlage für die endgültige Festlegung geschaffen.



## Machbar: fertigungstechnische und wirtschaftliche Absicherung



Im InCar®-Projekt arbeiten Experten des ThyssenKrupp Konzerns für Werkstoffentwicklung, Engineering, Bauteilfertigung sowie Anlagen-, Prototypen- und Werkzeugbau für die Automobilindustrie interdisziplinär zusammen: eine zuverlässige Grundlage sowohl für die wirtschaftliche als auch für die fertigungstechnische Absicherung der neu entwickelten InCar®-Lösungen.

InCar® setzt Maßstäbe, wenn es um die wirtschaftliche Bewertung automobiler Innovationen geht. Alle Bauteile und der gesamte Zusammenbau sind einer umfassenden Kostenbewertung auf der Basis aktueller Material-

und Halbzeug- sowie Anlagen-, Werkzeug- und Fertigungskosten unterzogen worden. Hohen Standards haben sich die Entwickler auch bei der fertigungstechnischen Absicherung der InCar®-Lösungen gestellt. Über 80 Prozent der Bauteile wurden umfassend simuliert und fertigungstechnisch optimiert. Die mit mehr als 60 Grauguss- und Kunststoffwerkzeugen gefertigten Prototypen im Karosseriebereich demonstrieren, wie die virtuellen Entwicklungen sich in Hardware umsetzen lassen. Zusätzlich wurden fast 300 Teile als Handmuster gefertigt.

Struktur- und Crash-Performance sowie die Betriebsfestigkeit der neu entwickelten Teile



wurden sowohl virtuell als auch in Hardware-Tests wie Fallturm- und Beulversuchen überprüft. Antriebs- und Fahrwerksteile haben ihre Belastbarkeit in Tests auf Motoren- und Nachfahrprüfständen bewiesen. Operations- und Fügefolgen sowie Montageprozesse sind für alle Teile ebenso konkret beschrieben wie Spann- und Fixierkonzepte oder die Ergebnisse von Toleranzuntersuchungen. Korrosionsschutz- und Lackierbarkeitsaspekte sind ebenfalls untersucht worden.

„InCar® bietet belastbare Aussagen über Kosten und Fertigungskonzepte.“



## Ganzheitlich: die CO<sub>2</sub>-Bilanz

# CO

Die CO<sub>2</sub>-Bilanz schafft  
Transparenz für Klimaschutz  
im Automobilbau.

Automobile Innovation ist mehr als Technik und Ökonomie. InCar® macht deshalb auch die ökologischen Aspekte der neu entwickelten Komponenten und Systeme transparent. Alle neuen InCar®-Lösungen und auch die Referenzstruktur sind im Hinblick auf CO<sub>2</sub>-Emissionen von einem unabhängigen Institut systematisch untersucht und bewertet worden. Die Analyse, die auch vom TÜV Nord verifiziert wurde, umfasst jeweils den gesamten Produktlebenszyklus und entspricht der Norm ISO 14040/44 für Umweltmanagement. Auf dieser Basis lassen sich die ökologischen Auswirkungen neuer Technologien, Produkte, Prozesse und Verfahren frühzeitig und zuverlässig abschätzen.

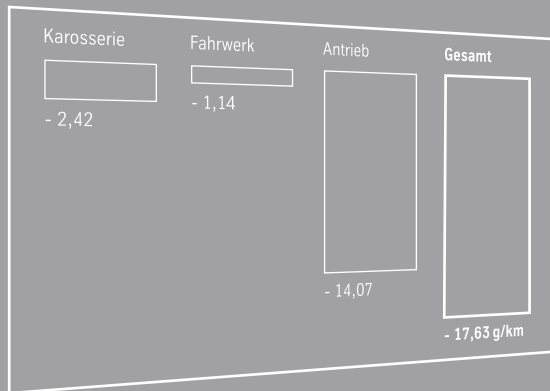


Kombiniert man die aus ökologischer Sicht besten Innovationen aus dem InCar®-Projekt, können die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro gefahrenen Kilometer um bis zu 17,63 Gramm verringert werden. Bezogen auf die in der CO<sub>2</sub>-Verordnung der Europäischen Union festgelegten Strafzahlungen für Grenzwertüberschreitungen entspräche dies einem Betrag von 1.435 Euro pro Fahrzeug. Bei der Lebenszyklus-Betrachtung ergibt sich eine Verringerung von ca. 5.500 Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Fahrzeug.

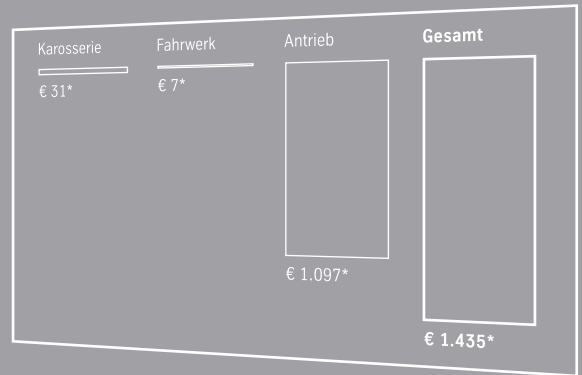
## Potenzialanalyse – Reduktion der Fahrzeugemission

Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes im Fahrbetrieb bei einer Kombination von Lösungen mit dem niedrigsten Lebenszyklus-Treibhauspotenzial

Emissionsminderung  
in Gramm CO<sub>2</sub>/km pro Fahrzeug



Höhe der Strafe in Euro pro Fahrzeug bei Überschreitung des EU-CO<sub>2</sub>-Grenzwerts um die Werte im links stehenden Diagramm



äqui-  
valent  
zu

\* Die Berechnung der Strafen erfolgte entsprechend EC 443/2009. (Aufgrund unterschiedlicher Strafen für CO<sub>2</sub>-Überschreitung je Gramm in Abhängigkeit zur Gesamtüberschreitung können die einzelnen Strafen aus Karosserie, Fahrwerk und Antrieb nicht zu einem Gesamtbetrag summiert werden.)

Eine in dieser Weise strukturierte Darstellung gibt es für jede einzelne Neuentwicklung im Rahmen des InCar®-Projekts: Dokumentiert und jeweils auf die Referenz bezogen sind die bei der Produktion eines Bauteils entstehenden Treibhausgase, die während der Nutzungsphase entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Emissionen über den gesamten Lebenszyklus. Hinzu kommt eine monetäre Bewertung der Fahremissionen. Bezugsgröße sind hier die in der CO<sub>2</sub>-Verordnung der EU festgesetzten Strafzahlungen bei Überschreitung der dort definierten Grenzwerte.

Die Lebenszyklus-Bewertung umfasst sämtliche Emissionen während der Produktion, der Nutzungsphase und der Verwertung. Hinzu kommen verbundene Prozesse, wie zum Beispiel die Herstellung von Roh- und Betriebsstoffen. Diese Betrachtung liefert wertvolle Entscheidungshilfen für eine ganzheitliche, über die reinen Fahremissionen hinausgehende Umsetzung von Klimaschutz im Automobilbau.



# Die Lösungen

InCar<sup>®</sup> bietet nicht nur eine Lösung, sondern mehr als 30 – für Karosserie, Fahrwerk und Antrieb. Jede Lösung zeigt in mindestens einem Kriterium deutliche Vorteile gegenüber der Referenz – in Kosten, Gewicht oder Funktion. Eine Auswahl finden Sie auf den folgenden Seiten. Sie zeigt die Bandbreite, den Anspruch und die Qualität der Ergebnisse des InCar<sup>®</sup>-Projekts. Eine ausführliche Darstellung aller InCar<sup>®</sup>-Innovationen liefert die InCar<sup>®</sup>-Sonderausgabe der ATZ (Automobiltechnische Zeitschrift) im November 2009.

