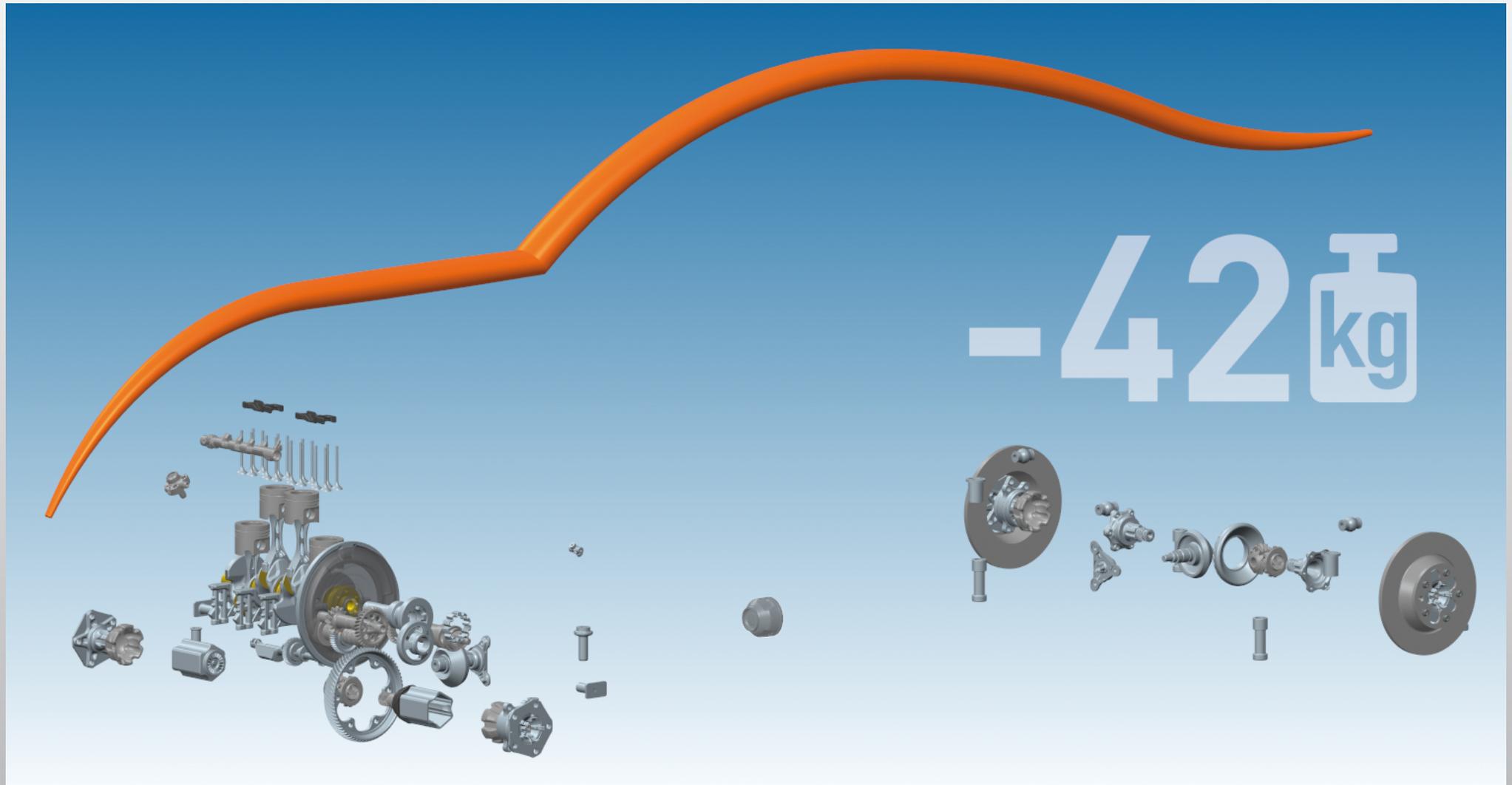




massiver LEICHTBAU

www.massiverLEICHTBAU.de

Phase I Pkw, 2013 – 2014



... im Antriebsstrang und Fahrwerk eines Pkw

Systematischer Überblick über vorhergegangene große Leichtbauprojekte im Automobil ...

Projekt	Jahr	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	Konsortium (Lead)	
 ULSAB UltraLight Steel Auto Body			█	█	█	█																	WorldAutoSteel
 ULSAS UltraLight Steel Auto Suspension						█	█	█	█														WorldAutoSteel
 ULSAC UltraLight Steel Auto Closures						█	█	█	█														WorldAutoSteel
 ULSAB-AVC UltraLight Steel Auto Body – Advanced Vehicle Technology									█	█	█												WorldAutoSteel
 NSB® NewSteelBody									█	█	█												TKS
 SuperLIGHT-Car Sustainable Production Technologies for CO ₂ -Emission Reduced Light weight Car concepts													█	█	█	█							EUCAR
 InCar Innovative Car														█	█	█	█						TKS
 FutureSteelVehicle																█	█	█	█				WorldAutoSteel
 LDV Mass Reduction Light-Duty Vehicle Mass Reduction and Cost Analysis – Midsize Crossover Utility Vehicle																				█	█		FEV / EDAG
 CULT Cars' Ultralight Technologies																					█	█	Magna

