

LÖSUNGEN FÜR AUTOMOBILE EFFIZIENZ

# ThyssenKrupp InCar<sup>®</sup> plus



EFFICIENCY

Wir entwickeln die Zukunft für Sie.

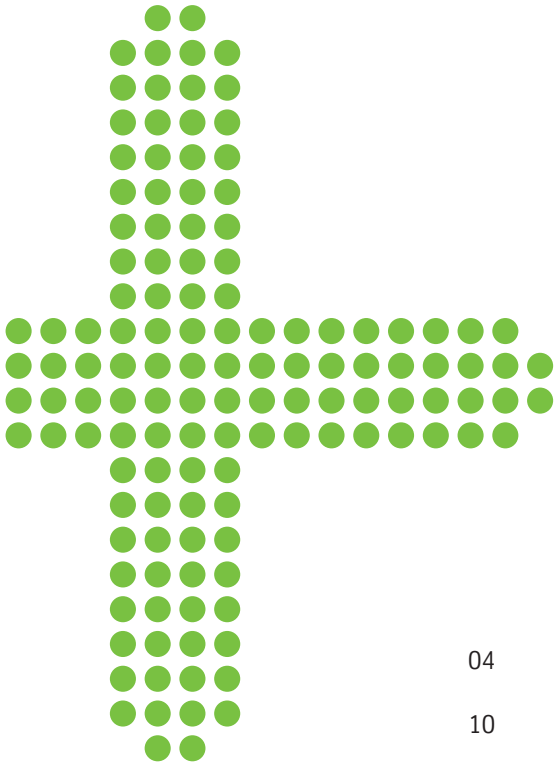


ThyssenKrupp





# Inhalt



04	Projekt ThyssenKrupp InCar®plus
10	Life Cycle Assessment
12	Lösungen für automobiler Effizienz
18	Lösungen im Bereich Antrieb
20	Lösungen im Bereich Fahrwerk & Lenkung
22	Lösungen im Bereich Karosserie
24	Vorteile auf einen Blick





»InCar®plus-Lösungen folgen unterschiedlichen Kundenwünschen je nach fahrzeugspezifischer Anforderung.«

Dr. Karsten Kroos, Vorsitzender des Bereichsvorstands der Business Area Components Technology der ThyssenKrupp AG



»ThyssenKrupp nutzt sein gebündeltes Know-how in der Werkstoffentwicklung, im Engineering und in der Fertigung.«

Dr. Heribert R. Fischer, Mitglied des Vorstands der ThyssenKrupp Steel Europe AG

## Lösungen für automobiler Effizienz Das Projekt ThyssenKrupp InCar®plus

ThyssenKrupp InCar®plus leistet einen starken Beitrag zu automobilener Effizienz. Mehr als 40 innovative Lösungen setzen Maßstäbe bei Leichtbau, Elektrifizierung, Energieeffizienz sowie Sicherheit und Komfort.

»InCar®plus-Lösungen sind bis zu 60 Prozent leichter und bis zu 10 Prozent günstiger als eine anspruchsvolle Referenz.«

Dr. Axel Grünekle, Projektleiter InCar®plus







»Mehr Effizienz durch Verbrauchsreduzierung ist eines unserer Kernziele.«

Claudius Rath, Teilprojektleiter Antrieb

Die Automobilindustrie erlebt eine Umbruchphase. Die Urbanisierung schreitet immer schneller voran, Kraftstoffe werden teurer und Ressourcen knapper. Zugleich nimmt insbesondere in den Schwellenländern die Motorisierung zu und auch der Güterverkehr zeigt starkes Wachstum. Das Thema Klimaschutz spielt eine zentrale Rolle. Die von der Politik vorgegebenen Ziele zur Reduktion von klimaschädlichen Gasen sind weltweit ambitioniert. Weitere Trends mit hohem Anspruch sind vernetztes und teilautonomes Fahren. Wir müssen Technologien entwickeln, die effizient und nachhaltig sind.

Gleichzeitig schreitet die Globalisierung der Automobilindustrie weiter fort. Jetzt gilt es unter anderem, den weltweit gleichzeitigen Produktionsstart neuer Modelle zu meistern. Modulare Modellplattformen gewinnen zunehmend an Bedeutung, gleichzeitig aber auch der Wunsch des Endkunden nach einem individualisierten Produkt. Insgesamt verschärft sich der Wettbewerb, der Kostendruck wächst und die Entwicklungszeiten werden sich weiter verkürzen.

Mit ThyssenKrupp InCar®plus wollen wir dazu beitragen, die Erfolge unserer Kunden auch künftig zu sichern. In mehr als 30 Einzelprojekten mit über 40 Lösungen haben unsere Ingenieure neue Produkte für die Bereiche Antrieb, Fahrwerk & Lenkung

sowie Karosserie entwickelt. Dabei stehen umweltschonende Lösungen rund um Energieeffizienz, Elektromobilität und Leichtbau im Mittelpunkt. Ob Gewicht, Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit oder Funktionalität: In mindestens einem dieser Punkte wird jede unserer InCar®plus-Innovationen den heutigen Stand der Technik übertreffen. Beim Gewicht zeigen InCar®plus-Lösungen Einsparpotenziale von bis zu 60 Prozent, bei den Kosten bis zu 10 Prozent.

InCar®plus ist das derzeit größte herstellerunabhängige Entwicklungsprojekt eines Automobilzulieferers. Es beeindruckt nicht nur durch Umfang und Vielfalt, sondern insbesondere auch durch den hohen Absicherungsgrad der Lösungen. InCar®plus-Innovationen sind über die gesamte Wertschöpfungskette erprobt und abgesichert. Dies umfasst sämtliche Umform- und Bearbeitungsschritte des Werkstoffs, den Werkzeug- und Prototypenbau sowie die Systemmontage für Großserien. Mit welchen Kosten dabei zu rechnen ist, ist ebenso untersucht worden wie die Methoden und Werkzeuge, mit denen sich die InCar®plus-Innovationen fertigen lassen. Das Team hat dafür gesorgt, dass die neuen Lösungen reibungslos und zügig in eine Serienproduktion überführt werden können.

Das Zylinderkopf-Haubenmodul mit integrierten Nockenwellen wird in Hybridbauweise aus Polymer-, Aluminium- und Stahlkomponenten zusammengefügt. Gewichtsersparnis: 15 Prozent.





»Bei Lenksäulen und Stoßdämpfern werden innovative Produkte in Multi-materialbauweise umgesetzt.«

Rainer Pudeg, Teilprojektleiter Fahrwerk & Lenkung

Ökobilanzen sind ebenfalls Teil der Projektarbeit bei InCar®plus. Dabei legen wir ganzheitliche Lebenszyklus-Analysen zugrunde, die neben dem Fahrbetrieb in der Nutzungsphase auch die Umweltauswirkungen bei Produktion und Recycling untersuchen. Mit diesen Informationen sind auch die jeweiligen Umweltauswirkungen beim Einsatz von InCar®plus-Innovationen von Beginn an transparent. Die Nachhaltigkeitsperformance von Fahrzeugen gewinnt in der Automobilindustrie als Wettbewerbsfaktor zunehmend an Bedeutung.