## LCK II: Leichtbau-Chassis-Konzept aus hochfestem Stahl

### FAHRWERK KOSTEN- OPTIMIERTE LÖSUNG

LCK II, das InCar®-Konzept für Hinterachsträger, nutzt das Potenzial hoch- und höherfester Stähle für gewichtsoptimierte Fahrwerkstrukturen. Im Vergleich zur InCar®-Referenz, einem Hinterachsträger aus Aluminium, fällt das Leichtbau-Chassis-Konzept II bei gleicher Performance rund 50 Prozent kostengünstiger aus. Dabei ist es nur vier Prozent schwerer als die Benchmark aus Aluminium. Mit dem LCK II lassen sich in der Lebenszyklus-Betrachtung rund 120 Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Fahrzeug sparen.

### Hochfeste Stähle ermöglichen wirtschaftlichen Leichtbau im Fahrwerk.

Das LCK II setzt auf den warmgewalzten Complexphasen-Stahl CP-W® 800. Mit einer Streckgrenze von 680 Megapascal (MPa) besitzt der Werkstoff eine deutlich höhere Festigkeit als die bislang im Fahrwerksbau überwiegend verwendeten Stähle. Damit lassen sich dünnwandigere und Gewicht sparende Bauteile konstruieren.

Ein technisches Highlight neben dem innovativen Werkstoffkonzept sind im I-Stoß gefügte Schalenbauteile: Hier wirken sich der Verzicht auf Schweißflansche und die damit einhergehende verbesserte Bauraumausnutzung Gewicht sparend aus. Die im Laserhybrid-Schweißverfahren hergestellten Schweißnähte haben mindestens die doppelte Lebensdauer, verglichen mit im MAG-Verfahren erzeugten Verbindungen.

Der LCK II-Hinterachsträger ist fertigungstechnisch abgesichert und in Kleinserie bemustert. Eine auf die hohe Festigkeit des verwendeten Werkstoffs und die komplexe Form der Bauteile abgestimmte Werkzeugmethode liegt vor. Eine Werkzeugmethode, mit der die für die flanschlose Fügetechnik notwendigen Toleranzen eingehalten werden, ist ebenfalls entwickelt.

Die Steifigkeitszielwerte des LCK II liegen trotz der verringerten Blechdicken im Bereich der Referenzstruktur. Auch der Korrosionsschutz ist gleichwertig, wobei der Complexphasen-Stahl sowohl eine Stückverzinkung zulässt als auch vorbeschichtet verarbeitet werden kann. Seine Betriebsfestigkeit hat der LCK II-Hinterachsträger auf einem mehrachsigen Nachfahrprüfstand gemäß gängigen Standards unter Beweis gestellt.

Über die bereits nachgewiesenen Einsparungen hinaus bietet das LCK II-Konzept weiteres Leichtbau- und Kostensenkungspotenzial: So besitzt der neu entwickelte Mehrphasenstahl TPN-W 780 eine ähnliche Streckgrenze wie der CP-W® 800, aber eine um 30 Prozent bessere Dehnung. Dadurch sind noch komplexere Geometrien und weitere Funktionsintegrationen möglich. Auch neue Beschichtungssysteme wie die Zink-Magnesium-Oberfläche ZM bieten Potenzial für weitere, deutliche Kostenvorteile.



Leichtbau-Chassis-Konzept II	4 %	Gewicht
	-50 %	Kosten
	4 %	Funktion*

Referenz: Hinterachsträger aus Aluminium  
Gesamtgewicht 17,20 kg

\* CO<sub>2</sub>-Emission  
(Nutzungsphase)

# DampTronic® select: Sportfahrwerk zum Einschalten

## FAHRWERK KOSTEN- OPTIMIERTE LÖSUNG

Mit dem DampTronic select® -Dämpfer schließt ThyssenKrupp die Lücke zwischen den aufwändigen elektronisch verstellbaren Dämpfungssystemen und konventionellen Dämpfern und kann somit erhöhten Anwenderkomfort bei niedrigen Systemkosten bieten.

Sportlich straff oder komfortbetont: Wer seinen Kunden die freie Wahl zwischen unterschiedlichen Fahrwerkabstimmungen anbieten möchte, setzt bislang auf stufenlos verstellbare Stoßdämpfer. Diese Lösung braucht Sensoren, die die Bewegungen der Karosserie und der Räder detektieren, und Steuergeräte, die Sensordaten verarbeiten und den Dämpfer auf der Basis komplizierter Algorithmen steuern. Verstellbare Dämpfer, so war es jedenfalls bisher, sind hochkomplexe Systeme mit entsprechend hohem Integrations- und Kostenaufwand.

Wie man dem Kunden auch zu niedrigen Systemkosten die Vorzüge eines verstellbaren Dämpfungssystems bieten kann, zeigt das im Rahmen des InCar®-Projekts entwickelte zwei-stufige Dämpfersystem DampTronic® select. Der Dämpfer lässt sich durch einen Schalter am Armaturenbrett zwischen einer normalen und einer straffen Sportkennlinie umschalten. DampTronic® select bietet hohen Kundennutzen bei attraktiven Kosten und schließt die Lücke zwischen konventionellen Dämpfern und aufwändigen elektronischen Verstellsystemen. Das zwei-stufige Dämpfersystem kostet 70 Prozent weniger als kontinuierlich verstellbare Systeme.

## Sportfahrwerk auf Knopfdruck: hoher Kundennutzen bei attraktiven Kosten.

Herzstück des Systems ist das DampTronic® select Ventil. Es stellt dem Fahrer eine Normalkennlinie und eine per Knopfdruck einschaltbare Sportkennlinie für die Abstimmung des Fahrwerks zur Verfügung. Gesteuert wird der Wechsel durch einen Elektromagneten. Fließt Strom durch den Magneten, werden die beiden inneren Ventile parallel geschaltet und eine komfortable Fahrwerkabstimmung entsteht. Wünscht der Fahrer eine sportliche Abstimmung, schaltet er den Elektromagneten ab. Das System ist ebenso



robust wie kostengünstig und lässt sich an die Voraussetzungen unterschiedlichster Fahrzeuge anpassen.

Aufbau und Gestaltung des DampTronic® select-Ventils sind das Ergebnis umfangreicher Versuchsreihen am Strömungsprüfstand. Parallel dazu fanden FEM-Berechnungen an den einzelnen Ventilkomponenten statt. In einer anschließenden Prototypenphase hat das System alle Anforderungen erfüllt.

Bei Fahrzeugerprobungen konnten in kürzester Zeit fahrzeugtaugliche Kennlinien abgestimmt werden. Zum Nachweis der Betriebsfestigkeit fanden zusätzlich mehrere Erprobungen auf Stoßdämpferprüfständen statt. Das System ist auch für Fahrzeuge mit McPherson-Vorderachsen ausgelegt und an gängige Dämpferdurchmesser angepasst. DampTronic® select ist konsequent auf die technisch vertretbare minimale Baulänge hin konstruiert und benötigt nur 20 Millimeter mehr Baulänge als gängige konventionelle Dämpfer.

# PICA – Presta Integrated Cam Assembly: Innovative Nockenwellenlagerung macht Zylinderköpfe günstiger und leichter

## ANTRIEB KOSTEN- OPTIMIERTE LÖSUNG

Ein neues Nockenwellenmodul von ThyssenKrupp spart bis zu zehn Euro bei der Zylinderkopfbearbeitung, senkt das Gewicht um mehr als ein Kilogramm und verringert die Ventiltriebreibung um bis zu zehn Prozent.

**Zehn Euro weniger Kosten,  
mehr als ein Kilogramm weniger  
Gewicht und bis zu zehn Prozent  
weniger Ventiltriebreibung.**

Referenz für das Konzept ist ein Vierzylinder-DOHC-Zylinderkopf aus Aluminium. Stand der Technik sind Nockenwellen, die sich in geteilten Gleitlagern drehen, und eine Lagergassenbearbeitung im Zylinderkopf mit vorab montierten oberen Lagerhalbschalen.



Presta Integrated Cam	-1 kg	Gewicht
Assembly (PICA)	-10 EUR	Kosten
	-10 %	Funktion*
Referenz: konventionelle Lagerung Vierzylinder DOHC, Aluminiumzylinderkopf mit geteilten Gleitlagern		* Ventiltriebreibung

Bei der neuen InCar®-Lösung sind die Lagerböcke direkt auf den Nockenwellen montiert.