... bisheriger Fokus auf Blechumformung und Karosserie

- Bisherige Projekte befassen sich ausschließlich mit der Karosserie und mit blechbasierten Leichtbaulösungen
- Bisher nur selten im Fokus: Leichtbaupotenziale im Antriebsstrang und Fahrwerk
- In der **Initiative Massiver Leichtbau** zeigen die Stahlherstellungs- und Massivumformbranche konstruktive, werkstoff- und fertigungstechnische Konzeptideen
- Erstmalige Zusammenarbeit in der kompletten Prozesskette bei Langprodukten zwischen Herstellern und Komponentenlieferanten
- Darstellung von Lösungen, die hinsichtlich Leichtbau-, Kosten- und Umsetzungspotenzial bilanzierbar sind
- Leichtbauvorschläge des Zulieferers aus der Werkstoff- oder Fertigungstechnik sind besonders wirksam, wenn Sie in einer frühen Phase der Bauteilgestaltung mit einfließen

▶ **Deutliche Minderung des Energieverbrauchs und des CO₂-Ausstoßes durch NEUE Leichtbaulösungen mit innovativen, massivumgeformten Komponenten aus Stahl möglich**

Umkehrung der Gewichtsspirale durch Leichtbau im Antriebsstrang und Fahrwerk

Steigende Anforderungen an ...

Sicherheit

Komfort

Fahrleistung

Platzangebot

Variabilität

Qualität

Gewichtszunahme



Gewichtsreduktion

Fahrzeughersteller:

- Gesamtfahrzeugkonzepte
- Fokus **Karosserie**
- **Top-Down** Ansatz



Zulieferer:

- Komponenten und Fertigungs-Know-how
- Fokus **Antriebsstrang und Fahrwerk**
- **Bottom-Up** Ansatz



24 Partner gestalten die Initiative Massiver Leichtbau



Kooperationspartner



Durchführung Leichtbaupotenzialstudie, Quelle der Grafiken



Struktur der Leichtbaupotenzialstudie:

Umfeldanalyse

Es liegt ein systematischer Überblick über vorangegangene Leichtbaupotenziale im Antriebsstrang und Fahrwerk vor.

Benchmarking

Ein Referenzfahrzeug wurde systematisch demontiert, dokumentiert und erfasst.

1. Bestimmung des Fahrzeuggesamtgewichts

Referenzfahrzeug:

125 kW / 170 PS

2,0 l Turbo-DI Diesellaggregat

Doppelkupplungsgetriebe, Allradantrieb

Gesamtmasse: 1.740 kg

2. Zerlegung des Gesamtfahrzeugs



Verbrennungs-
motor

Getriebe

Fahrwerk

Tür, Sitz,
Gurt, AHK

3. Listen und Benennung aller Einzelteile

4. Einzelteilanalyse

Bauteilcode	Bezeichnung	Gewicht [kg]	x [m]	y [m]	z [mm]	Bauteilwerkstoff
2220201012	Citablattschraube (Typ 1) Gehäuse Differential	0,0278	16	16	40	Stahl
2220201013	Differentialträger	5,62	143	252	143	Stahl
2220201014	Kegelrollenlager 1 Differentialträger	0,1968	70	19	70	Stahl
2220201015	Lagerschale Kegelrollenlager 1 Differentialträger	0,0941	75	14	75	Stahl
2220201016	Distanzscheibe Lagerschale Kegelrollenlager 1	0,0143	75	2	75	Stahl
2220201017	Radialwellendichtring (Typ 1) Kegelrollenlager 1	0,0292	83	8	83	Stahl/Kunststoff
2220201018	Kegelrollenlager 2 Differentialträger	0,2865	84	20	84	Stahl
2220201019	Lagerschale Kegelrollenlager 2	0,1328	89	14	89	Stahl
2220201020	Distanzscheibe Lagerschale Kegelrollenlager 2	0,0213	89	2	89	Stahl
2220201021	Radialwellendichtring (Typ 1) Kegelrollenlager 2	0,0297	83	8	83	Stahl/Kunststoff

Struktur der Leichtbaupotenzialstudie:

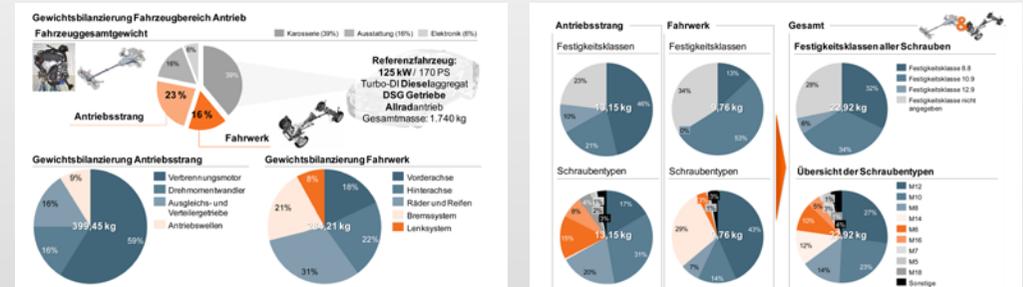
Drei Hands-on-Workshops

Durchführung von moderierten Workshops zu Antrieb, Fahrwerk und weiteren Komponenten.