Während die aktuelle Gesetzgebung sich im Hinblick auf Nachhaltigkeit lediglich auf die Emissionen im Fahrbetrieb konzentriert, betrachten wir den gesamten Lebenszyklus. Unsere Ökobilanzen weisen die Emissionen für alle Phasen des Produktlebens aus, von der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung über die Materialproduktion und Bauteilherstellung bis hin zur Nutzung und dem Recycling der Endprodukte. Diese Informationen helfen dabei, aus der zunehmenden Bandbreite der Werkstoffe die richtige Auswahl zu treffen. Gleichzeitig zeigen sie das ökologische Potenzial von Verbesserungen im Antriebsstrang oder bei Fahrwerk und Lenkung.

### Rundum abgesichert durch interdisziplinären Ansatz

In ThyssenKrupp InCar®plus ist das gesamte automobiler Know-how des Konzerns gebündelt. So ist ThyssenKrupp heute mit der Business Area Steel Europe einer der weltweit technologisch führenden Qualitätsflachstahl-Anbieter. Die Business Area Components Technology nimmt in den Geschäftsfeldern Kurbel- und Nockenwellen, Lenksysteme, Dämpfer sowie Federn und Stabilisatoren mit ihren hochwertigen Komponenten eine international führende Marktposition ein. Die Business Unit System Engineering ist ein Systempartner für alle wesentlichen Komponenten der Prozessketten Karosserie und Powertrain-Montage. Dieser interdisziplinäre Ansatz macht es möglich, dass wir Innovationen mit hohem Reifegrad ganz nah an den Bedürfnissen unserer Kunden entwickeln: einschließlich der nötigen Werkzeugtechnologie, mit eigens angefertigten Prototypen und in einer Vielzahl von Tests geprüft.

Prüfung von Lenkwellen. ThyssenKrupp stellt die gleichbleibend hohe Qualität seiner Komponenten mit umfangreichen Testverfahren sicher.



Stoßdämpfer-Dauertest. Neben Lösungen mit innovativen Fertigungsprozessen befasst sich InCar®plus mit Stoßdämpferrohren in Multi-materialbauweise.







»Wirtschaftlicher Leichtbau und steigende Anforderungen an die Crashesicherheit stehen im Fokus.«

Markus Zörnack, Teilprojektleiter Karosserie

### Teilprojekt Antrieb

Der konventionelle Verbrennungsmotor bleibt auf absehbare Zeit die dominante Antriebsform im Automobil. ThyssenKrupp setzt hier mit der Weiterentwicklung des Ventiltriebs neue Akzente. Die Ingenieure haben die Effizienz des Verbrennungsmotors gesteigert, wodurch Kraftstoffverbrauch und damit Emissionen deutlich sinken. Ein Beispiel ist die Weiterentwicklung der Nockenwellentechnologie. Außerdem verringern alternative Lagerungskonzepte innermotorische Energieverluste. Auch durch die Integration weiterer Funktionen, wie die Ölabscheidung in die Nockenwelle, erzeugt InCar®plus Mehrwert für den Kunden. Die Neuerung spart Bauraum und verringert Emissionen.

Zu den Antriebs-Highlights zählt außerdem ein neues Zylinderkopf-Haubenmodul mit integrierten Nockenwellen. Das Modul ist aus Polymer-, Aluminium- und Stahlkomponenten zusammengefügt. Die Innovation steht für 15 Prozent weniger Gewicht und zusätzlich für Geräuschminderung. Und die aus Aluminium bestehenden Lagerbrücken mit eingegossenen Lagerringen senken die Reibleistung um ca. 10 bis 15 Watt sowie den Ölvolu-menbedarf in den Gleitlagern um 30 bis 40 Prozent.

Das Teilprojekt Antrieb hat sich außerdem mit innovativen Lösungen rund um den Elektroantrieb beschäftigt. Die Ziele: optimierter Wirkungsgrad und damit bessere Nutzung der Batteriekapazität. Hochfestes Elektroband mit verbesserten magnetischen Eigenschaften und erhöhter Festigkeit macht höhere Drehzahlen möglich. Hohlzylindrische, gebaute Rotorwellen sparen 16 Prozent Gewicht und bieten in ihrem Inneren zusätzlichen Bauraum, zum Beispiel für eine Ölzuführung oder eine aktive Rotorkühlung.

### Teilprojekt Fahrwerk & Lenkung

Elektrische Lenksysteme brauchen deutlich weniger Energie als hydraulische Lösungen. Gleichzeitig leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Sicherheit und steigern den Komfort. Moderne Fahrerassistenzsysteme wie automatisches Parken oder Spurassistentz erfordern diesen Technologiewechsel zwingend. Innovationen aus dem Teilprojekt Fahrwerk & Lenkung helfen, diese Technik für neue Fahrzeugklassen zu erschließen und noch effizienter einzusetzen. Aber auch zukunftsweisende Themen wie Steer-by-Wire haben wir intensiv bearbeitet und mit einem realen Versuchsfahrzeug die Grundlagen für die Lenkung von übermorgen geschaffen.

Ein weiterer Entwicklungsschwerpunkt lag auf der Multimaterialbauweise von Stoßdämpferrohren und Lenkungskomponenten. So hat ThyssenKrupp kohlefaserverstärkte Kunststoffe oder Aluminium mit bewährten Werkstoffen kombiniert und einzelne Bauteile um bis zu 60 Prozent leichter gemacht. Neben Lösungen zur Gewichtsoptimierung standen auch Kostenreduktion und Funktionserweiterung der Systeme im Fokus. So lassen sich alle Kundenwünsche und fahrzeugspezifische Anforderungen individuell bedienen. Nicht zuletzt standen kostengünstige, großserientaugliche Fertigungsverfahren zur wirtschaftlichen Produktion der InCar®plus-Technologien auf der Entwicklungsagenda.



Rollfalzen einer LITECOR®-Außenhaut. Dieses Verfahren wurde unter Serienbedingungen mit kurzen Taktzeiten erprobt und ermöglicht eine hohe Qualität der Falzverbindung.





Warmumformung einer Radschüssel. Mit einem prototypischen Versuchswerkzeug kann eine Radschüssel mit hoher Designfreiheit und Festigkeit bei geringem Gewicht erzeugt werden.



Der Prototypenbau spielt im Rahmen des Projekts InCar®plus eine wichtige Rolle. Hier schneidet ein Laser Rotorbleche für eine elektrische Maschine aus hochfestem Elektroband.