Die Lagerböcke umfassen die Wellen vollständig und lassen sich mit ihrer ebenen Unterseite problemlos sowohl auf dem Zylinderkopf als auch an der Zylinderkopfaube befestigen. Die aufwändige Lagergassenbearbeitung entfällt ebenso wie die Montage und Demontage der Lagerhalbschalen. Gewicht spart das neue Konzept, weil sich die Bauhöhe des Zylinderkopfes verringert.

Weil sich die Nockenwellen in ungeteilten Lagern drehen, gibt es keinen Montageversatz und damit auch nur ein geringes Risiko, dass der Ölfilm im Lager abreißt. Wählt man den optimalen Werkstoff für die Lagerböcke, verringert sich außerdem die temperaturabhängige Schmierpaltveränderung, so dass weniger Ölpumpenleistung gebraucht wird.

Außerdem können mit den Lagerböcken reibungsarme, ungeteilte Wälzlager verwendet werden. Hierdurch verringert sich die Ventiltriebreibung um bis zu zehn Prozent im Vergleich zur Referenz.

Mit Hilfe temperaturabhängiger Finite-Elemente-Analysen wurden die Bauteile im Hinblick auf Verformungen und Spannungen durch Anschraubkräfte und Nockenmomente optimiert. Das Materialverhalten unter Last wurde mit einer Mehrkörpersimulation des Nockenwellensystems, gekoppelt mit einer elastohydrodynamischen Analyse, geprüft. Auch die Bauteiltoleranzen sind mit entsprechenden Simulationstools konsequent und kostengerecht ausgelegt worden.

Die integrierten Lagerböcke eignen sich für gebaute Nockenwellen, bei denen die einzelnen Komponenten sequenziell kraft- und form-schlüssig auf ein Trägerrohr aus Stahl montiert werden. Für die Integration der Lagerböcke muss der Standard-Montageprozess nur geringfügig verändert werden. Dass sich die Module automatisiert montieren lassen, wurde nachgewiesen. Kundenseitige Erprobungen am befeuerten Motor sind erfolgreich verlaufen.

# Türen neu gedacht: Advanced Door

## KAROSSERIE GEWICHTS- OPTIMIERTE LÖSUNG

Elf Prozent weniger Gewicht und verbesserte Crash-Performance bei gleich bleibenden Kosten bietet die Advanced Door von ThyssenKrupp. Fortschrittlich sind insbesondere ein hochintegratives Türinnenblech und eine dünne, leichte Außenhaut aus hochfestem Dualphasenstahl. Die Klimabilanz: bis zu 109 Kilogramm weniger CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Fahrzeug gegenüber der Referenz.

Mit dem Türinnenblech haben die Entwickler ganz neue konstruktive Wege beschritten. Das herkömmlicherweise einteilige Blech wurde in Längsrichtung von oben nach unten in einen inneren und einen äußeren Teil aufgeteilt.

### Neue Türkonzepte mit neuen Stahlwerkstoffen ermöglichen deutliche Gewichtsreduzierungen ohne Mehrkosten.

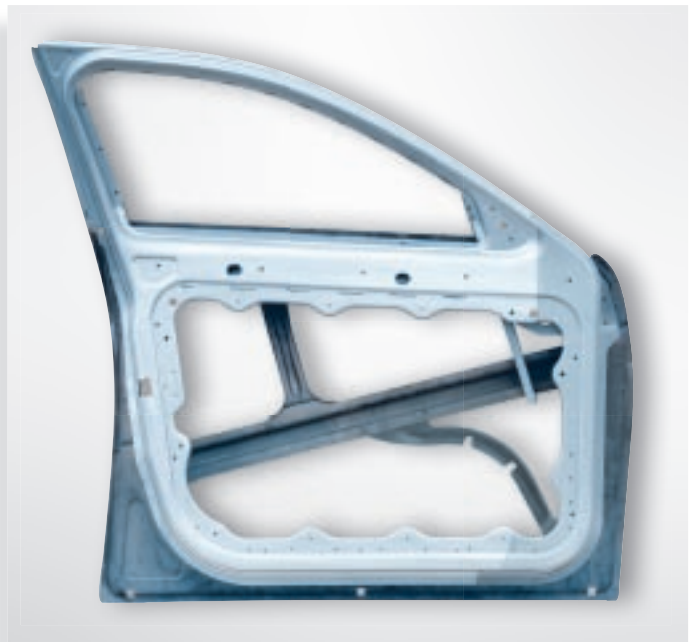
Das äußere Innenblech vereinigt nahezu alle Verstärkungsteile, darunter zum Beispiel den Seitenaufprallträger, die Scharnier- und Schlossverstärkungen, die untere Crash-Verstärkung oder die äußere Schachtverstärkung. Der Vorteil: Mehrere Einzelteile und Fügeoperationen entfallen und der Fertigungsaufwand im Rohbau verringert sich deutlich. Umformbarkeit und Festigkeit des Bauteils sind durch FEM-Simulation abgesichert.

Herstellen lässt sich das äußere Innenblech aus einem hochfesten Tailored Blank, das entweder aus warm umformbaren Stählen oder aus höchstfesten kalt umformbaren Werkstoffen besteht.

Als Fügechnik für das äußere und das innere Türinnenblech kommt eine Laserstrahl-Schweißverbindung mit Steppnähten zum Einsatz. Dabei beginnt die Schweißverbindung oberhalb der Wasserabläufächer. Zusätzlich wurde die Konstruktion so ausgelegt, dass die Kontaktfläche möglichst klein ausfällt und eine optimale KTL-Abscheidung gewährleistet ist.

Auf die neuartige Dünnpblech-Außenhaut der Advanced Door entfallen sieben der elf Prozent Gewichtsreduktion: Die Entwickler greifen hier zu einem Blech mit einer Stärke von 0,55 Millimetern, das sind 0,2 Millimeter weniger als bei der Referenzstruktur. Als Werkstoff dient ein hochfester Dualphasenstahl, der mit einer Streckgrenze von 300 Megapascal eine vergleichsweise hohe Festigkeit mitbringt. Weiteren Schutz gegen Beulen bieten zwei in das äußere Türinnenblech eingeformte Zusatzstreben.

Die Crash-Performance der Advanced Door hat man sowohl bei der warm als auch bei der kalt umgeformten Version für relevante Lastfälle berechnet. Beide Varianten übertreffen die Werte der Referenzlösung deutlich. Unter Berücksichtigung der konstruktiven Maßnahmen und mit sekundärem Korrosionsschutz werden auch die Anforderungen der Korrosionsprüfungen im VDA-621-415-Wechselklima erfüllt.



Advanced Door Hot Stamped	<div style="width: 80%;"></div>	-11 %	Gewicht
	Kostenneutral		Kosten
	<div style="width: 80%;"></div>	-9 %	Funktion*
Referenz: konventionelle Stahltür mit Tailored Blanks Gesamtgewicht 17,17 kg/Tür bzw. 34,34 kg/Fahrzeug			* CO <sub>2</sub> -Emission (Nutzungsphase)

## Warmumformung weiterentwickelt: Tailored Tempering für B-Säulen

### KAROSSERIE GEWICHTS- OPTIMIERTE LÖSUNG

Tailored Tempering ist eine Weiterentwicklung des Warmumformprozesses, mit der sich Bauteile mit lokal unterschiedlichen Festigkeits- und Dehnungseigenschaften fertigen lassen. Beim InCar®-Projekt wurde diese Technologie für die Prototypenfertigung von B-Säulen angewandt. Dabei kam außerdem der neu entwickelte Warmumformstahl MBW® 1900 zum Einsatz. Mit 1.900 Megapascal (MPa) ermöglicht der Werkstoff eine im Vergleich zu bislang verfügbaren Warmumformstählen um 400 MPa gesteigerte Bauteilfestigkeit.