Ideensammlung und Ableitung von Leichtbaupotenzialen

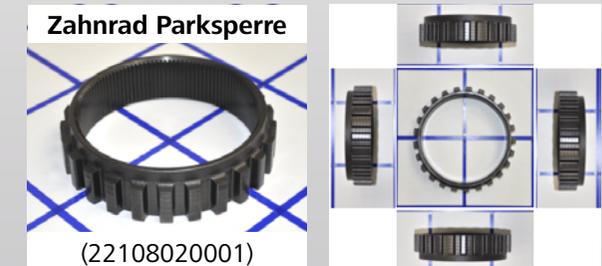
Bisher unbekanntes Leichtbaupotenzial wurde an massivumgeformten Komponenten im Pkw identifiziert und in konkrete Leichtbauvorschläge umgesetzt.

5. Gewichtsbilanzierung Baugruppen

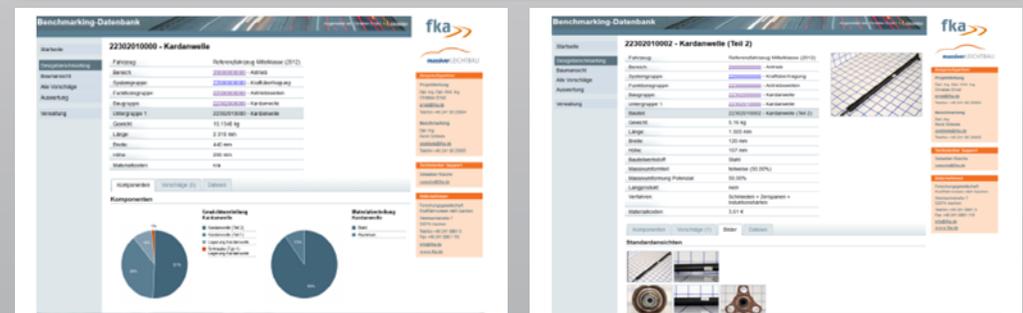


6. Fotodokumentation

- Normansichten
- Detailansichten
- Ggf. Einbaulagen
- Digitale Entfernung der Herstellerlogos



7. Datenbankimplementierung mit Vorschlägen zum Leichtbaupotenzial



Drei Workshops
mit insgesamt
65 Experten
aus **30 Unternehmen**
und **Forschungs-**
gesellschaften

Analyse von
ca. **3.500 Bauteilen**
aus **Antriebsstrang,**
Fahrwerk und
weiteren ausgewählten
Komponenten

Formulierung von
399 Leichtbauideen,
welche sich in
verschiedene
Leichtbauarten
gliedern lassen

Hauptdokumentation
in der
Benchmarking-
Datenbank

► **Insgesamt wurde ein umsetzbares Leichtbaupotenzial
von 42 kg für die betrachteten Bereiche identifiziert**



Stofflicher Leichtbau / Alternativer Werkstoffeinsatz

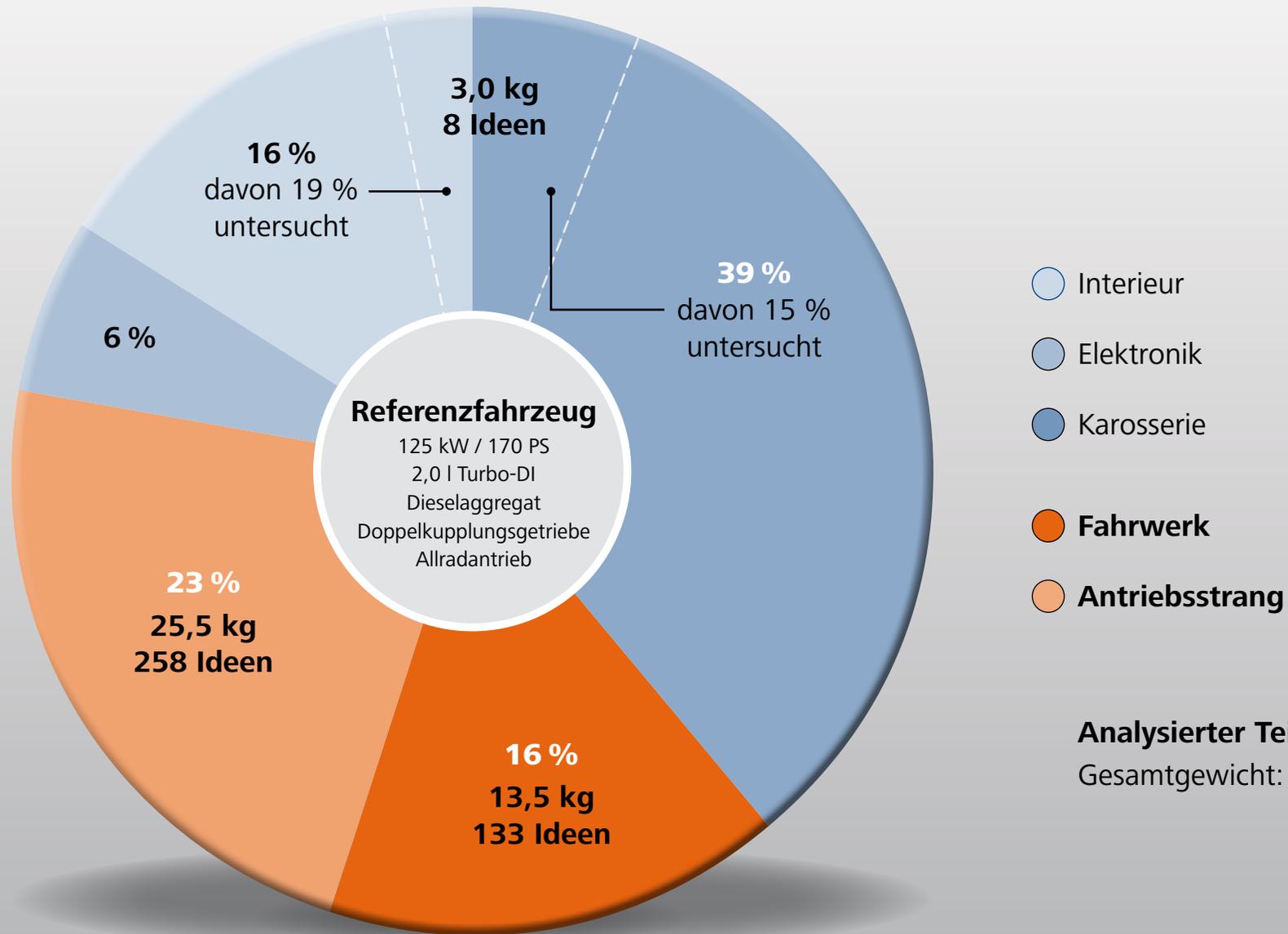
- Ca. **33 %** der Leichtbauideen beinhalten einen alternativen Werkstoffeinsatz
- Empfehlung:
Weitere Analyse von Leichtbaupotenzialen durch stofflichen Leichtbau im Rahmen eines AiF-Forschungsprojekts

