

INDRUTEC-E: CO₂-REDUKTION, LEICHTBAU UND KOSTENSENKUNGS- POTENTIALE BEI DRUCKGUSSTEILEN

Technologietag Leichtbau, 06.11.2024

Dr. Elmar Beeh, DLR Institut für Fahrzeugkonzepte



InDruTec- E - Innovationsführerschaft bei Druckgusstechnologien für die Elektromobilität



Die Projektpartner

Industriepartner



BOSCH

FRECH®

GÜHRING

Forschungseinrichtungen



Hochschule Aalen



Assoziierte Partner

EJOT®

STIHL

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektziele InDruTec- E



Ziele



Senkung des Bauteilgewichts

Senkung der Kosten

Senkung des CO2-Footprints

Senkung von Ausschussraten

Maßnahmen

- Konstruktive Optimierung
- Legierungen höherer Festigkeit
- Magnesium als Leichtbauoption

- Geringerer Materialeinsatz
- Verbesserte Herstellprozesse
- Hoher Rezyklatanteil

- Optimierte Aluminium-Sekundärlegierungen
- Leichtbau

- Vacural-Guss für Magnesium als verbesserte Produktionstechnologie
- Neue mech. Bearbeitungslösungen

BAUSTEIN 1 – VERBESSERTE LEGIERUNGEN

Legierungsentwicklung

Anpassung von Legierungen an die Anforderungen einer Elektroantriebskomponente (Getriebegehäuse)

Aluminium:

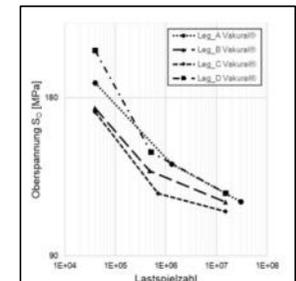
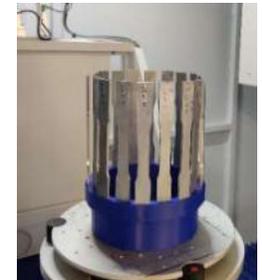
- 1x gängige AlSi10MgMn(Fe) als Referenz
- 3x HPDC Al-Legierung (Primärvarianten)
- 3x HPDC modifizierte Al-Legierungen mit hohem Recyclinganteil von bis zu 95%

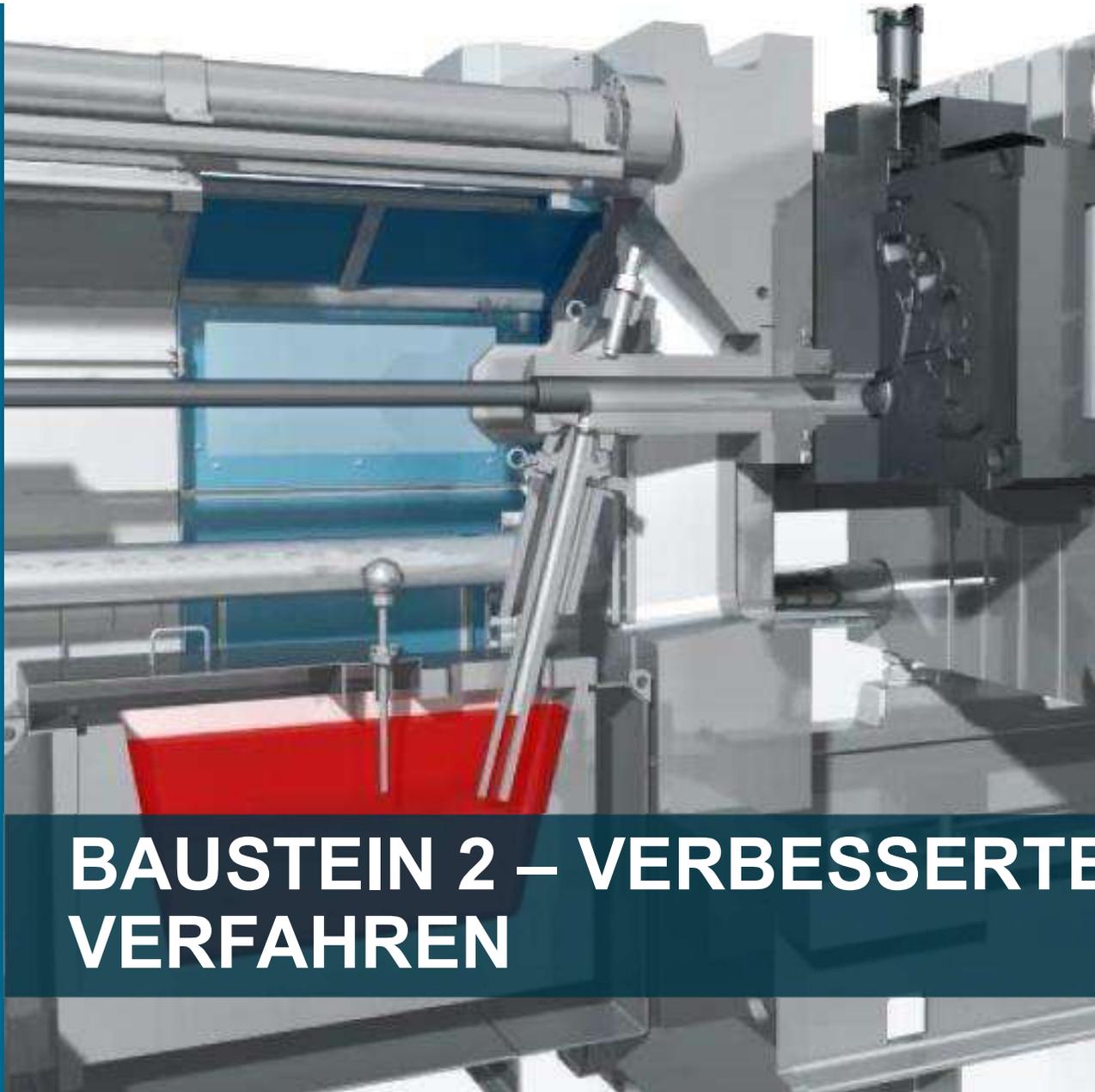
Magnesium:

- Versuche mit AZ91, AS31 und AE44-2
- Szenarioanalyse zum Einsatz von grünem Magnesium (< 6kg CO₂/kg)

3 unterschiedliche Gießverfahren

- Standard Druckguss
- Vakuumunterstützter Druckguss
- Vakural® Druckguss





BAUSTEIN 2 – VERBESSERTE HERSTELL- VERFAHREN

Verbesserungen im Druckgussprozess und Entwicklung der Vacural©-Technologie für Magnesiumdruckguss



Vorteile der Vacuraltechnologie:



- Entnahme der Schmelze unterhalb der Badoberfläche
- Geringere Überhitzungstemperatur der Schmelze durch homogene Temperaturführung
- Keine externe Dosiereinheit erforderlich
- Selbstoptimierender Prozess durch einheitliche Steuerungstechnik

Vacural©

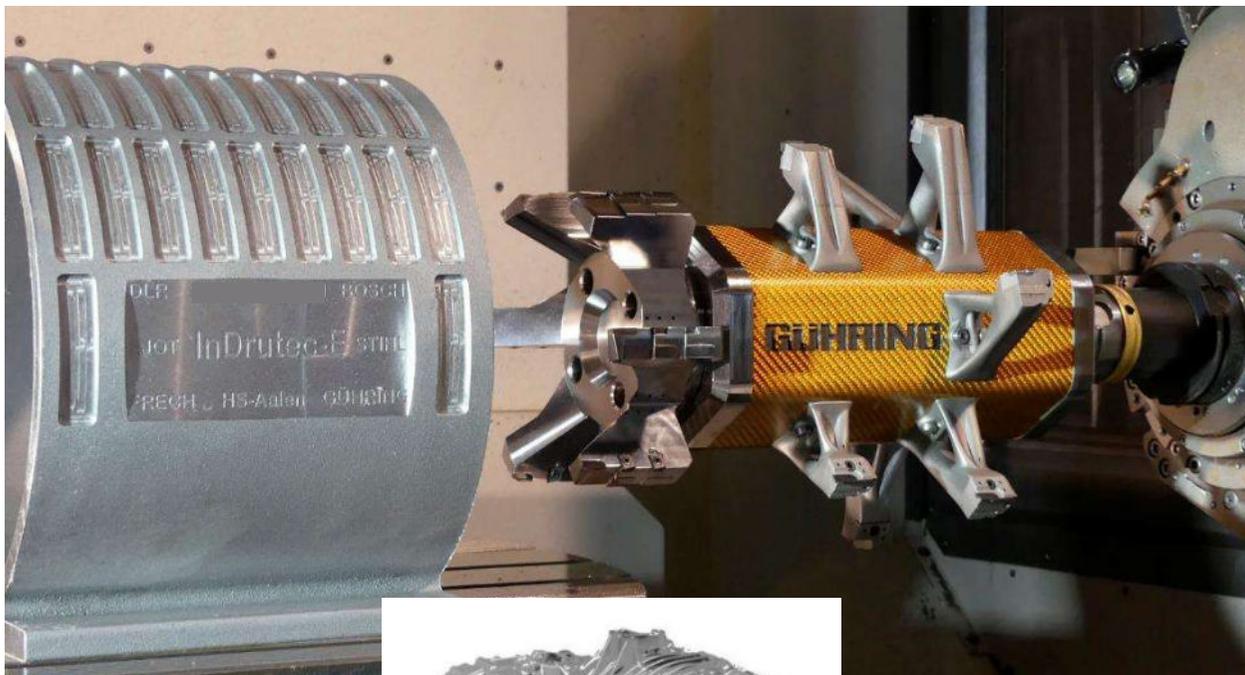
Ergebnis: Fertigung von Gussteilen mit niedrigsten Gas- und Oxid-Einschlüssen