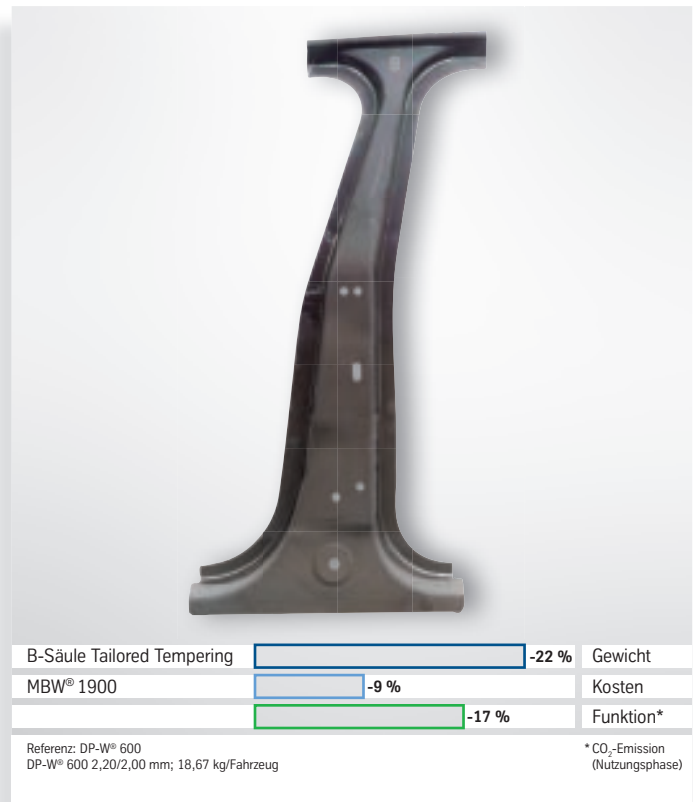
Realisiert wurde eine B-Säule, die bei gleicher Crash-Sicherheit 22 Prozent leichter ist als die Referenz und neun Prozent weniger kostet. Die neue Lösung verringert den Ausstoß an CO<sub>2</sub>-Äquivalent um 122 Kilogramm pro Fahrzeug über die gesamte Lebensdauer.

### Tailored Tempering erzeugt lokal unterschiedliche Materialeigenschaften – für belastungsorientierten Werkstoffleichtbau.

Tailored Tempering ist eine neue Methode, gewichtsoptimierte und gleichzeitig crash-sichere B-Säulen aus einem einzigen Blech aus Warmumformstahl zu fertigen. Beim Warmumformen werden Bleche aus Mangan-Bor-Stahl zunächst auf 880 bis 950 Grad Celsius erhitzt, um dann in einer speziellen Umformpresse zu Bauteilen geformt und dabei gleichzeitig sehr schnell abgekühlt zu werden. Hierdurch entsteht im Werkstoff eine extrem harte Gefügestruktur.

Beim Tailored Tempering kommt ein Warmumformwerkzeug mit gezielter Temperaturführung zum Einsatz. Hier wird nur der obere Bereich der B-Säule während der Umformung rasch abgekühlt und erhält so wie bei der konventionellen Warmumformung eine extrem hohe Festigkeit bei einer geringen Bruchdehnung. Im Bereich des Säulenfußes ist das Werkzeug beheizt, so dass sich diese Zone langsamer abkühlt. Entsprechend geringer ist die Steigerung der Festigkeit. Gleichzeitig besitzt das Bauteil in diesem Bereich eine höhere Bruchdehnung. Die im Tailored Tempering gefertigte InCar®-

B-Säule besitzt im Fußbereich eine Bruchdehnung von 15 Prozent bei einer Zugfestigkeit von 700 MPa. Im oberen Bereich beträgt die Zugfestigkeit 1.900 MPa bei einer Bruchdehnung von etwa fünf Prozent. Damit sind die Werkstoffeigenschaften präzise auf das Belastungsprofil des Bauteils abgestimmt und die Blechdicke lässt sich deutlich verringern.



Das Crash-Verhalten der B-Säule ist virtuell und innerhalb der InCar®-Referenzstruktur abgesichert. Alle Ergebnisse liegen im Bereich der Referenz, wobei auch die besonders hohen Anforderungen des US-amerikanischen IIHS-Side-Impact-Lastfalls bestmöglich erfüllt sind.

Maßhaltigkeit, Energieaufnahmevermögen und Knicksicherheit wurden an Prototyp-Bauteilen überprüft.

# 27 Prozent weniger Gewicht, 13 Prozent weniger Kosten: Längsträger als T<sup>3</sup>-Profil

## KAROSSERIE GEWICHTS- OPTIMIERTE LÖSUNG

Bis zu 27 Prozent Gewichtsvorteil gegenüber der Referenz und bis zu 13 Prozent weniger Kosten bietet das InCar<sup>®</sup>-Konzept für vordere Längsträger. Es basiert auf der von ThyssenKrupp entwickelten T<sup>3</sup>-Technologie für Profilbauteile. Die neue Lösung spart bis zu 126 Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Fahrzeug. Maßstab für das neue Längsträgerkonzept ist eine zweiteilige Schalenkonstruktion aus höherfestem Dualphasenstahl in der InCar<sup>®</sup>-Referenzstruktur.

Die T<sup>3</sup>-Technologie ist ein innovativer Fertigungsprozess für Profile mit über die Längsachse veränderlichem Querschnitt und integrierten Nebenformelementen. Mit der T<sup>3</sup>-Technologie lassen sich mehrere Einzelteile und Fertigungsschritte integrieren.

So ist der Profillängsträger nach dem Umformvorgang bereits mit zwei Sicken, zwei Positionierlochungen und stirnseitig abgestellten Flanschen ausgestattet. Gefertigt ist er aus Tailored Blank-Formplatinen mit Dickensprung.

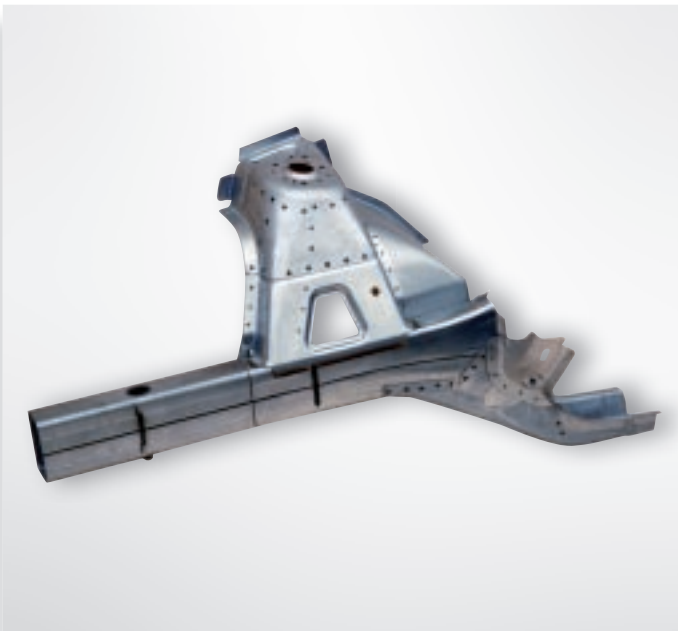
**Die Profilbauweise gilt als wichtiger Baustein für effektiven Stahl-Leichtbau und ermöglicht Gewichtsreduzierungen von über 25 Prozent.**

Um das Potenzial der T<sup>3</sup>-Technologie zu demonstrieren, haben die Entwickler zunächst einen Träger aus dem gleichen Dualphasenstahl wie bei der Referenz hergestellt. Aufgrund der geometrischen Vorteile der Profil- gegenüber der Schalenlösung ergeben sich ein Gewichtsvorteil von 16 Prozent und eine Kostenersparnis von elf Prozent. 27 Prozent Gewichtsvorteil und 13 Prozent Kostenersparnis bringt das Längsträgerkonzept, wenn man zusätzlich den neu entwickelten höchstfesten Mehrphasenstahl TPN-W 780 einsetzt und die Blechdicke entsprechend reduziert.