Konstruktiver- und Fertigungsleichtbau

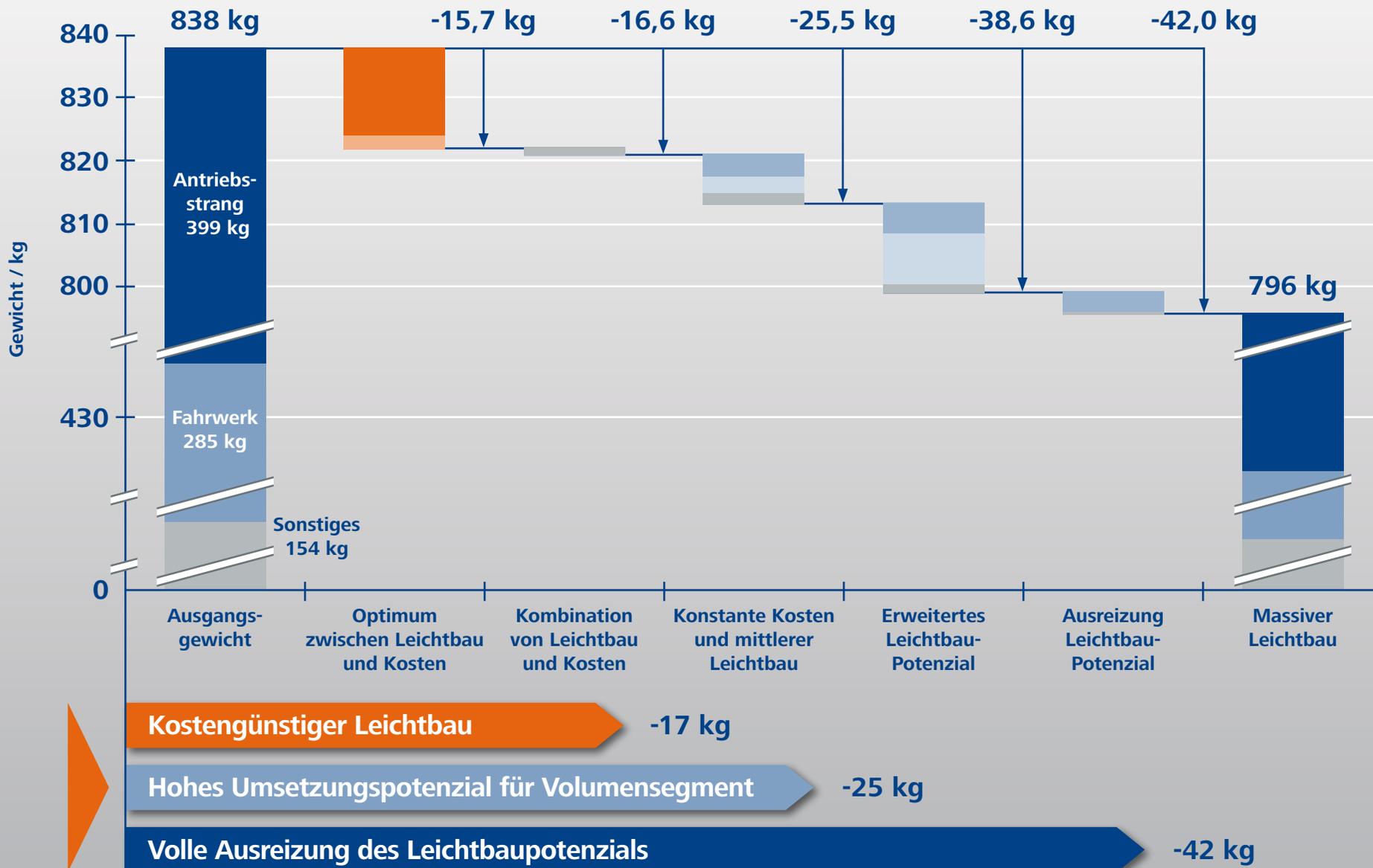
- Ca. **75 %** der Leichtbauideen beinhalten adaptierte Konstruktionen und basieren auf dem Einsatz der großserientauglichen Massivumformung
- Empfehlung:
Intensive Kommunikation der Ergebnisse mit Kunden zur Etablierung der Ideen in der Serie

Konzept- Leichtbau

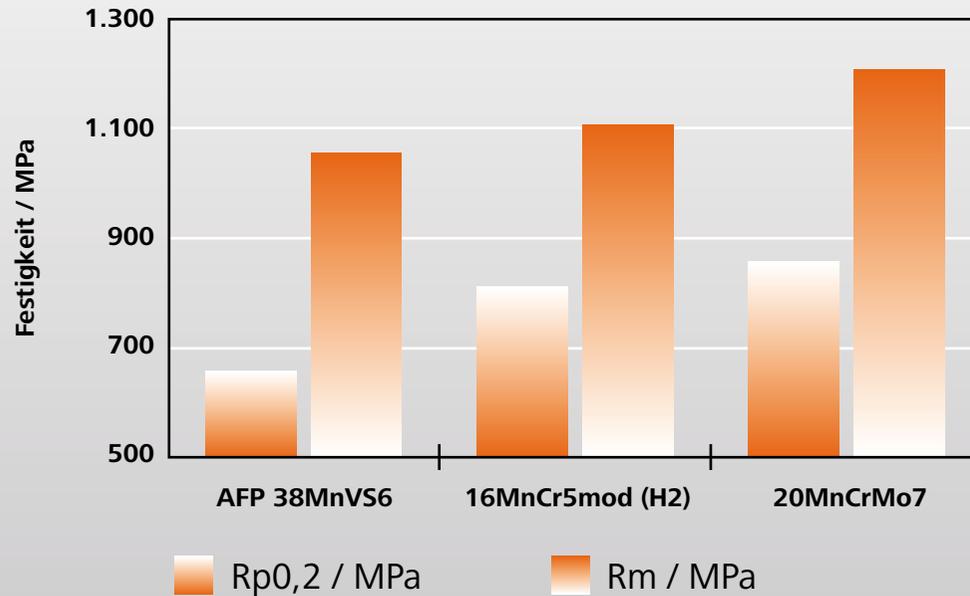
- Ca. **6 %** der Leichtbauideen beinhalten innovative Konzepte
- Empfehlung:
Intensive Kommunikation und weitere Prüfung der technischen Realisierbarkeit der besonders innovativen Konzepte



Portfoliodarstellung der Leichtbauideen

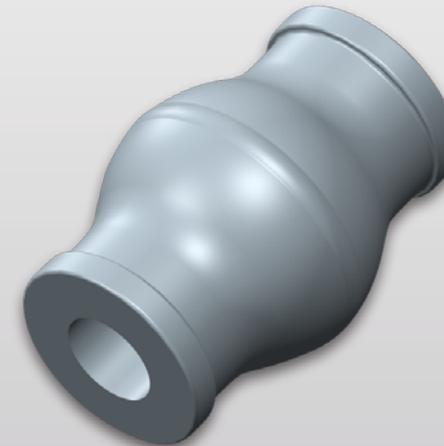


Werkstofflicher Leichtbau



- Einsatz von Bainit statt AFP-Stahl
- Höhere Festigkeit bei höherer Zähigkeit
- $\Delta m > 10\%$