## Teilprojekt Karosserie

Leichtbau steht auch im Mittelpunkt des Teilprojekts Karosserie. Hier leisten neue Stahlsorten und -halbzeuge, Werkstoffverbunde, Magnesium und kohlefaserverstärkte Kunststoffe wesentliche Beiträge. Werkstoffgerechtes Design und innovative Konstruktionen bringen die Potenziale der Materialien zum Tragen. Neue Fertigungs- und Fügetechnologien haben wir auf der Grundlage sowohl unserer Engineering- als auch unserer Werkstoffkompetenz entwickelt.

Dabei spielt die Warmumformung als eine der wichtigsten Technologien für wirtschaftlichen Leichtbau bei Sicherheitsbauteilen eine Schlüsselrolle. Das betrifft sowohl die Entwicklung neuer Warmumformstähle als auch die Weiterentwicklung der Fertigungstechnologie selbst. Die Fortschritte werden in konkrete Bauteile, beispielsweise B-Säulen, umgesetzt.

Die InCar®plus-Ingenieure beschäftigen sich darüber hinaus mit den karosserienahen Themen „Sitzstrukturen“ und „Räder“. Diese Komponenten sind nicht zu vernachlässigende Gewichtstreiber im Fahrzeug, an die Automobilhersteller wie Endkunden hohe Ansprüche im Hinblick auf Komfort, Funktionalität und Design stellen. Moderne Stahlräder besitzen gegenüber konventionellen Leichtmetallrädern nicht nur einen signifikanten Kostenvorteil, sie sind auch erheblich leichter. Als rotatorisch bewegte Masse profi-

tieren Räder ganz besonders von Leichtbau-Effekten. Unter ökologischen Bewertungskriterien ist eine Substitution des Stahlrads durch vermeintlich gewichtsgünstigere Leichtmetall-Lösungen kontraproduktiv.

Über 20 Prozent Gewichtsreduktion in der Motorhaube bei attraktiven Leichtbaukosten und gleichbleibend hoher Performance können durch den Einsatz moderner Stahltechnologien und Leichtbaukonzepte realisiert werden. Dieses Leichtbaupotenzial lässt sich durch die Verwendung moderner Sandwichprodukte in der Außenhaut, kombiniert mit einer entsprechend gestalteten Innenstruktur, realisieren. Ein solches Sandwichprodukt ist LITECOR®, ein Verbund aus Stahl und Kunststoff.

Die InCar®plus-Lösungen zeigen eindrucksvoll, dass sich mit Stahl signifikante Gewichtsreduktionen kostengünstig erzielen lassen.





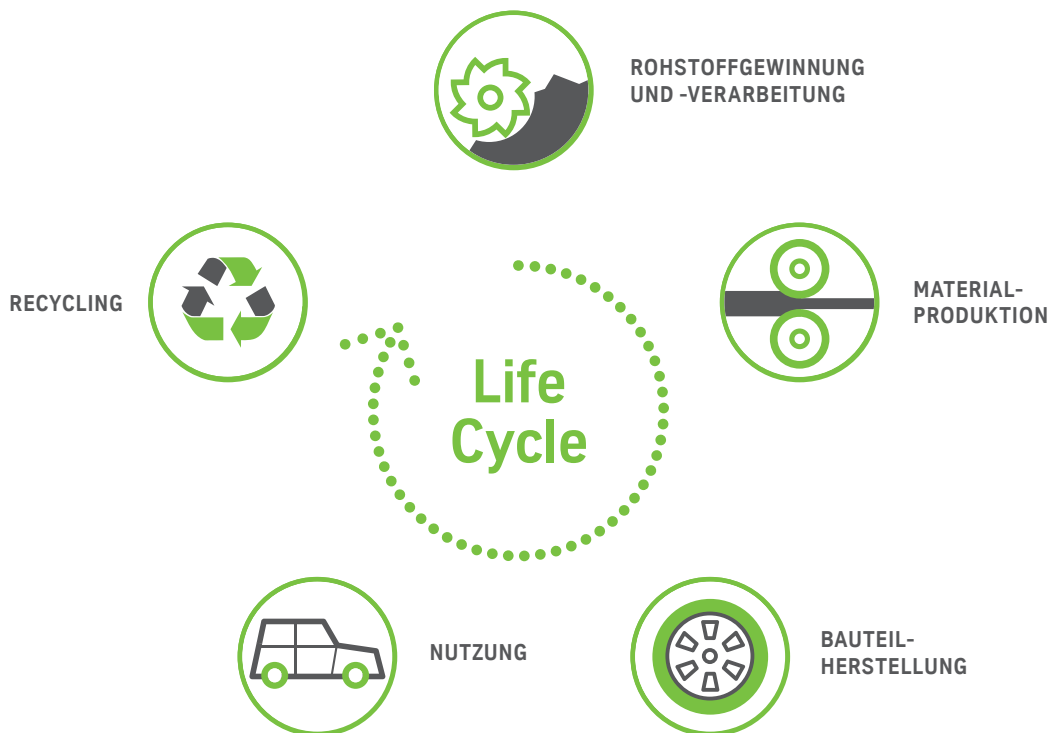


# NACHHALTIGKEIT



## Nachhaltigkeit als Innovationsmotor Das Life Cycle Assessment

InCar<sup>®</sup>plus-Lösungen helfen, einen signifikanten Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Fahrbetrieb zu leisten, und folgen darüber hinaus einem ganzheitlichen Ansatz, der den gesamten Lebenszyklus des Fahrzeugs im Blick hat.



ThyssenKrupp betrachtet Nachhaltigkeit als Innovationsmotor. Daher haben wir auch bei InCar<sup>®</sup>plus besonderen Wert auf umweltfreundliche und recyclingfähige Werkstoffe und Fahrzeugkomponenten gelegt.

Die Ökobilanzen für InCar<sup>®</sup>plus-Lösungen weisen die Emissionen für alle Phasen des Produktlebens, von der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung über die Materialproduktion und Bauteilherstellung bis hin zur Nutzung und dem Recycling der Endprodukte, aus. Sie zeigen in fast allen Wirkungskategorien Verbesserungen und dies über den gesamten Lebenszyklus. In ihrer ganzheitlichen Perspektive betrachten unse-

re Ökobilanzen die InCar<sup>®</sup>plus-Lösungen nicht nur hinsichtlich möglicher Treibhauseffekte, sie decken auch weitere Umweltindikatoren wie Sommersmog, Überdüngung und Versauerung ab. Denn ein Produkt mit guter CO<sub>2</sub>-Bilanz muss nicht zwingend umweltfreundlich sein. Es kann zwar den Treibhauseffekt verringern, aber gleichzeitig beispielsweise das Versauerungspotenzial erhöhen. Darüber hinaus hat ThyssenKrupp auch den Ressourcenverbrauch und Primärenergiebedarf betrachtet und bewertet. Die Verantwortung für die Umwelt, der wir uns bei InCar<sup>®</sup>plus stellen, geht weit über das gesetzlich vorgeschriebene hinaus.