Das Umformverhalten beider Bauteile wurde auf der Basis von Umformsimulationen und einer erweiterten Versagensbewertung durch CrachFEM überprüft. Die strukturmechanischen Eigenschaften sind abgesichert, auch mit Blick auf die globale Steifigkeit der Karosseriestruktur, die lokale Steifigkeit der Achsanbindung und die Eigenfrequenzen.

Um die Integration geschlossener Profile in den automobilen Rohbau zu erleichtern, hat das Entwicklungsteam ein widerstandspunktschweißfähiges Längsträgermodul entwickelt. Diese Entwicklung umfasste die Auswahl geeigneter Fügetechnologien sowie die Definition einer Fügefølge und eines Vorrichtungskonzepts für das komplette Längsträgermodul. Auch für den Einbau von Schottblechen in die Hohlprofile wurden seriennahe Lösungen erarbeitet.

Bei der Dualphasenstahl-Lösung ist das Längsträgermodul vollständig in Hardware umgesetzt, die TPN-Lösung wurde virtuell abgesichert.



T <sup>3</sup> -Längsträger	-27 %	Gewicht
TPN-W 780	-13 %	Kosten
	-22 %	Funktion*
Referenz: DP-W <sup>®</sup> 600 Längsträger innen DP-W <sup>®</sup> 600 1,80/2,00 mm und Längsträger außen 1,80 mm, 15,56 kg/Fahrzeug		*CO <sub>2</sub> -Emission (Nutzungsphase)

# Variantenreich: Rohbau-Dachmodul aus Magnesium

## KAROSSERIE GEWICHTS- OPTIMIERTE LÖSUNG

Leichtbau auf höchstem Niveau bietet das InCar®-Magnesiumdach: Mit nur 8,94 Kilogramm ist das Rohbau-Dachmodul 62 Prozent leichter als die Benchmark aus Stahl.

## Der Werkstoff Magnesium eröffnet neue Wege im Leichtbau, speziell für Fahrzeuge im High-End-Bereich.

Im High-End-Segment positioniert, besitzt das Magnesiumdach vor allem im Wettbewerb mit den vergleichbar leichten Kohlefaser-verbundwerkstoffen (CFK) deutliche Kostenvorteile.



Das Dachmodul aus Magnesium erfüllt die gängigen Crash-Anforderungen und auch die Steifigkeitswerte liegen auf einem vergleichbaren Niveau wie bei der Referenzstruktur. Die Serientauglichkeit ist durch FEM-Simulationen, umfangreiche Try-outs und seriennahe Prototypenfertigung abgesichert. Als Fügeverfahren eignen sich sowohl konventionelle Schweißverfahren wie Widerstandspunktschweißen, MIG- und Laserstrahlschweißen als auch gebräuchliche kalte Fügeverfahren wie Nieten, Schrauben oder Kleben.

Um die unterschiedliche Wärmeausdehnung von Stahl und Magnesium auszugleichen, wird das Dachmodul durch Klebstoff mit der Rohkarosserie verbunden und im Bereich der B-Säule zusätzlich verschraubt. Die dabei entstehende Metallfuge lässt sich beispielsweise durch eine selbstklebende Schmutzdichtung schützen.

Das Magnesiumdach ist in unterschiedlichen Varianten, zum Beispiel auch mit Schiebedach, problemlos in verschiedene Rohkarosserien integrierbar. Die Baugruppe ist aus einer sechsteiligen Rahmenkonstruktion und einem Außenblech zusammengesetzt, wobei Unterkonstruktion und Außenblech zuvor separat mit einer keramischen Steinschlagschutzbeschichtung versehen werden. Als Modullösung lässt sich das Magnesiumdach komplett bei einem Zulieferer fertigen und vor der Serienlackierung in den Produktionsprozess des OEM einsteuern. Das Konzept bietet nicht nur ein hohes Maß an Variantenflexibilität, sondern auch Möglichkeiten zur weiteren Produktintegration. So kann das Modul beispielsweise auch mit kompletter Dach-Innenausstattung beim Zulieferer gefertigt werden. Auf diese Weise können die Kosten für das Dachmodul in der Prozesskette weiter sinken.

Rohbau-Dachmodul		-62 %	Gewicht
aus Magnesium	82 %		Kosten
		-52 %	Funktion*
Referenz: konventionelle Bauweise Außenhaut BHZ 180, 0,90 mm; 19,31 kg; Modulumfang (Außenhaut plus Querträger 23,68 kg)			* CO <sub>2</sub> -Emission (Nutzungsphase)

# Steifigkeitsoptimiertes Sandwich-Dach: ambitionierte Leichtbauziele kostengünstig erreichen

## KAROSSERIE GEWICHTS- OPTIMIERTE LÖSUNG

Zwei dünne Stahlbleche und ein Polymerkern – das sind die Zutaten für die neue Dach-Außenhaut aus steifigkeitsoptimiertem Sandwichwerkstoff. Die Lösung ist sowohl aus der Gewichts- als auch aus der Kostenperspektive interessant. Und: Trotz des geringen Einsatzgewichtes liegen Steifigkeit und Crash-Verhalten auf dem anspruchsvollen Niveau der Referenzstruktur. Geeignete gängige Fügeverfahren für die Integration in die Karosserie sind identifiziert.

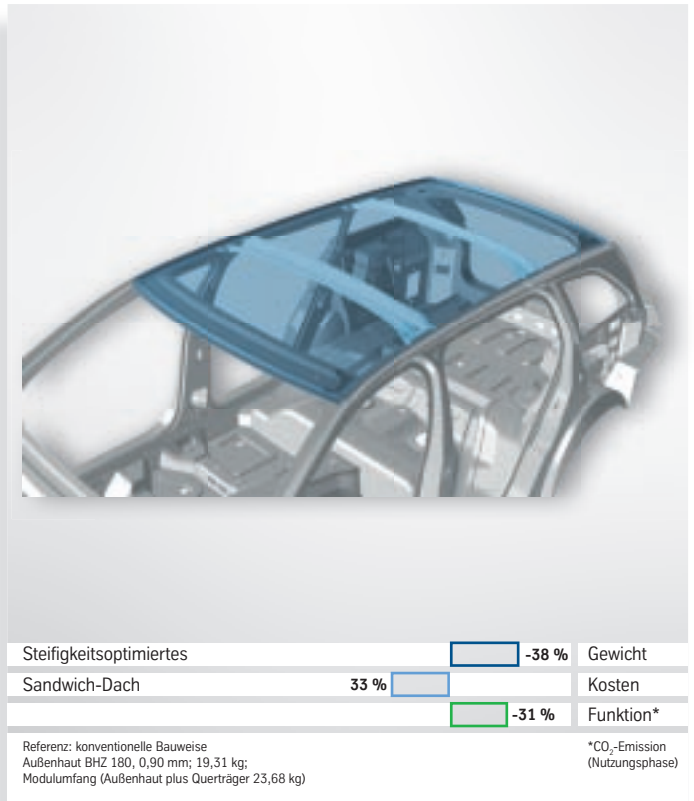
Das neu entwickelte Dach aus steifigkeitsoptimiertem Sandwichwerkstoff ist 38 Prozent bzw. 7,29 Kilogramm leichter als das Stahldach der InCar®-Referenzstruktur. Die Gesamtkosten liegen etwa 33 Prozent höher als beim konventionellen Stahldach der Referenz. Die Leichtbaukosten für das Sandwich-Dach betragen attraktive 1,35 Euro pro Kilogramm.

Der steifigkeitsoptimierte Sandwichwerkstoff besteht aus 0,20 und 0,30 Millimeter dicken Außenblechen, die durch einen 0,40 Millimeter dicken schubsteifen Polymerkern miteinander verbunden sind. Damit ist das Sandwich-Dach genauso dick wie das Dach der Referenz. Der Polymerkern hat eine Dichte von 1,03 Gramm pro Kubikzentimeter.

### Innovatives Sandwichmaterial macht großflächige Außenhautbauteile deutlich leichter.

Mit der Karosserie verbinden lässt sich das Sandwich-Dach durch Stanznieten und, wie bei der Referenzstruktur, durch Laserstrahllöten. Die Machbarkeit solcher Verbindungen wurde durch intensive Tests bestätigt.