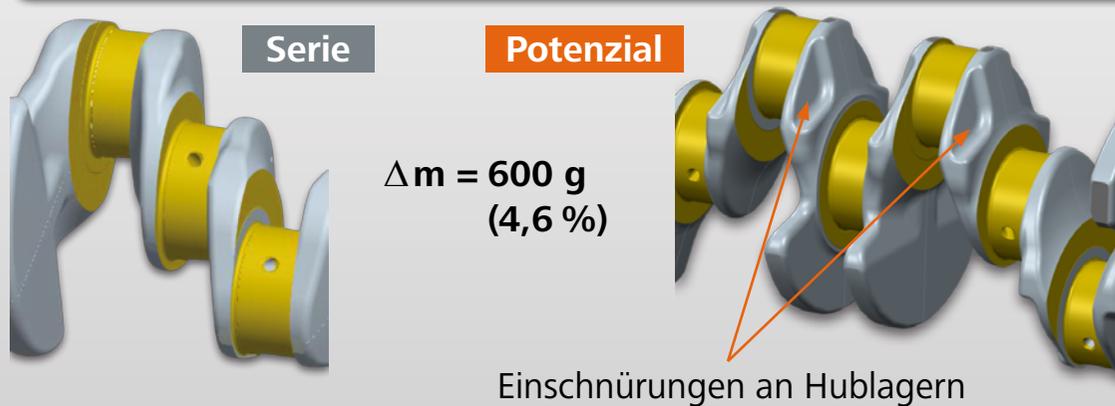
Fahrwerkslager



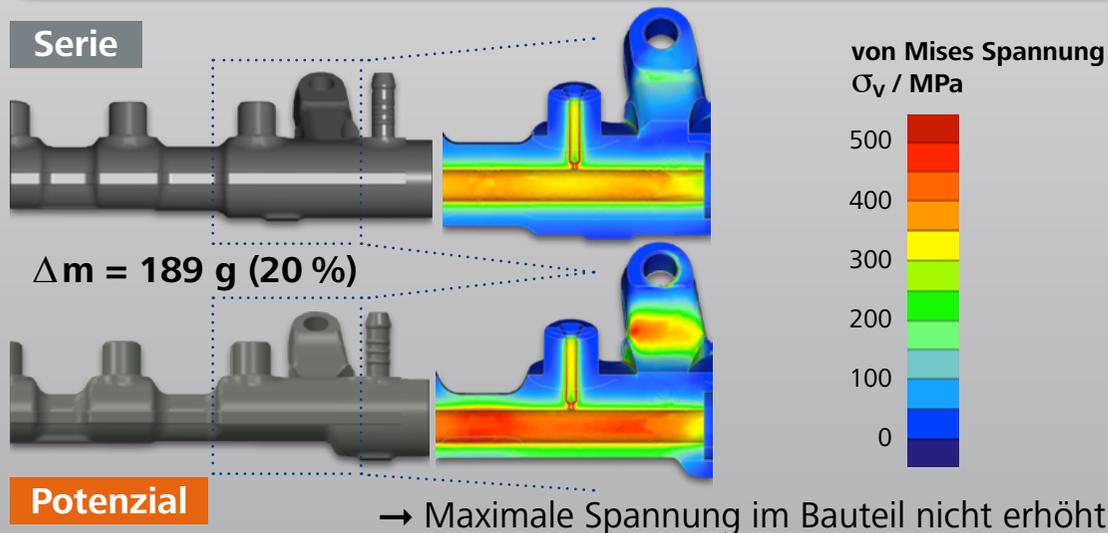
- Werkstoffsubstitution Stahl \rightarrow Aluminium
- Hohle Ausführung

Leichtbau im Motor

Kurbelwelle

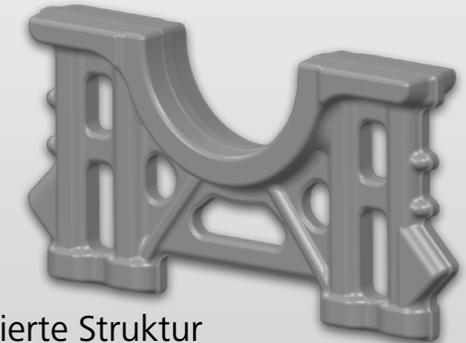


Common Rail



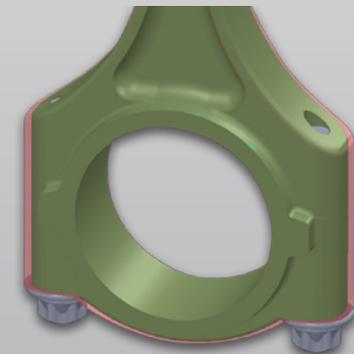
Kurbelwellenlager

- Umstellung von Gussteil auf geschmiedetes Bauteil
- Belastungsoptimierte Struktur
- $\Delta m = \text{ca. } 280 \text{ g}$ (ca. 25 %)



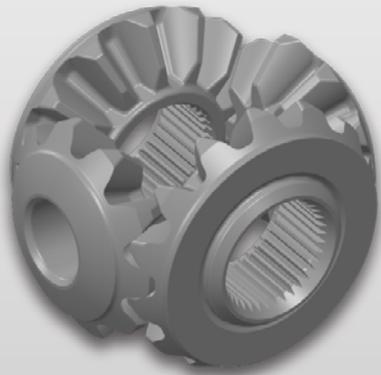
Pleuel

- Einsatz festerer Schrauben
- M8 → M7
- Verringerung Pleueldicke / -breite
- Mit Sekundäreffekten im ganzen Motor $\Delta m \sim 1 \text{ kg}$ möglich