Hybride Werkzeuge für präzisere Bearbeitung

GÜHRING



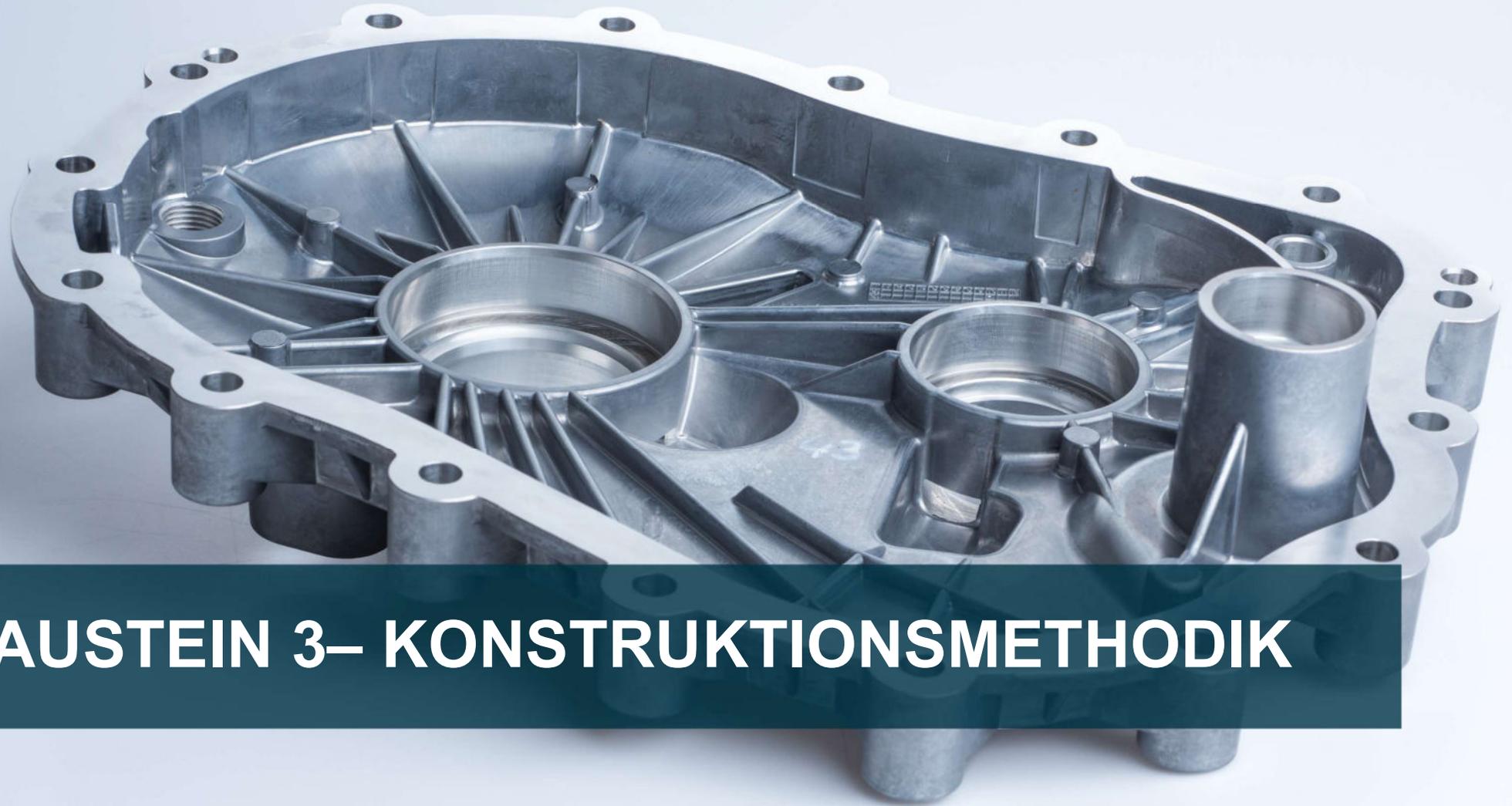
Demonstratorbauteil und hybrides Werkzeug