Eines der wichtigsten Untersuchungsergebnisse: Für das Laserstrahllöten im Serienmaßstab empfiehlt es sich, asymmetrische Sandwichbleche zu verwenden. Das dickere Deckblech



sollte außen liegen, als Reserve für den Materialabtrag, der bei der heute üblichen Nachbearbeitung der Lötnaht entsteht. Testreihen haben ergeben, dass eine Erhöhung der Blechdicke um 0,1 Millimeter beim oberen Deckblech genügend Spielraum bietet.

Der Sandwichwerkstoff kann auch für andere Außenhautlösungen wie zum Beispiel für Motorhauben, Türen, Kotflügel oder Heckklappen eingesetzt werden. Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind Hutablagen oder Bodenbleche. Je nach Anwendungsfall lassen sich dabei Stahlbleche mit anderen Dicken und Güten sowie unterschiedliche Kunststoff-Zwischenschichten kombinieren.

## Integrierte Lenkung: weniger Bauraum, weniger Gewicht, weniger Kosten

### FAHRWERK FUNKTIONS- OPTIMIERTE LÖSUNG

Eins plus eins gleich eins: So lautet die Summe, wenn man Lenkungs-Know-how und Fahrwerk-expertise bei ThyssenKrupp addiert. Die neu entwickelte integrierte Lenkung zeigt, wie intelligente Bauteilintegration elf Prozent Gewicht und zugleich Bauraum spart – und dies bei drei Prozent Kostenersparnis gegenüber einem konventionellen Vorderachsträger mit elektromechanischer Lenkung. Die neue Lösung senkt das CO<sub>2</sub>-Äquivalent um 85 Kilogramm pro Fahrzeug über den gesamten Lebenszyklus.

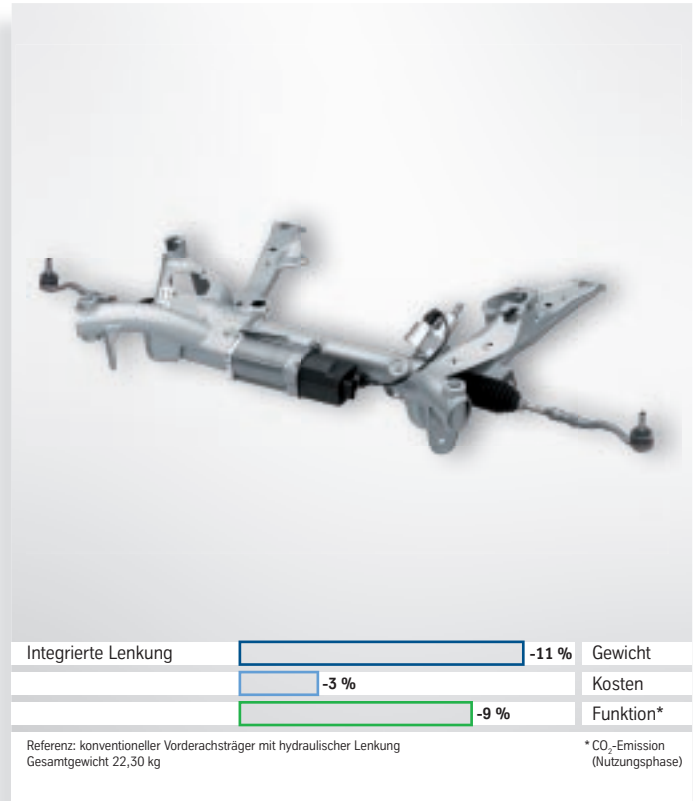
### Eins plus eins gleich eins: Lenkgetriebe und Achsquerträger in einem Bauteil integriert.

Miteinander zu einem Bauteil vereinigt sind in der integrierten Lenkung das Lenktriebegehäuse und der Querträger, der gemeinsam mit zwei Längsträgern den Grundrahmen klassisch aufgebaute U-förmiger Vorderachsträger bildet.

Bei der neuen InCar®-Lösung hat man den Querträger durch ein Stahlgehäuse ersetzt, das gleichzeitig das Lenkgetriebe auf- und die tragenden Funktionen des Querträgers übernimmt. Die Integration spart elf Prozent Gewicht im Vergleich zur Referenzstruktur. Die Bauteil- und Fertigungskosten verringern sich um drei Prozent, hauptsächlich, weil das Lenkgehäuse aus Aluminium eingespart wird.

Dabei liegt die Strukturperformance der integrierten Lenkung auf dem gleichen hohen Niveau wie die der Referenzlösung. Die Steifigkeitswerte der Baugruppe sind sogar um sechs Prozent höher als bei der Referenz. Die Überprüfung der Betriebsfestigkeit im Finite-Elemente-Modell hat gezeigt, dass alle Bauteilbereiche ausreichend dimensioniert sind. Auf der Grundlage von Simulationen unterschiedlicher Lastfälle wurde die integrierte Lenkung außerdem so weit optimiert, dass die elastische Bauteilverformung bei maximalen Lasten im unkritischen Bereich liegt und die Lenkungen nicht beeinträchtigt. Ein Fertigungskonzept für die neue integrierte Lenkung liegt vor.

Die Verbindung von Querträger und Lenkgetriebe zu einer Komponente schafft neuen Gestaltungsspielraum im Bereich der Vorderachse, der sich zum Beispiel für aktive Stabilisatoren oder Hybridantriebe nutzen lässt.



Eine weitere Möglichkeit haben die Entwickler direkt praktisch umgesetzt: Die hydraulische Lenkung der Referenz wurde durch ein elektromechanisches System ersetzt, wobei Teile des gewonnenen Bauraums für die Antriebseinheit genutzt werden konnten. Damit ist es erstmals gelungen, eine höherwertige Lenkungenfunktion in eine bestehende Struktur zu integrieren, ohne Größe und Position angrenzender Aggregate ändern zu müssen.

# PSVC – Presta Shiftable Valve Control: maximale Leistung, minimaler Verbrauch

## ANTRIEB FUNKTIONS- OPTIMIERTE LÖSUNG

Für maximale Motorleistung bei minimalem Verbrauch steht die stufenverstellbare Ventilhubsteuerung Presta Shiftable Valve Control (PSVC). Die im Rahmen des InCar®-Projekts entwickelte Steuerung ist als mindestens dreistufiges Ventilhubgetriebe ausgelegt. PSVC senkt den Kraftstoffverbrauch um zwei bis fünf Prozent im Vergleich zu einem ohnehin schon sparsamen, direkt einspritzenden 1,4-Liter-Vierzylindermotor als Referenz. Die Umweltbilanz: Das emittierte CO<sub>2</sub>-Äquivalent über den gesamten Lebenszyklus verringert sich um 2.265 Kilogramm pro Fahrzeug. Im Niedriglastbereich lassen sich durch Zylinderabschaltung zusätzliche Verbrauchsreduktionen von 8 bis 20 Prozent und weitere Einsparungen bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen erzielen.

Die Mehrkosten für das Ventilgetriebe auf der Einlassseite betragen 124 Euro bei einer Stückzahl von 400.000 Vierzylindermotoren pro Jahr. Das System ist auch für kleinere Motoren mit weniger als 80 Millimeter Zylinderabstand einsetzbar.

Mit dem PSVC-System können Einlass- oder Auslassventile in mindestens drei Stufen zwischen vollständiger Ventilöffnung und Zylinderabschaltung verstellt werden. Hubhöhe, Ventilgeschwindigkeit und -beschleunigung sind im Rahmen üblicher Werte nach Kundenwunsch auslegbar. Menge, Zusammensetzung und Ausnutzung des Brennstoff/Luft-Gemisches im Arbeitsraum des Zylinders lassen sich mit PSVC optimal auf die jeweiligen Drehzahlen und Belastungen des Motors abstimmen.