Leichtbau Getriebe

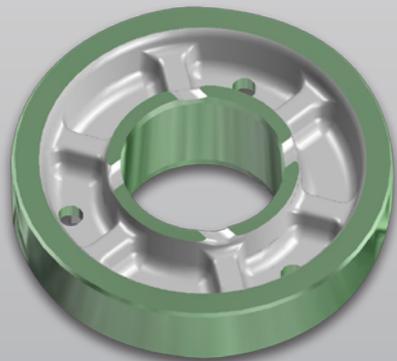
Differentialkegelräder



Erhöhte Belastbarkeit durch

- Weiterentwickelte Verzahnungsgeometrien
- Anbindung Zähne an Flansch

Stirnrad



- Versteifende radiale Arme
- Tiefe Taschen
- Dünne Wandstärken

Stirnrad



- Nicht-rotations-symmetrische Geometrie
- Ausgelochte Durchbrüche

Stirnrad

Serie



- Verringerung Wandstärken in niedrig belasteten Bereichen

Potenzial



- $\Delta m = 172 \text{ g (51 \%)}$

Leichtbau Weiterer Antriebsstrang

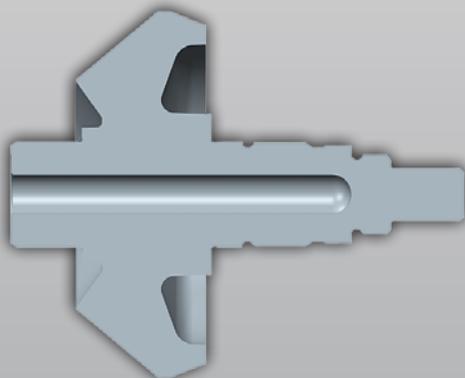
Antriebswelle

Serie



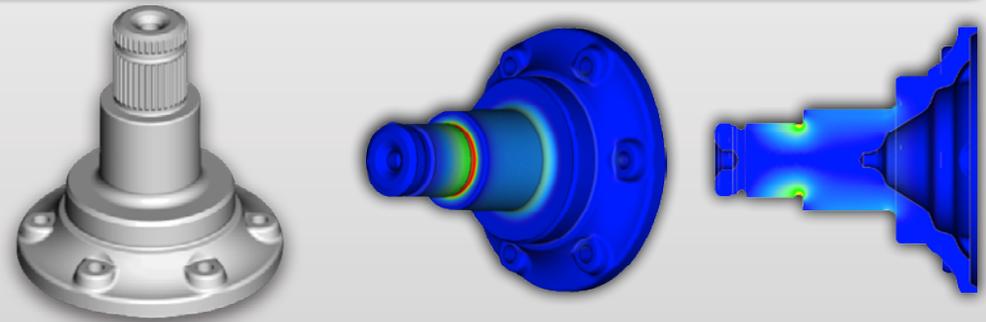
- Geringere Wandstärke unter Verzahnung
- Gebohrter Hohlraum
- $\Delta m = 510 \text{ g}$ (ca. 25 %)

Potenzial



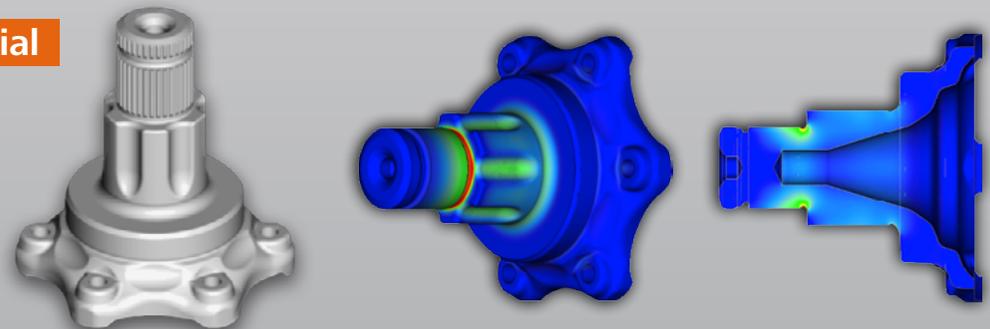
Antriebsflansch

Serie



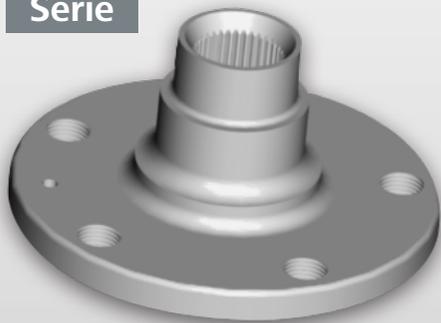
- Nicht-rotationssymmetrische Außenform
- Eingeschmiedete Taschen
- Innenkontur tiefer
- Gehärteter Lagersitz nicht rund
- Maximale Spannung im Bauteil konstant
- Verdrehsteifigkeit sinkt um 14 %
- $\Delta m = 213 \text{ g}$ (21 %)

Potenzial

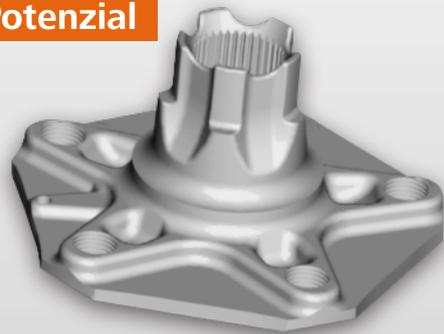


Leichtbau Fahrwerk und Befestigungstechnik

Serie

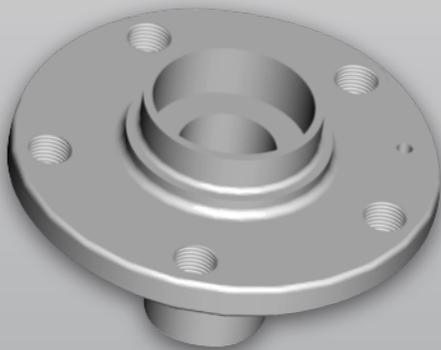


Potenzial

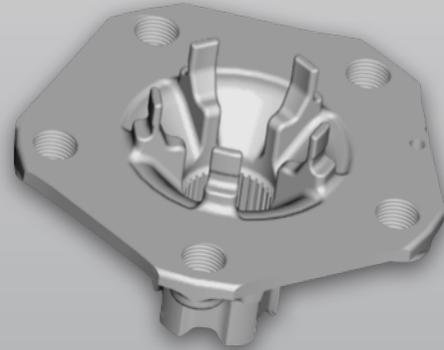


- Nicht-rotationssymmetrische Außenform
- Unterbrochener Lagersitz
- Felgenzentrierung über Stege statt über Ring
- Steifigkeitsoptimierte Innen- und Flanschkontur
- $\Delta m = 717 \text{ g (67 \%)}$

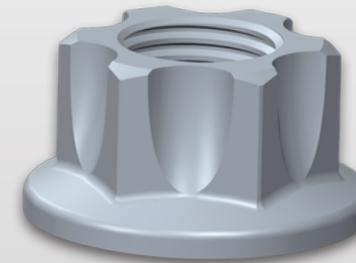
Serie



Potenzial

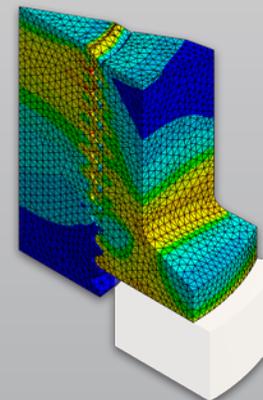


Potenzial

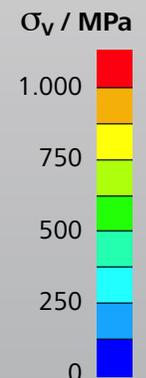
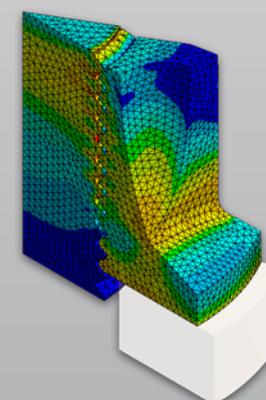


- Aussparungen an Stellen ohne Funktionsrelevanz
- Festigkeitsnachweis in Simulation und Versuch
- $\Delta m = 5,6 \text{ g (16 \%)}$

Serie

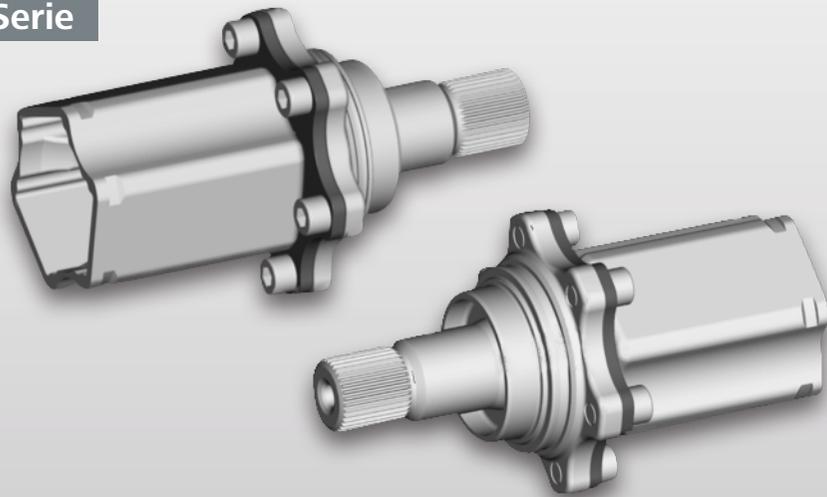


Potenzial

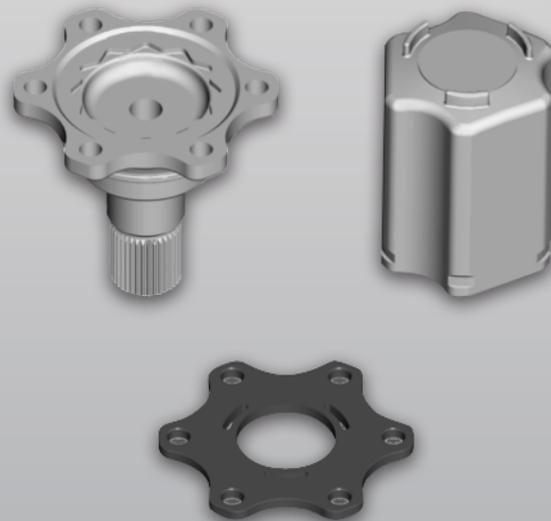
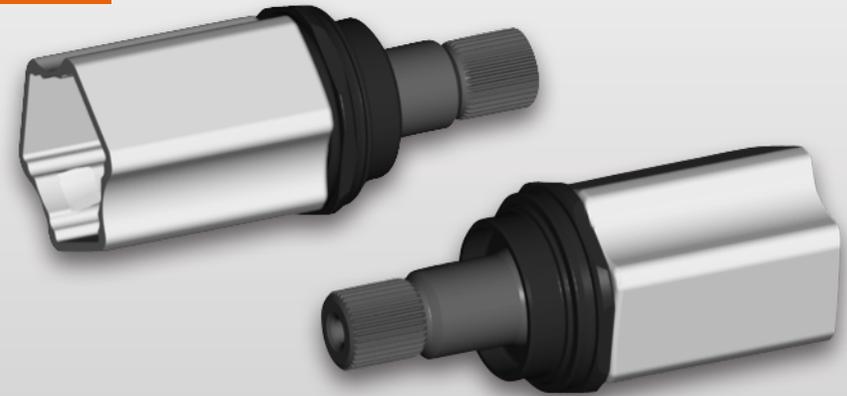


Konzeptioneller Leichtbau

Serie



Potenzial



- Ersatz geschraubte Flanschverbindung durch Hirth-Verzahnungspaarung
- Entfall Schweißverbindung Blechflansch / Tripode
- Ersatz sechs Einzelschrauben durch eine Überwurfmutter
- Reduzierung Montageaufwand
- Hirth-Verzahnung ist erwiesenermaßen sehr tragfähig auf kleinem Bauraum
- $\Delta m = 828 \text{ g (33,5 \%)}$



Ausblick

- Start der Initiative mit **Phase II: Leichtes Nutzfahrzeug**, Anfang 2015 mit 28 Unternehmen
- Start des **Forschungsverbunds Massiver Leichtbau**, Mai 2015, Laufzeit: 3 Jahre

Weitere Informationen: www.massiverLEICHTBAU.de