# ThyssenKrupp InCar®plus

## Lösungen für automobiler Effizienz

ThyssenKrupp InCar®plus leistet einen starken Beitrag zu automobilher Effizienz, insbesondere im Hinblick auf Kraftstoffreduzierung, Leichtbau, wirtschaftliche Fertigung sowie die Integration zusätzlicher Funktionen in vorhandene Komponenten.







LEICHTER



WIRTSCHAFTLICHER



NACHHALTIGER



PERFORMANTER



# ThyssenKrupp InCar®plus

## Innovationen aus drei Produktbereichen

InCar®plus nutzt das gebündelte Know-how von ThyssenKrupp in der Werkstoffentwicklung, im Engineering und in der Fertigung qualitativ hochwertiger Komponenten, Module und Systeme. So entstehen einzigartige Synergien, die mehr Effizienz bei Antrieb, Fahrwerk & Lenkung sowie Karosserie ermöglichen.

### Antrieb

Mehr Effizienz durch Verbrauchsreduzierung ist eines der Kernziele von ThyssenKrupp InCar®plus. Weil der konventionelle Verbrennungsmotor auf absehbare Zeit die dominante Antriebsform bleibt, liegt hier ein Schwerpunkt innerhalb des Teilprojekts Antrieb. Durch die Kombination von konsequentem Leichtbau und intelligenter Funktionsintegration zeigt InCar®plus eindrucksvoll, was heute und morgen machbar ist. Darüber hinaus trägt das Projekt der zunehmenden Bedeutung elektrifizierter Antriebsvarianten Rechnung und erhöht deren Wirkungsgrad.

### Fahrwerk & Lenkung

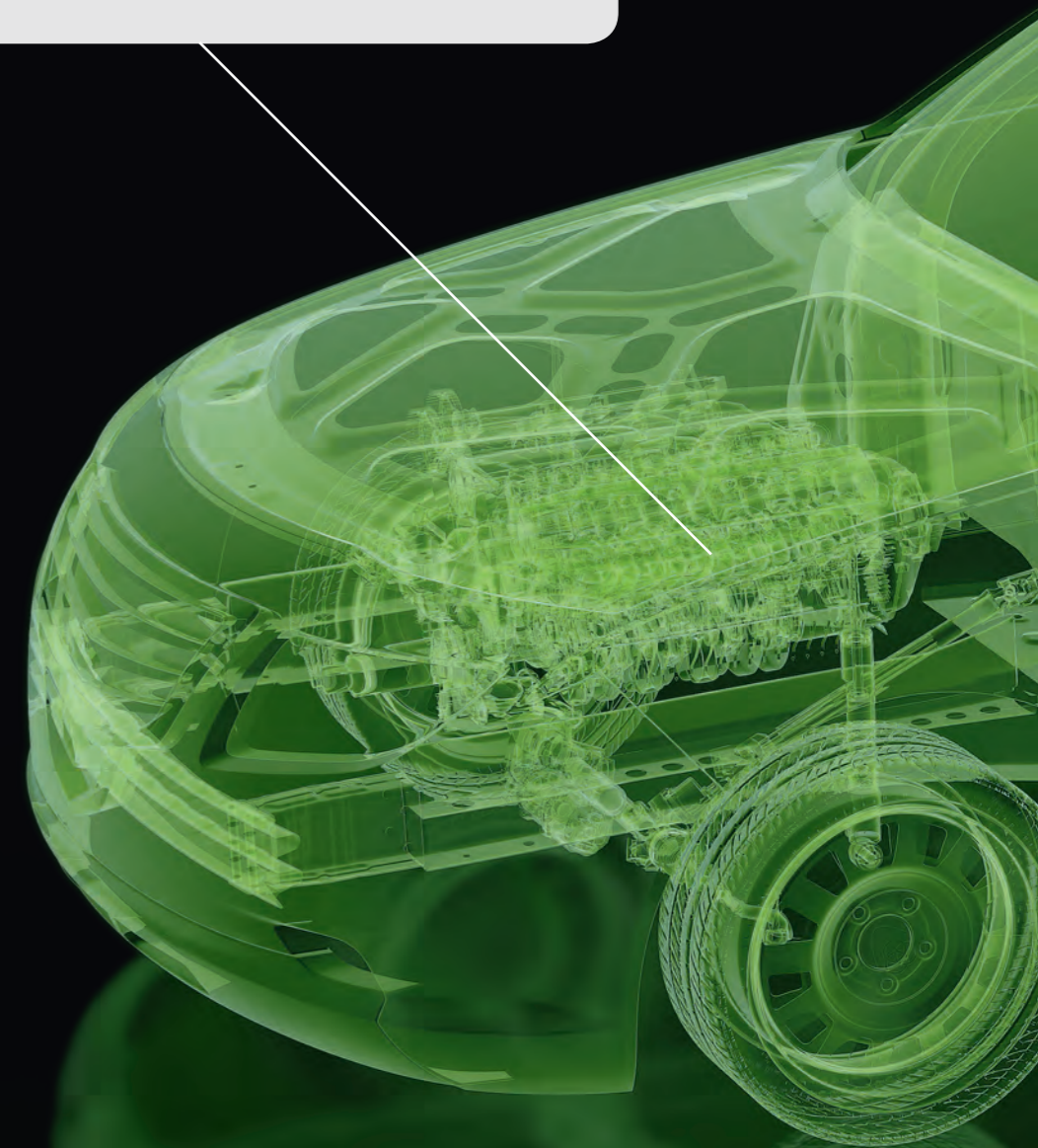
ThyssenKrupp InCar®plus setzt auf den Technologiewechsel hin zu elektrischen Lenksystemen auf und entwickelt die nächste Generation für noch mehr Sicherheit und Komfort. Bei Lenksäulen und Stoßdämpferrohren werden innovative Produkte in Multimaterialbauweise umgesetzt. Die Einzellösungen folgen unterschiedlichen Kundenwünschen je nach fahrzeugspezifischer Anforderung. So liegt die Priorität entweder auf der Gewichtsoptimierung, der Kostenreduktion oder auf einer Funktionserweiterung der Systeme.

### Karosserie

Wirtschaftlicher Leichtbau und steigende Anforderungen an die Crashesicherheit stehen im Fokus moderner Karosserieentwicklung. ThyssenKrupp entwickelt neue Werkstoffe, baut Werkzeuge und fertigt Prototypen, die einem umfangreichen Testing unterzogen werden – alles aus einer Hand. Der Vorteil für Kunden: Innovative Werkstoffe und Fertigungstechnologien gelangen schnell in die Serienproduktion. Zum Portfolio im Bereich Karosserie gehören neben Struktur- und Anbauteilen auch Sitzkomponenten und Räder.