**PSVC: nachhaltige CO<sub>2</sub>-Reduktion durch stufenverstellbare Ventile. Auch für kleinere Motoren einsetzbar.**

Charakteristisch für das PSVC-System sind zusätzliche kompakte Ventilgetriebe zwischen Nockenwelle und Ventilschlepphebel. Die Übersetzung des Nockenhubes auf die Schlepphebelbewegung lässt sich dabei so verändern,

dass jeweils unterschiedliche Ventilöffnungen entstehen. Verändert wird die Position der Ventilgetriebe über eine Verstellwelle, die von einem eigenen kleinen Elektromotor angetrieben wird.

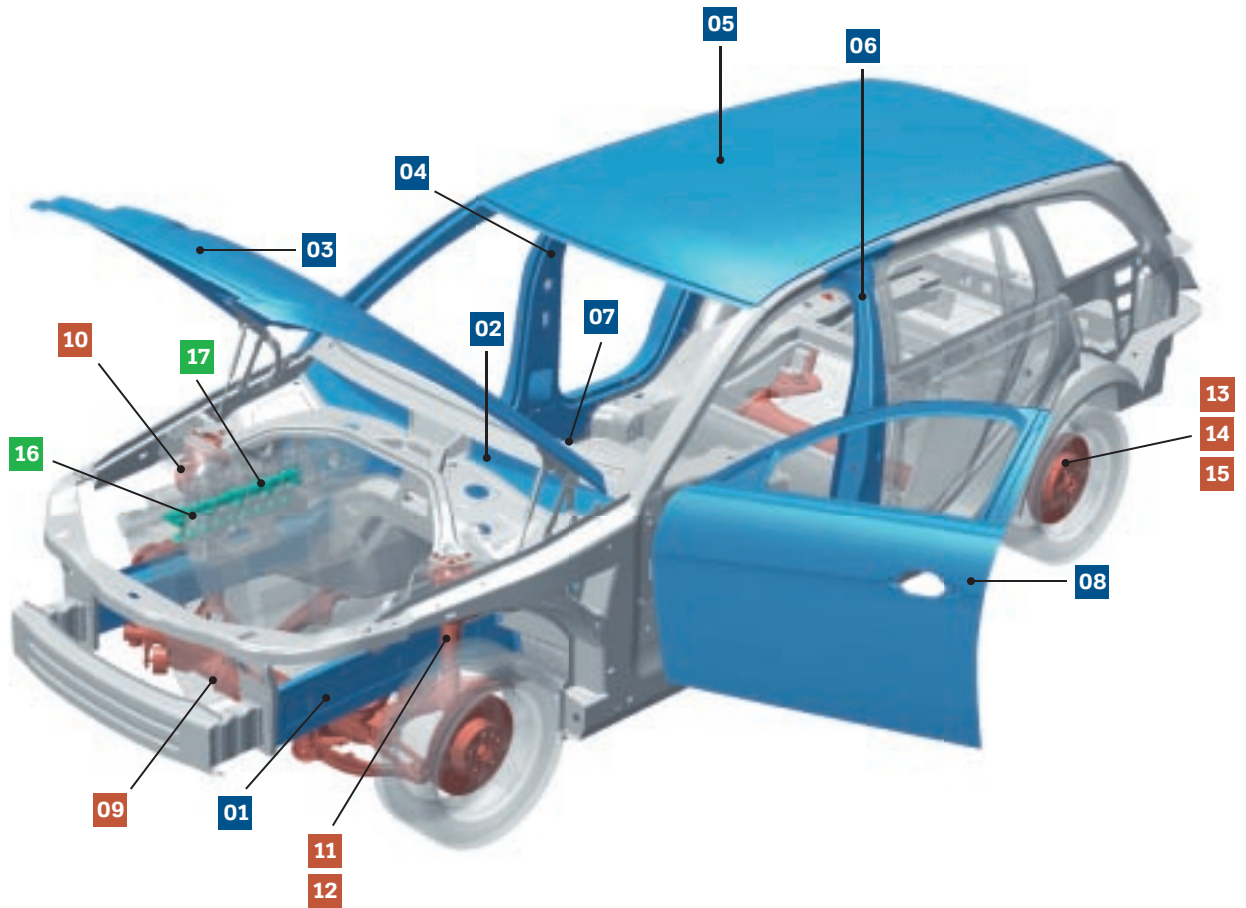
Die Ventilsteuerung wurde als Funktionsmuster in Hardware erstellt und erprobt. Sie kann grundsätzlich als vormontierte Baugruppe auf einen bestehenden Zylinderkopf aufgesetzt oder, bei Neuentwicklungen, direkt in den Zylinderkopf integriert werden. Die Getriebekomponenten sind für Großserienanwendungen als Feigussteile und kostengünstige Blechteile produzierbar. Fertigungs- und Montagekonzepte liegen vor.

Seine erstklassige Performance hat das PSVC-System in Schleppversuchen bewiesen. Das System ist bei Drehzahlen bis zu 6.000 Kurbelwellenumdrehungen betriebssicher.



Presta Shiftable Valve Control	2,8 kg		Gewicht
(PSVC)	124 EUR		Kosten
		-7,71 g CO <sub>2</sub> /km	Funktion*
Referenz: konventioneller Ventiltrieb eines direkteingespritzten Vierzylinder DOHC-Ottomotors			* CO <sub>2</sub> -Emission (Nutzungsphase)

# InCar®: Übersicht



## Karosserielösungen

- 01 Längsträger vorn
- 02 Stirnwand
- 03 Motorhaube
- 04 Seitenwand
- 05 Dach
- 06 B-Säule
- 07 Sitzquerträger
- 08 Tür

## Fahrwerklösungen

- 09 Vorderachsträger mit Lenkung
- 10 Feder
- 11 McPherson-Federbein
- 12 Dämpfer
- 13 Hinterachsträger
- 14 Verbundlenkerachse
- 15 Achsmodularität

## Antrieblösungen

- 16 Variable Ventiltriebe
- 17 Nockenwellen mit integrierten Lagerböcken



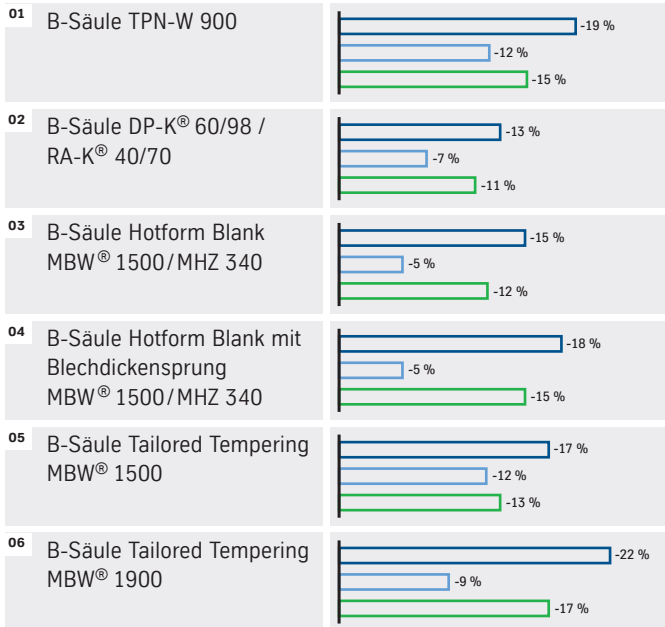
Alle InCar®-Lösungen  
auf einen Blick – Karosserie,  
Antrieb und Fahrwerk.

#### **Allgemeiner Hinweis**

Angaben über die Beschaffenheit oder Verwendbarkeit von Materialien bzw. Erzeugnissen dienen der Beschreibung. Berechnungen und technische Bewertungen beziehen sich ausschließlich auf die Referenzstruktur oder die genannten Referenzprodukte und bedürfen bei einem konkreten Einsatz des jeweiligen Materials oder Produkts einer nochmaligen Überprüfung oder ausdrücklichen Bestätigung. Zusagen in Bezug auf das Vorhandensein bestimmter Eigenschaften oder einen bestimmten Verwendungszweck bedürfen stets besonderer schriftlicher Vereinbarung.