- CFK-Werkzeugschaft mit extrem hoher Steifigkeit
- Stirnschneidenmodul und Schneiden am CFK Schaft

Vorteile:

- Erhöhte Auskraglänge
- Gewichtsreduzierung
- Baukastenprinzip
- Verbesserte Qualität bei Satorbohrung E-Motor und Getriebegehäusen

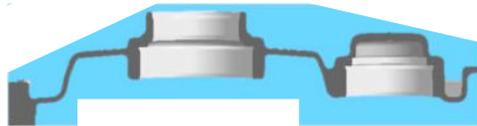


BAUSTEIN 3– KONSTRUKTIONSMETHODIK

Analyse von Schwächen heutiger digitalisierter Entwicklungsprozesse für druckgegossene Gehäuseteile



Schritt 1- Funktionskonzept
Grobkontur und Bauraum



Schritt 2- Topologieoptimierung
Vorschlag Rippenbild



Schritt 3- Detailkonstruktion
Gussgerechtes Design



Schwachpunkt: Erst hier kommen die Lasten als Randbedingungen für die Topologieoptimierung ins Spiel



Problem: Die Auswirkungen von Vorgaben aus dem ersten Schritt „Funktionskonzept“ für den Lösungsraum der Topologieoptimierung werden häufig stark unterschätzt.

Verbesserte Konstruktionsmethode



Schritt 1- Funktionskonzept
Grobkontur und Bauraum



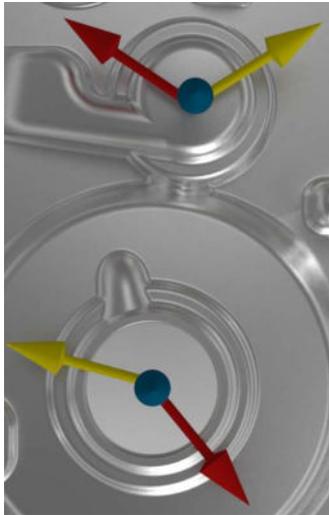
Schritt 2- Topologieoptimierung
Vorschlag Rippenbild



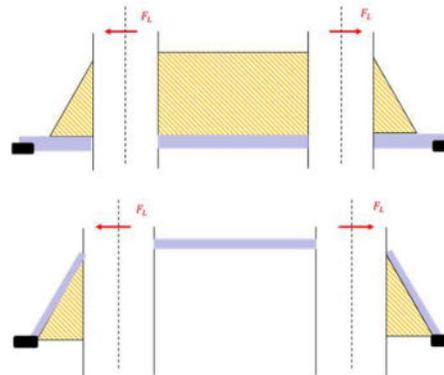
Schritt 3- Detailkonstruktion
Gussgerechtes Design



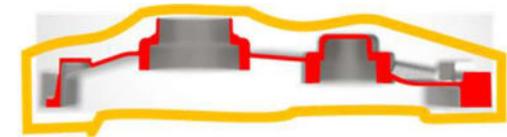
1. genaue Analyse der Kraftvektoren in
verschiedenen Lastfällen