### Verbrennungsmotorischer Antrieb

- Konsequente Weiterentwicklung von Nockenwellen und Ventiltriebsmodulen
- Alternative Lagerungskonzepte zur Reduktion innermotorischer Reibungsverluste
- Integration der Ölabscheidung in der Nockenwelle





### Karosserie – Struktur- und Anbauteile

- Einsatz neuer Stahlsorten für Kalt- und Warmumformung
- Innovative Werkstoffverbunde
- Technologische Weiterentwicklung der Warmumformung
- Leichtbau durch Profilbauweise
- Werkstoffgerechte Fertigungsverfahren für die Großserie

### Karosserie – Räder und Sitze

- Stahlleichtbau für Sitzstrukturen
- Kostengünstige und innovative Stahlräder
- Hybridrad aus CFK und Stahl

### Elektrischer Antrieb

- Hochfeste Elektrobandsorten
- Mehrteilige Leichtbau-Rotoren
- Einsatz von gebauten Getriebewellen für Elektroantriebe

### Lenkung

- Elektrische Lenksysteme zu attraktiven Kosten
- Innovative Fertigungsverfahren für Lenkungsbauteile
- Multimaterialbauweise für Lenkungsbauteile
- Entwicklungsplattform für Steer-by-Wire-Systeme

### Fahrwerk

- Innovative Fertigungsverfahren für Fahrwerksbauteile
- Multimaterialbauweise für Fahrwerkskomponenten
- Schnelles Dämpfungsverstellsystem für mehr Sicherheit



# Alle Lösungen im Bereich Antrieb

## Effizienz bei Verbrennungs- und Elektromotoren



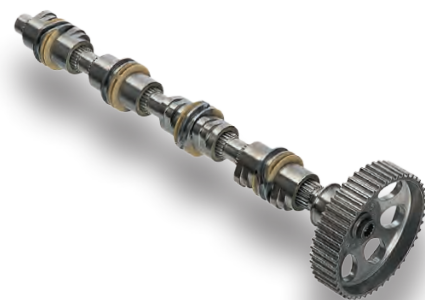
### Reibungsreduzierung bei Nockenwellen

Der Ventiltrieb trägt etwa 15 Prozent zur Reibleistung des Motors bei. ThyssenKrupp untersucht systematisch neue Herstellungs- und Beschichtungsverfahren für Nocken und Nockenwellenlager, um die Reibung signifikant zu reduzieren. Speziell entwickelte Prüfstände erlauben künftig einen objektiven, motorunabhängigen Vergleich.



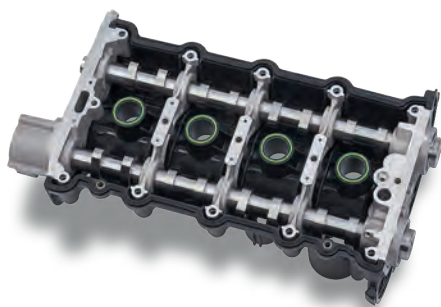
### In Nockenwelle integriertes Ölabscheidesystem

ThyssenKrupp ist es gelungen, das Ölabscheidesystem für Blow-by-Gas als Bestandteil der Kurbelgehäuseentlüftung in eine Nockenwelle zu integrieren. Die Presta Oil Separation System (POSS®) genannte Technologie übertrifft trotz des geringen Bauraumbedarfs die Abscheideleistung der meisten heutigen passiven Systeme.



### Hybrid-Schiebenockenelement verbessert Hubumschaltssysteme

ThyssenKrupp hat für variable Ventilhubsysteme ein Schiebenockenelement entwickelt, das durch seine hybride Bauweise (Stahl/Kunststoff) bis zu 30 Prozent leichter ist als ein Referenzbauteil aus Stahl. Dieser Gewichtsvorteil ermöglicht eine Anhebung der Drehzahlgrenze für die Hubumschaltung, woraus ein Kraftstoffverbrauchspotenzial von bis zu 5 Prozent resultiert.



### Hybridbauweise optimiert Nockenwellenmodule

Zylinderkopf-Haubenmodule mit integrierten gebauten Nockenwellen erzielen signifikante Gewichts-, Reibungs- sowie Kostenvorteile. ThyssenKrupp zeigt mit einem Ansatz aus Polymer-, Aluminium- und Stahlkomponenten, wie sich weitere 15 Prozent Gewichtsvorteil erzielen lassen. Neuartige Nockenwellenlager senken die Reibleistung um 10 bis 15 Watt sowie den Ölbedarf in den Gleitlagern um 30 bis 40 Prozent.



### Warmfeste, dichterduzierte Stähle für Abgasanlagen

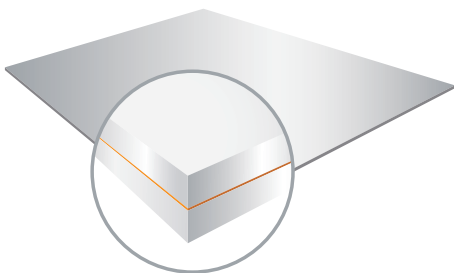
Warmfeste dichterduzierte Stähle weisen aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung für Abgasanlagen günstige Eigenschaften auf. Zwar ist ihre Werkstoffentwicklung noch nicht abgeschlossen, dennoch zeichnet sich ein vorteilhaftes Eigenschaftsprofil ab: hohe Festigkeit im relevanten Temperaturbereich, hohe Korrosionsbeständigkeit, geringe thermische Leitfähigkeit sowie geringe Dichte.



### Hochfestes, nicht kornorientiertes Elektroband

ThyssenKrupp hat neue Elektrobandsorten entwickelt, mit deren Hilfe das Drehmoment eines elektrischen Traktionsmotors im Vergleich zu der besten genormten Standardsorte M 235-35 A signifikant steigt. Des Weiteren weisen die neuen Sorten magnetische Garantien für höhere Frequenzen von zum Beispiel 400 Hz bei gleichzeitig garantierter Streckgrenze von mehr als 420 MPa auf.





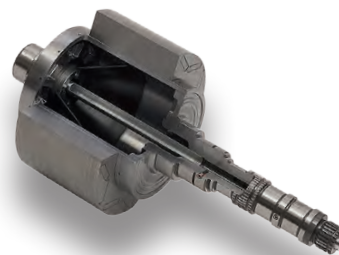
#### BONDAL® E verbessert die Akustik von Elektromotoren

Der Werkstoffverbund BONDAL® E, der sich derzeit noch in der Entwicklung befindet, hat das Potenzial, im Stator eines Elektromotors die Schallemissionen um bis zu 10 dB (A) zu reduzieren. Die hohe Körperschalldämpfung wird mit einer sehr dünnen Zwischenschicht aus Kunststoff erreicht, sodass der Eisenfüllfaktor nahezu unverändert und die Leistungsdichte des Elektromotors gewahrt bleibt.



#### Bauraum- und kostenoptimierte Wellen für elektrische Antriebe

Im Projekt eTDC (Electromobile ThyssenKrupp Drivetrain Components) löst eine intelligente Antriebsstruktur mit Leichtbaukomponenten den Zielkonflikt zwischen Effizienz und Kosten/Bauraum bei Elektromotoren. Die gebaute integrale Rotor-/Getriebewelle ermöglicht eine maßgeschneiderte Materialauswahl bei gleichzeitig hoher Wirtschaftlichkeit.



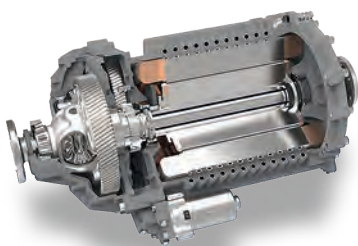
#### Leichtbau-Rotor mit integrierter Kühlung

Im Rahmen von InCar®plus entwickelt ThyssenKrupp eine hohlzylindrische Rotorarchitektur: Der mehrteilige, modulare Aufbau des Rotors spart bis zu 16 Prozent Gewicht und generiert, bezogen auf die Referenzmaschine, im Rotorinneren einen frei nutzbaren Bauraum von mehr als 800 cm<sup>3</sup>. Dort kann beispielsweise eine aktive Rotorkühlung zur weiteren Wirkungsgradverbesserung integriert werden.

GEFÖRDERT VOM

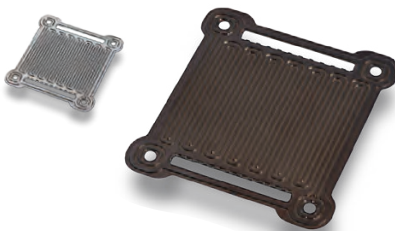


Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



#### Leichte, elektrifizierte Hinterachse aus Stahl

Stahl ist mit seinen vielen positiven Eigenschaften auch für elektrifizierte Fahrzeuge unverzichtbar. Eine Konzeptstudie zeigt am Beispiel einer elektrifizierten Hinterachse als Teil eines Hybridantriebs konkrete Leichtbaupotenziale mit Stahl auf. Dazu wird die elektrische Antriebseinheit in einen bauraum- und gewichtsoptimierten Hinterachsträger integriert.



#### Plasmamodifizierte bipolare Platten für Brennstoffzellen

Eine Vorstudie zeigt, dass Brennstoffzellenstapel mit bipolaren Platten aus oberflächenmodifiziertem rost- und säurebeständigem (RS-)Stahl überzeugen. Sie sind gegenüber mit Gold beschichteten bipolaren Platten aus RS-Stahl etwa 60 Prozent kostengünstiger. Verglichen mit ähnlich teuren bipolaren Platten aus Graphitkomposit-Werkstoffen, werden eine Gewichtsersparnis von etwa 5 Prozent und ein ungefähr 25 Prozent geringerer Platzbedarf erreicht.

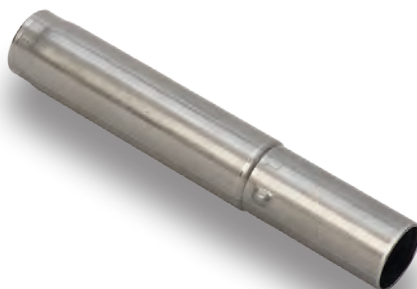
# Alle Lösungen im Bereich Fahrwerk & Lenkung

## Elektrische Lenksysteme und Materialmix



### Mit ThermoTecWire® Gewicht und Bauraum sparen

Fahrzeugtragfedern aus ThermoTecWire sind fast 20 Prozent leichter als konventionelle Tragfedern und leisten dadurch einen herausragenden Beitrag zum Leichtbau im Fahrwerk. Zusätzlich zum Verbrauchs- und Emissionsvorteil resultiert ein Package-Gewinn, da die Feder aus dem innovativen Federdraht deutlich kürzer als bisher ist.



### Funktionsoptimierte Stoßdämpferrohre

ThyssenKrupp hat neue Stoßdämpferrohre für individuelle Package-Anforderungen, maßgeschweißte Varianten mit einem optimalen Kosten- und Funktionsniveau sowie eine besonders gewichts-optimierte Leichtbauvariante entwickelt. Dieses Dämpferrohr aus CFK ist bis zu 45 Prozent leichter als ein Aluminium-Dämpferrohr. Edelstahlrohre bieten eine erhöhte Korrosionsbeständigkeit für Einrohr- und Zweirohrstoßdämpfer.



### Integriertes Dämpfungsverstellsystem

Das neue integrierte Dämpfungsverstellsystem von ThyssenKrupp verfügt über ein stufenloses, schnell schaltendes, vorgesteuertes Druckbegrenzungsventil. Die breite Spreizung der Dämpfungskraft in Zug- und Druckstufe sowie die hohe Verstelldynamik lösen den Zielkonflikt zwischen Fahrkomfort, Fahrsicherheit und Agilität noch besser auf. Ein Magnet-Pilotventil steuert präzise den Druck für die beiden unabhängigen Hauptventile der Zug- und Druckstufe.



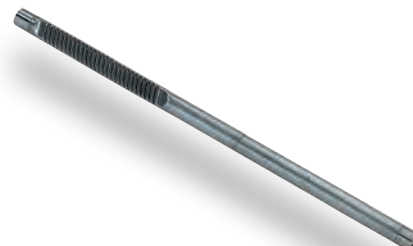
### Wirtschaftliche Leichtbau-Lenksäulen mit CFK-Bauteilen

Mit CFK-Bauteilen ist bei Lenksäulenkomponenten eine maximale Gewichtsreduktion von bis zu 60 Prozent und bei einer kompletten Lenksäule von bis zu 25 Prozent zu erzielen, bei einer Performance, die auf dem Niveau von Serienlenksäulen liegt. Mit der Wickel-Pultrusion für den Führungskasten und dem Resin Transfer Molding-Verfahren mit gestickten Preforms für Konsolen liegen automotivetaugliche Serienfertigungsprozesse vor.



### Hybrid-Lenkswelle: 35 Prozent weniger Gewicht

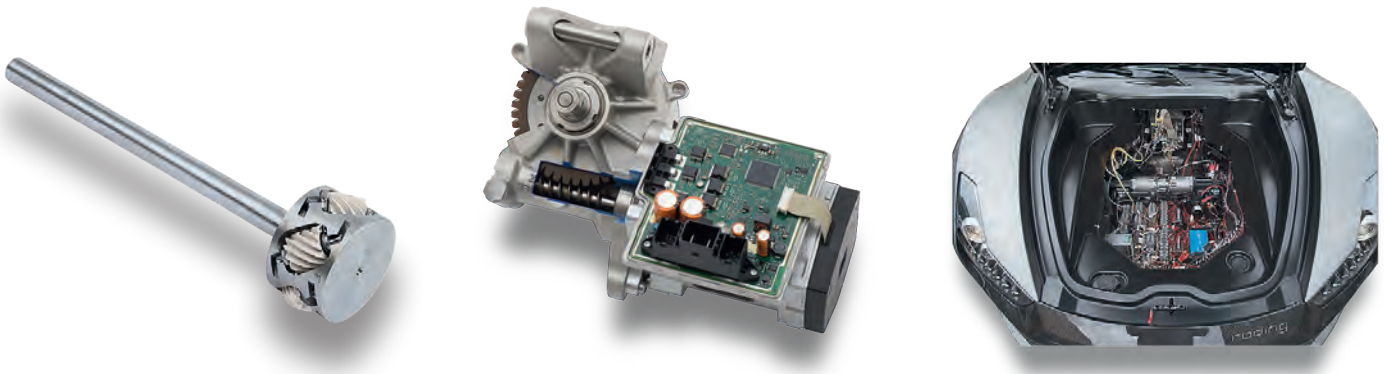
Gut ein Drittel leichter als eine Referenz-Lenkswelle bei Leichtbaukosten von weniger als 5 €/kg: Dies verspricht eine Rohr-in-Rohr-Leichtbaulösung mit kraftflussgerechten Aluminiumgabeln. Ihre modulare Bauweise bietet maximale Flexibilität. Dank eines Hochleistungspolymers hält die Schieberverbindung kurzzeitig Temperaturen von bis zu 200 °C stand.



### Leichte, gebaute Blechzahnstange

Die gebaute Blechzahnstange ist im Vergleich zu gefrästen Zahnstangen wegen ihres hohlen Querschnitts etwa 25 Prozent oder 0,5 kg leichter als die Referenzlösung und ermöglicht sowohl konstante als auch variable Verzahnungen. Gegebenenfalls sind auch kleinere Unterstützungsmotoren bei der elektromechanischen Lenkung möglich. Im Vergleich zu konventionellen variablen Zahnstangen liegen die Herstellkosten etwa gleichauf.





#### **Lenkwinkelsteller: High Performance zu attraktiven Kosten**

Das Überlagerungsgetriebe als „Herzstück“ des Lenkwinkelstellers beeinflusst wesentlich die akustischen Eigenschaften, aber auch die Kosten des Moduls. Kunststoff-Zahnräder bieten hier zu wettbewerbsfähigen Preisen ein ausreichend hohes Leistungsvermögen. Die Systemperformance des komplexen mechatronischen Systems hat ThyssenKrupp schon nachgewiesen.

#### **Column-EPF für Kompakt- und Mittelklassefahrzeuge**

ThyssenKrupp hat im Rahmen von InCar® plus ein neues Column-EPF-System mit zwei Ausbaustufen für Zahnstangenkräfte von 9 und 11 kN entwickelt. Sowohl das Lenkgefühl als auch das Geräuschverhalten sind im Vergleich zu den heutigen Column-EPF-Systemen wesentlich besser. Zudem zeigt es sich kostengünstiger und im Motorraum kompakter als in diesen Fahrzeugklassen eingesetzte Rack-EPF- und Pinion-EPF-Systeme.

#### **Entwicklungsplattform für Steer-by-Wire-Lenkungen**

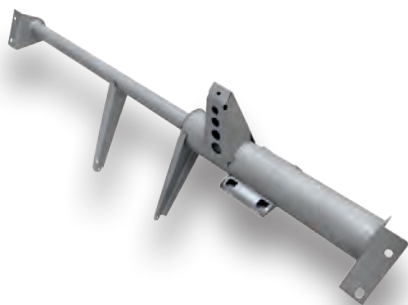
ThyssenKrupp hat einen flexiblen Fahrzeug-Versuchsträger aufgebaut, dessen Lenkgetriebe und Feedbackaktuator eine mechanische Rückfallebene wie auch fehlertolerante Steer-by-Wire-Systeme darstellen können. Mit dieser Entwicklungsumgebung lassen sich komplexe Anforderungen bezüglich Aktuatorik, Sensorik, Fehlertoleranz und Regelung definieren und zu kundengerechten Steer-by-Wire-Systemen weiterentwickeln.



Ein Sportwagen bildet die Basis der Entwicklungsplattform für Steer-by-Wire-Lenkungen

# Alle Lösungen im Bereich Karosserie

## Wirtschaftlicher Leichtbau und Crashesicherheit



### Neuer Leichtbau-Ansatz beim Cockpitträger

Der Cockpitträger aus Magnesiumblech ist über 3 kg leichter als herkömmliche Stahllösungen und das bei Leichtbaukosten von etwas mehr als 5 €/kg. Er besteht aus einem Zweirohrsystem mit zusätzlichen Bauteilen aus Magnesiumblech und wird per MAG-Schweißverfahren gefügt. Die Gebrauchseigenschaften des Cockpitträgers sind virtuell abgesichert.



### Optimierte Bumper sparen bis zu 19 Prozent Gewicht

Ein neues Stoßfängersystem mit warmgeformtem Stahl-Biegeträger aus MBW® 1500 kann bei vergleichbaren Kosten bis zu 19 Prozent leichter als die InCar®plus-Referenzlösung sein. Das entspricht dem Gewicht von Aluminiumlösungen bei wesentlich geringeren Kosten. Neue Werkstoff- und Bauteilideen ermöglichen die Integration in vorhandene Fahrzeugstrukturen und die Abstimmung für gängige Crashlastfälle. Zusätzlich wurden modulare Biegeträger und rollprofilierte Biegeträger entwickelt, die bis zu 17 Prozent leichter sind.



### Optimierte Fertigungsverfahren machen Längsträger leichter

Der Längsträger von InCar®plus ist ein neuartiges Stahl-Mehrkammerprofil aus Schalenbauteil und T<sup>3</sup>-Profil. Er ist mit den üblichen Fertigungstechnologien herstellbar und bis zu 23 Prozent leichter und 10 Prozent kostengünstiger. Dank seines modularen Aufbaus ist er auf andere Fahrzeugklassen adaptierbar und bietet sehr gute Crasheigenschaften. Mit einer progressiven Werkstoffkombination steigt der Gewichtsvorteil sogar auf 31 Prozent und das bei einem Kostenvorteil von bis zu 8 Prozent.



### Schlanke A-Säule: bessere Sicht, weniger Gewicht

Die neue InCar®plus-A-Säule bietet zahlreiche Vorteile: ein deutlich größeres Sichtfeld, hohe passive Crashesicherheit und etwa 10 Prozent weniger Gewicht. Ein geringerer Werkstoffeinsatz und neue Fertigungstechnologien sorgen für sehr moderate Leichtbaukosten von ca. 1,50 €/kg. Die einfache Integration des neuen A-Säulen-Konzepts in eine Baukastenstrategie eröffnet Kosteneinsparpotenziale.



### Mehr Sicherheit durch Gewichtsreduktion bei B-Säulen

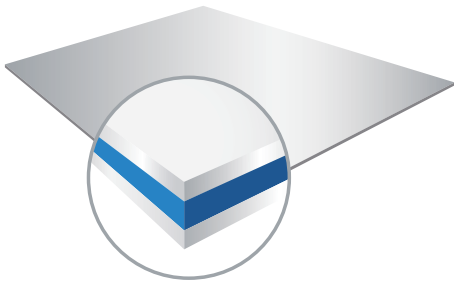
Der warmumgeformte und walzplattierte Stahl-Werkstoffverbund TriBond® 1400 ermöglicht eine Gewichtsreduktion von 1,28 kg pro Fahrzeug im Vergleich zu einer Tailored Tempering-B-Säule aus MBW® 1500. Dabei betragen die Leichtbaukosten weniger als 1,50 €/kg. Auch per Kaltumformung sind leichtere und kostengünstigere B-Säulen möglich. Neue Werkstoffe, wie etwa der DP-K® 700Y980T, eröffnen weitere Leichtbaupotenziale und Kostenvorteile.



### Leichte, kostengünstige Sitzstrukturen aus Stahl

Sitzstrukturen sind für den Leichtbau sehr wichtig, da sie pro Fahrzeug etwa 40 bis 60 kg Gewicht aufweisen. Durch den Einsatz neuer Stahlsorten, wie dem MHZ 500 oder dem DP-K® 700Y980T können Sitzkomponenten kostenneutral um bis zu 15 Prozent leichter werden. Sitzschalen aus LITECOR® können sogar bis zu 37 Prozent leichter sein – zu Leichtbaukosten von weniger als 3 €/kg.





#### LITECOR®-Bauteile für die Karosserie

Für InCar®plus hat ThyssenKrupp in einer Potenzialanalyse neben Außenhaut-Bauteilen auch strukturrelevante Innenteile aus LITECOR® ausgelegt und ihre Machbarkeit geprüft. Die 14 aus LITECOR® gefertigten Bauteile sind bei gleicher Performance insgesamt 19 kg (etwa 20 Prozent) leichter als herkömmliche Bauteile.



#### Innovative Konzepte für Motorhauben

Moderne Stahltechnologien und Leichtbaukonzepte machen Motorhauben mehr als 20 Prozent leichter. Der biegesteife und leichte Werkstoffverbund LITECOR® bietet dieses Leichtbaupotenzial ohne Abstriche bei Performance und Sicherheit sowie zu geringen Leichtbaukosten. Ein Multimaterial-Konzept ermöglicht sogar bis zu 40 Prozent Gewichtsvorteil.



#### Leichtbau an der Außenhaut

Innovative Stahlprodukte senken das Gewicht der Außenhaut flächiger Bauteile wie etwa der Türen um bis zu 33 Prozent. Und das ohne Verlust an Beulsteifigkeit und -festigkeit zu sehr attraktiven Leichtbaukosten von etwas mehr als 2 €/kg. Die Großserientauglichkeit des Stahl-Polymer-Werkstoffverbunds LITECOR® hat ThyssenKrupp am Beispiel einer Seitentür exemplarisch nachgewiesen.



#### Pkw-Räder aus Stahl – leicht und stylish

ThyssenKrupp entwickelt Leichtbau-Stahlräder, die bis zu 20 Prozent leichter als bisherige sind und somit auch leichter, kostengünstiger und ökologischer als Aluminiumräder. Das Stahl-Designrad zeichnet sich durch ein modulares Konstruktionsprinzip aus, welches eine ansprechende Optik bei gleichzeitig hoher Designflexibilität ermöglicht. Highlight ist ein 20-Zoll-Hybridrad aus Stahl und carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK).

# Für jede Anforderung das passende Produkt

## Die Vorteile auf einen Blick

InCar®plus-Lösungen folgen unterschiedlichen Kundenwünschen je nach fahrzeugspezifischer Anforderung. Die Priorität liegt entweder auf der Gewichtsoptimierung, der Kostenreduktion, der Nachhaltigkeit und/oder auf einer Funktionserweiterung der Systeme.

### Projekttitle

### Lösung

## Antrieb

### Optimierter Verbrennungsmotor

Reibungsreduzierte Nockenwelle	
Ölabscheidesystem (POSS® Presta Oil Separation System)	
Hybrid-Schiebenockenelement	
Hybrid-Zylinderkopf-Haubenmodul	
Abgasanlage	

### Elektroantrieb

Hochfestes Elektrobund	
Akustikoptimierter Elektromotor	
Gebaute Getriebewelle (eTDC Electromobile ThyssenKrupp Drivetrain Components)	
Gebauter Rotor	
Elektrifizierte Hinterachse	
Brennstoffzelle	

## Fahrwerk und Lenkung

### Fahrwerk

Federn (ThermoTecSpring® aus ThermoTecWire®)	
Stoßdämpferrohre	T <sup>3</sup> -Dämpferrohr
	Edelstahl-Dämpferrohr
	Maßgeschweißtes Dämpferrohr
	CFK-Dämpferrohr
Dämpfungsverstellsystem	

### Lenkung

CFK-Lenksäule	
Hybrid-Lenkwellen	
Gebaute Blechzahnstange	
Lenkwinkelsteller	
Column-EPS	
Steer-by-Wire	





LEICHTER



WIRTSCHAFTLICHER



NACHHALTIGER



PERFORMANTER

	LEICHTER	WIRTSCHAFTLICHER	NACHHALTIGER	PERFORMANTER
			●	●
			●	●
	●		●	
	●		●	●
	●	●	●	●
			●	●
	●		●	●
		●	●	●
	●	●		
				●
	●	●		●
			●	●
	●			●
	●		●	
	●			●
		●		●
		●		●
	●			●
	●			●
		●		●
		●		●
				●

# Für jede Anforderung das passende Produkt

## Die Vorteile auf einen Blick


### Projekttitle Lösung

## Karosserie

Cockpitträger	Magnesium
Bumpersysteme	Offener Biegeträger
	Modulare Biegeträgervarianten
	Rollprofilierter Biegeträger
Längsträger	Doppelkammerprofil
A-Säule	Warmumgeformtes Profil
B-Säulen	Kaltumformung
	Warmumformung
Sitzstrukturen	Lehnenseitenteil
	Unterbauseitenteil
	Sitzschale
LITECOR®-Potenzialanalyse	Konzeptbetrachtung Gesamtkarosserie
Motorhauben	LITECOR®
	Stahl-Magnesium-Hybrid
Tür	LITECOR®
Räder	Stahl-Leichtbaurad
	Stahl-Designrad
	Stahl-CFK-Hybridrad







[incarplus.thyssenkrupp.com](http://incarplus.thyssenkrupp.com)

ThyssenKrupp AG  
ThyssenKrupp Allee 1  
45143 Essen  
[incarplus@thyssenkrupp.com](mailto:incarplus@thyssenkrupp.com)



LÖSUNGEN FÜR AUTOMOBILE EFFIZIENZ

# ThyssenKrupp InCar<sup>®</sup> plus



EFFICIENCY

Wir entwickeln die Zukunft für Sie.



ThyssenKrupp