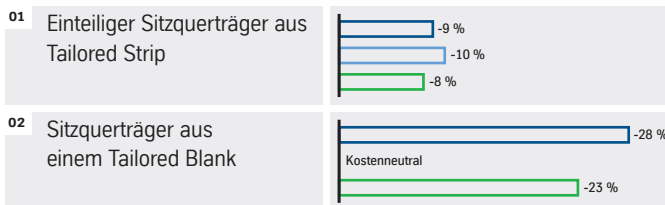
## B-Säule

Referenz: DP-W® 600  
DP-W® 600 2,20/2,00 mm; 18,67 kg/Fahrzeug



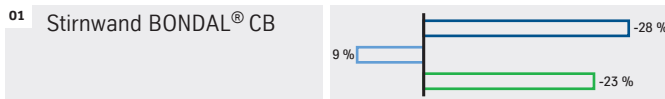
## Sitzquerträger

Referenz: konventioneller Sitzquerträger  
4-teilig, MHZ 420 und DP-K® 34/60; 6,52 kg/Fahrzeug



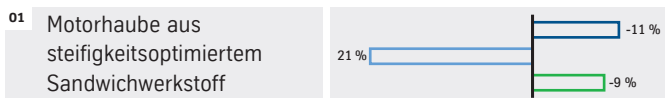
## Stirnwand

Referenz: MHZ 340  
Bauteilgewicht 5,63 kg; 10,03 kg inkl. Dämm- und  
Dämpfungsmaßnahmen



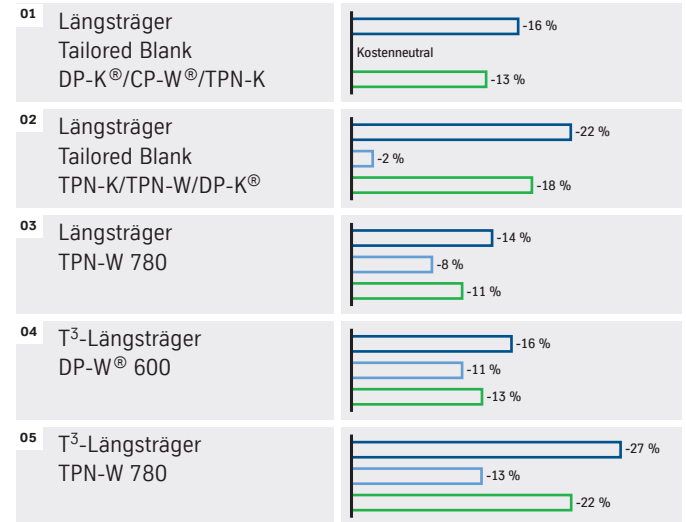
## Motorhaube

Referenz: konventionelle Bauweise  
Außenhaut BHZ 180, 0,7 mm; 12,39 kg;  
gesamte Motorhaube 25,13 kg



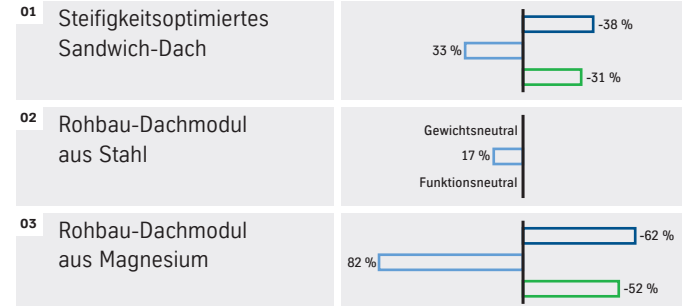
## Längsträger vorn

Referenz: DP-W® 600  
Längsträger innen DP-W® 600 1,80/2,00 mm und  
Längsträger außen 1,80 mm; 15,56 kg/Fahrzeug



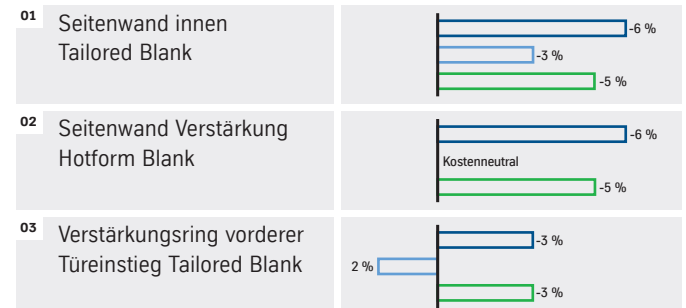
## Dach

Referenz: konventionelle Bauweise  
Außenhaut BHZ 180, 0,90 mm; 19,31 kg;  
Modulumfang (Außenhaut plus Querträger 23,68 kg)



## Seitenwand

Referenz: konventionelle Seitenwand  
Mehrteilig gebaute Lösungen



□ = Gewicht  
□ = Kosten  
□ = Funktion (CO<sub>2</sub>-Emission, Nutzungsphase;  
\*Ventiltriebreibung)

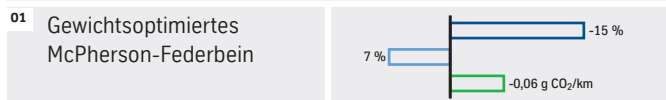
## Tür

Referenz: konventionelle Stahltür mit Tailored Blanks  
Gesamtgewicht 17,17 kg/Tür bzw. 34,34 kg/Fahrzeug



## McPherson-Federbein

Referenz: konventionelles McPherson-Federbein (Teller) 0,46 kg;  
konventionelles McPherson-Federbein (Rohr) 1,25 kg bzw.  
2,5 kg/Fahrzeug



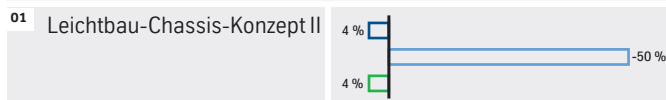
## Verbundlenkerachse

Referenz: Standard-RTB (generic)  
Gesamtgewicht 28,65 kg



## Hinterachsträger

Referenz: Hinterachsträger aus Aluminium  
Gesamtgewicht 17,20 kg



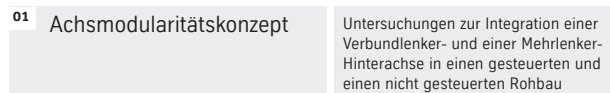
## Variable Ventiltriebe

Referenz: konventioneller Ventiltrieb eines direkteingespritzten  
Vierzylinder DOHC-Ottomotors



## Achsmodularität

Referenz: Fahrzeugstruktur mit Mehrlenker-Hinterachse



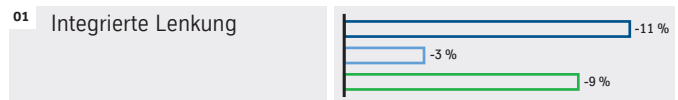
## Dämpfer

Referenz: kontinuierlich verstellbarer Dämpfer  
Gesamtgewicht 2,39 kg/Dämpfer bzw. 9,56 kg/Fahrzeug



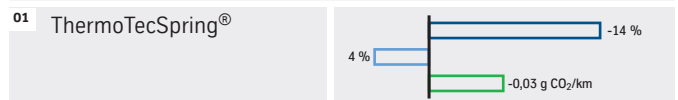
## Vorderachsträger mit Lenkung

Referenz: konventioneller Vorderachsträger mit  
hydraulischer Lenkung  
Gesamtgewicht 22,30 kg



## Feder

Referenz: konventionelle warmgewickelte Feder  
Gesamtgewicht 1,37 kg/Feder bzw. 2,74 kg/Fahrzeug



## Nockenwellen mit integrierten Lagerböcken

Referenz: konventionelle Lagerung  
Vierzylinder DOHC, Aluminiumzylinderkopf mit geteilten Gleitlagern



Oliver Hoffmann  
Program Manager InCar®  
ThyssenKrupp Steel Europe AG  
Tel. +49 (0)203 52-44370  
E-Mail: [oliver.hoffmann@thyssenkrupp.com](mailto:oliver.hoffmann@thyssenkrupp.com)

**ThyssenKrupp AG**

August-Thyssen-Strasse 1 · 40211 Düsseldorf  
[www.thyssenkrupp.com](http://www.thyssenkrupp.com)