2. Aufbau eines lastpfadgerechten
Funktionsmodells



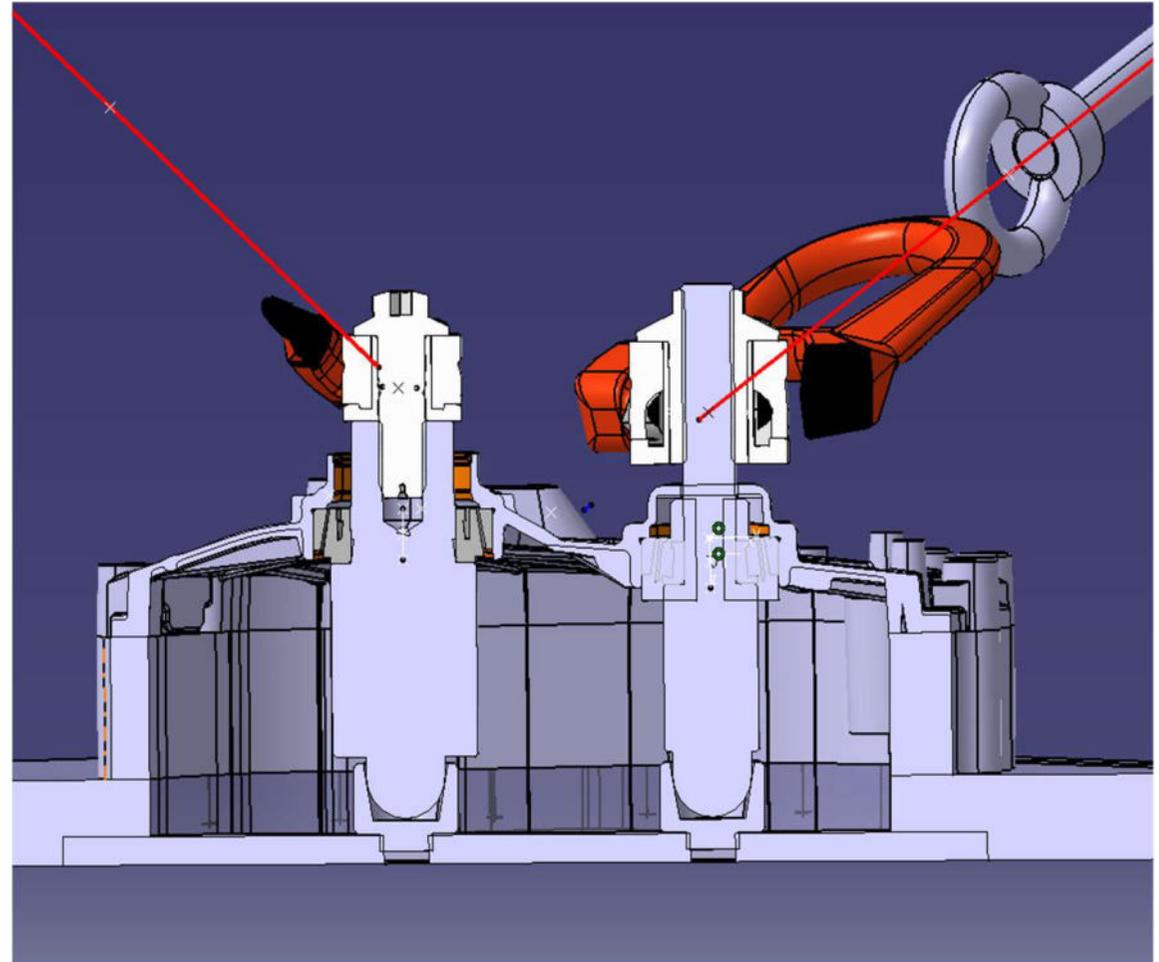
3. Feinoptimierung durch
Topologieoptimierung



Abschlussversuche – erfolgreicher Funktionsnachweis an Vacural©-gegossenen Alu- und Mg-Druckgussteilen



- Quasi-statische Versuche
 - Bauteile hielten allen geforderten Betriebs- und Überlasten stand
 - Bauteilversagen bei
 - 280% Last für die Aluminiumteile
 - 480% last für die Magnesiumteile



Gewichtseinsparung und CO₂-Footprint durch optimiertes Gussteildesign



Referenzdesign
(Aluminium primär)



Gewicht 2500 g
Footprint* = 20 kg CO₂



Bauteilkosten 12,33 € /St
für 7 Mio. St/a***: 86,4 Mio. €

Optimiertes Design
(Aluminium sekundär)



Gewicht 1613 g
(-35 %)
Footprint** = 2,74 kg CO₂
(-86,3%)



Bauteilkosten 9,16 € /St (-26%)
für 7 Mio. St/a: 64 Mio. € (-22,5 Mio. €/a)

Optimiertes Design
(grünes Magnesium)



Gewicht 1232 g
(-51%)
Footprint*** = 7,39 kg CO₂
(-63%)



Bauteilkosten 8,71 € /St (-29,5%)
für 7 Mio. St/a: 61 Mio. € (-25,4 Mio. €/a)

* Annahme Primäraluminium mit 8kg CO₂/kg

** Annahme Sekundäraluminium 1kg CO₂/kg bei 90% Rezyklatanteil

***Planung seitens Bosch ab 2025

Herzliche Einladung zur 15. WerkstoffPlus Auto




werkstoffplus+ auto
TAGUNG FÜR NEUE FAHRZEUG- UND WERKSTOFFKONZEPTE

MW GROUP
ROLLS ROYCE
Thomas Schmidt
Effiziente Kreislaufwirtschaft in Zusammenarbeit mit Afrika – Eine Projektidee
WERKSTOFFPLUS AUTO | STUTTGART | 20. – 21. FEBRUAR 2024

19. und 20.02.2025
in Stuttgart
www.werkstoffplusauto.de



VIELEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT