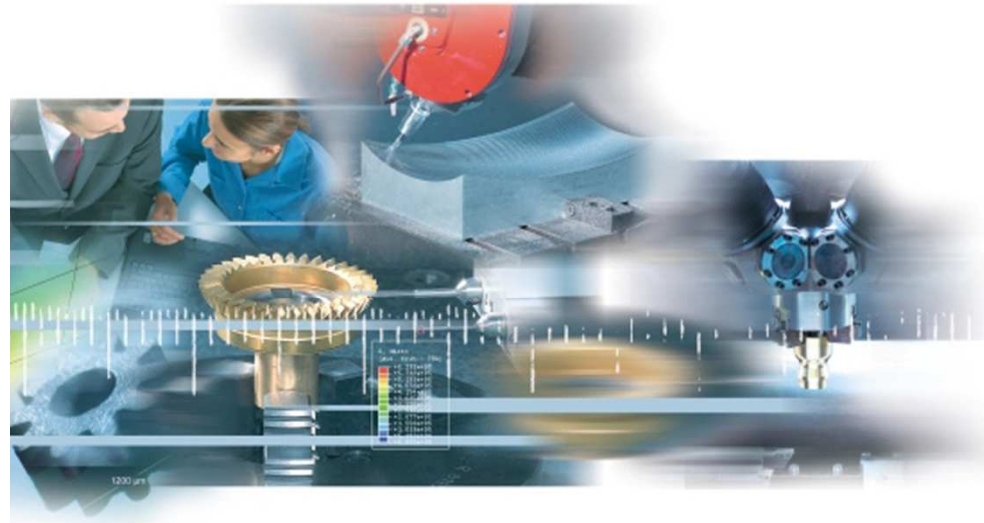


# Hybrider Leichtbau

Ein Beitrag zur Ressourcenschonung

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer  
Stuttgart, 17.07.2012

wbk Institut für Produktionstechnik





---

Motivation

---

Metallischer Leichtbau

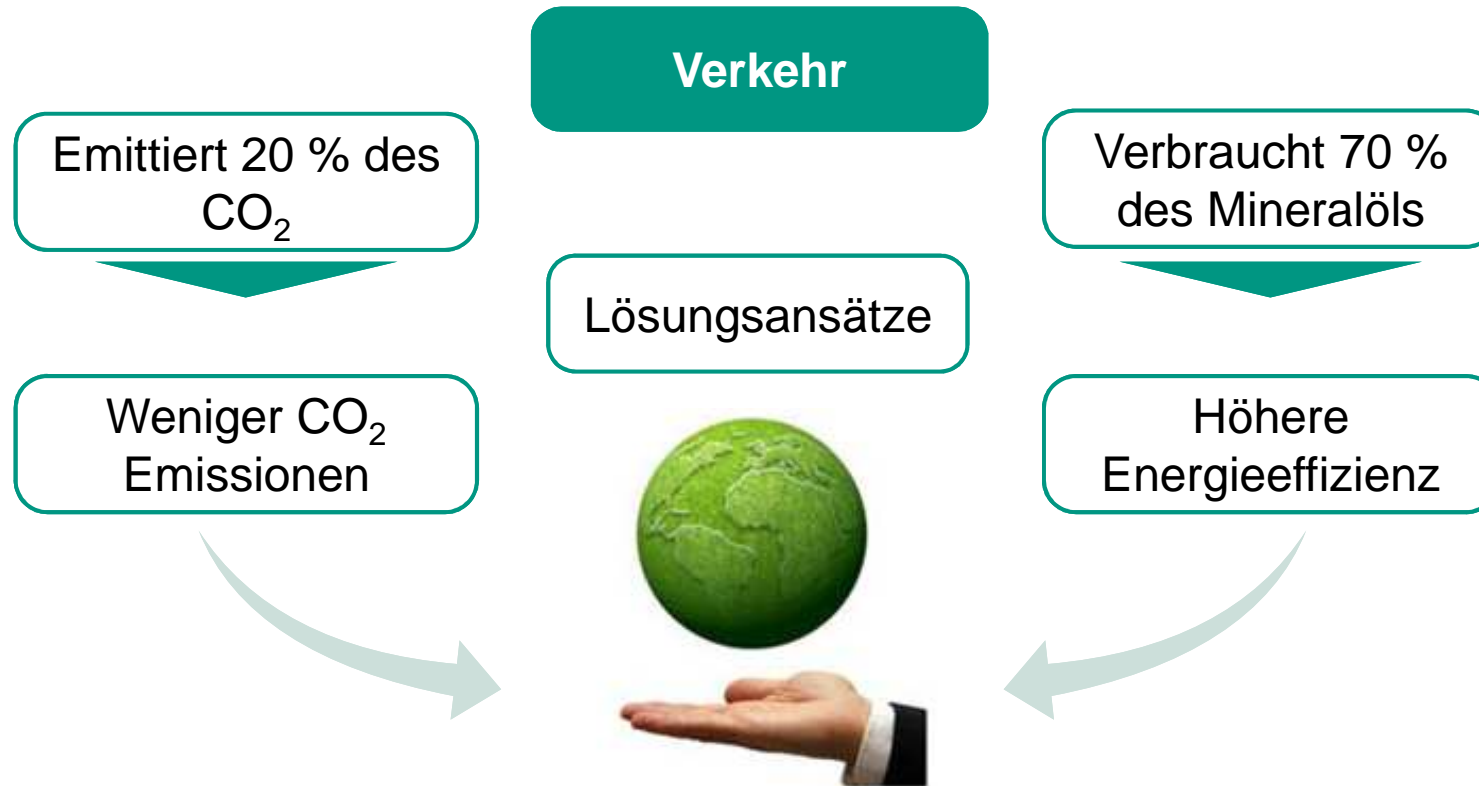
Faserverbundbasierter Leichtbau

Hybridisierung von Metallen mit  
Faserverbundwerkstoffen

Zusammenfassung und Ausblick

# Motivation

## Ressourcenschonung am Beispiel: Verkehr der Zukunft



► Energieeffiziente und klimaschonende Fahrzeuge werden in Zukunft von entscheidender Bedeutung sein.

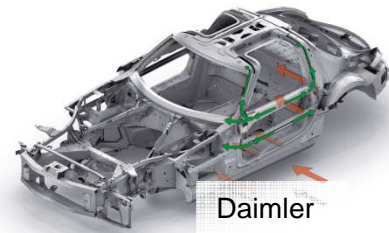
**Leichtbau** ist hierbei ein wichtiger Lösungsansatz: Eine Gewichtsreduktion von 100 kg bedeutet eine Einsparung von 0,3 l Kraftstoff pro 100 km.

# Motivation

## Leichtbau im Automobil

### Metallischer Leichtbau

- Aluminium
- Magnesium
- Hochfeste Stähle



### Faserverbundbasierter Leichtbau

- GFK (SMC)
- CFK (RTM)



### Hybrider Leichtbau

- Multi-Material Design
- Gefügte Hybride
- Integralbauweisen / Grenzflächen





Motivation

---

Metallischer Leichtbau

---

Faserverbundbasierter Leichtbau

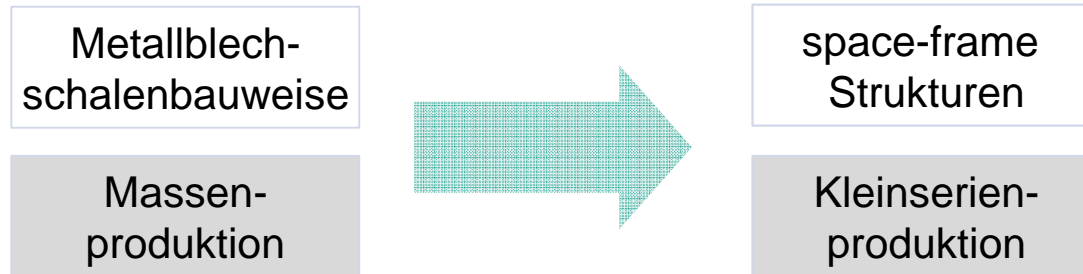
Hybridisierung von Metallen mit  
Faserverbundwerkstoffen

Zusammenfassung und Ausblick

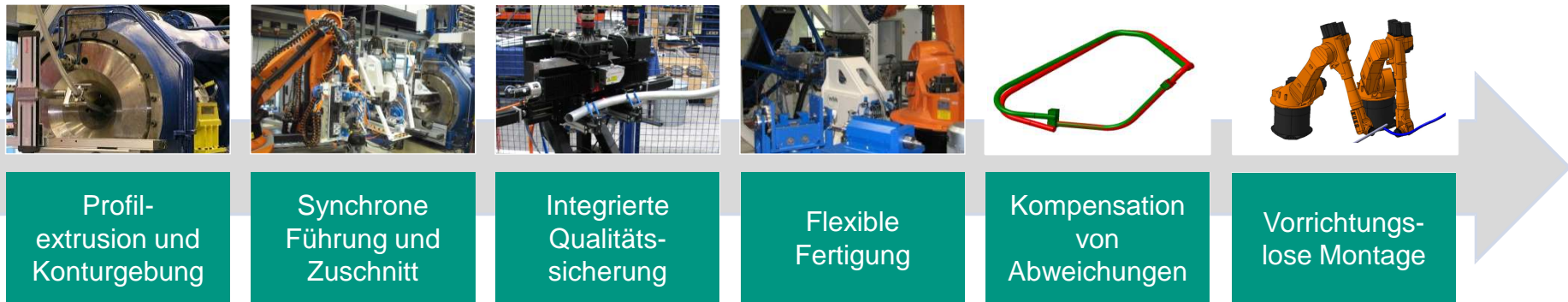
# Metallischer Leichtbau

## Metallischer Leichtbau am wbk - Forschungszentrum Transregio 10

- Im Bereich von Sportwagen werden selbsttragende Fahrgastzellen in Schalenbauweise und aus Metallblech immer öfter ersetzt durch sogenannte „space-frame“ Strukturen.



Erstellung einer neuen Prozesskette für eine flexible Produktion von leichten Rahmenstrukturen



Integration von Formgebung, Zuschnitt und Fügen für die flexible Produktion von Leichtbaustrukturen

# Metallischer Leichtbau

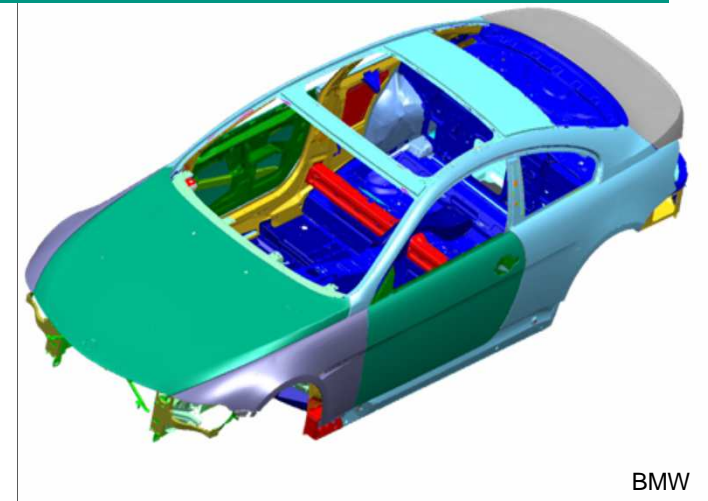
## Multi-Material Design

- Die Produktion von gewöhnlichen Tragstrukturen wird beherrscht und kann bei hoher Produkt- und Komponentenqualität vollautomatisiert werden.

### Multi-Material Design

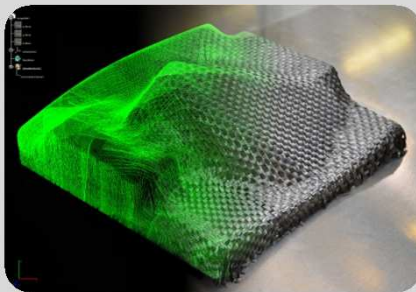


### Unterschiedliche Materialien



In Bezug auf die existierenden Ansätze wird bei metallischen Tragstrukturen eine weitere Gewichtsreduzierung zunehmend schwieriger und kostenintensiver. Eine weitere Gewichtsreduzierung kann nur über neue Ansätze erzielt werden.

--> Faserverbundbasierter Leichtbau



Motivation

Metallischer Leichtbau

---

Faserverbundbasierter Leichtbau

---

Hybridisierung von Metallen mit  
Faserverbundwerkstoffen

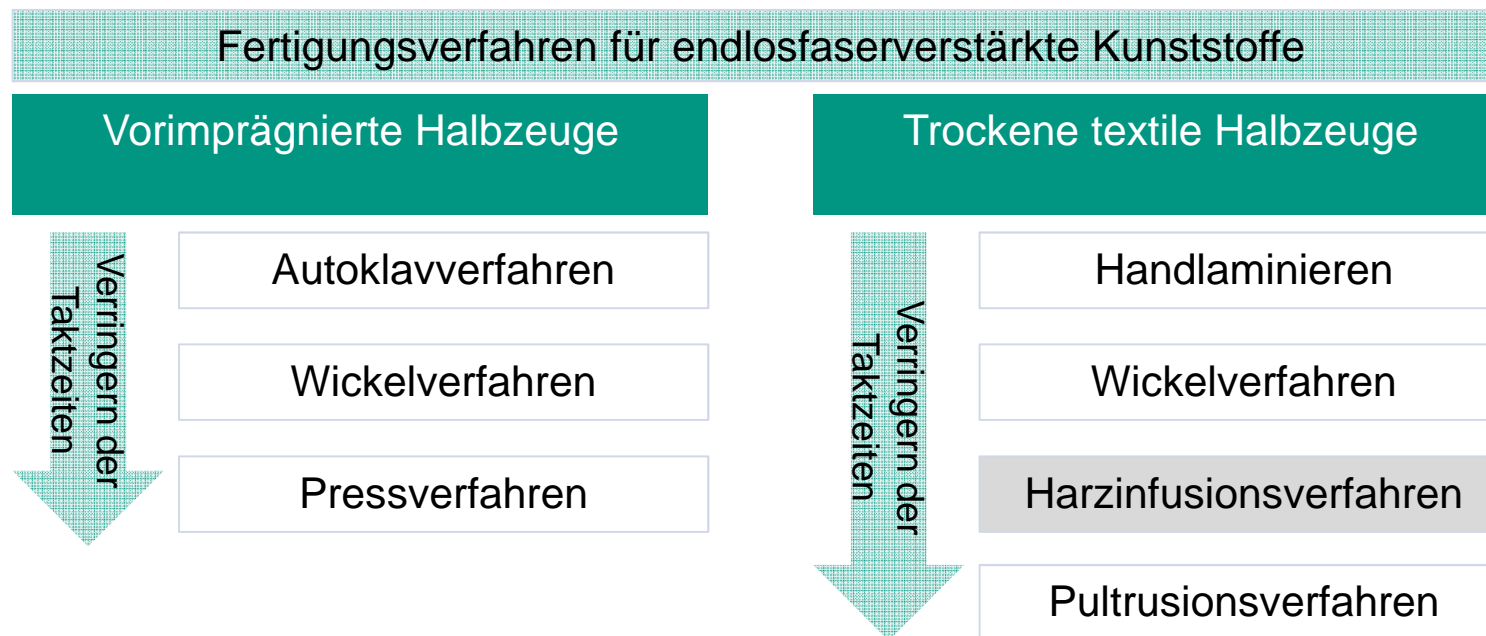
Zusammenfassung und Ausblick



# Faserverbundbasierter Leichtbau

## Fertigungsverfahren für endlosfaserverstärkte Kunststoffbauteile

- Endlosfaserverstärkte Kunststoffe sind metallischen Werkstoffen in vielen Bereichen überlegen, zum Beispiel bei der spezifischen Steifigkeit und Festigkeit.

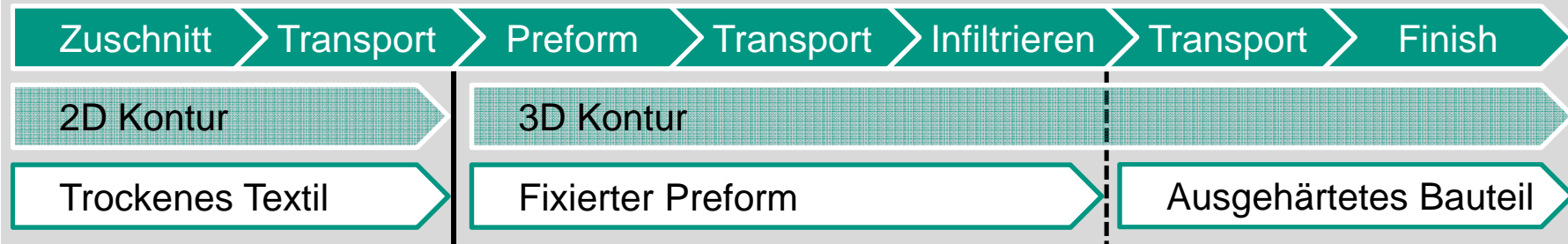
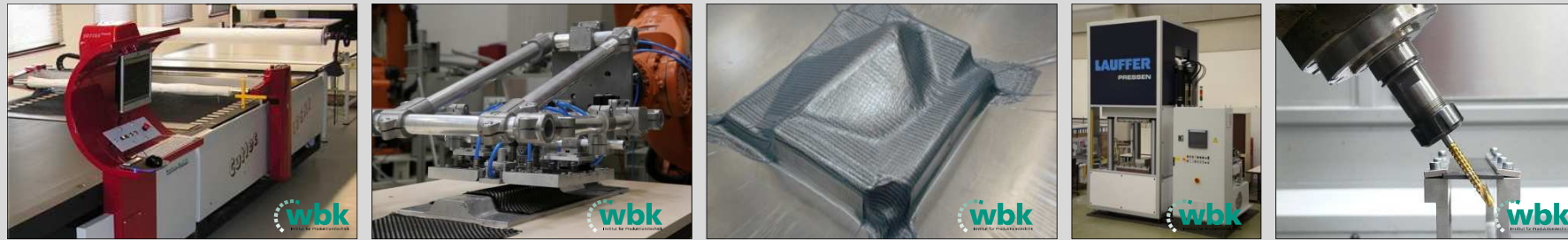


Die Fertigungskosten sind im Vergleich zu metallischen Werkstoffen immer noch sehr hoch. Als Gründe sind hauptsächlich der hohe Anteil an manuellen Tätigkeiten und hohe Materialkosten zu nennen. Zum aktuellen Zeitpunkt sind CFK-Bauteile nur in High-End-Anwendungen verbreitet.

# Faserverbundbasierter Leichtbau

## RTM-Prozesskette zur Fertigung von endlosfaserverstärkten Kunststoffen

### RTM Prozesskette



Die Gründe für eine nicht wirtschaftliche Produktion in der automatisierten Prozesskette, liegen in den folgenden Prozessschritten, und den hohen Materialkosten:

**Automatisierte Handhabung, Preforming, Infiltration, Nachbearbeitung und Qualitätssicherung**





Motivation

Metallischer Leichtbau

Faserverbundbasierter Leichtbau

---

Hybridisierung von Metallen mit  
Faserverbundwerkstoffen

---

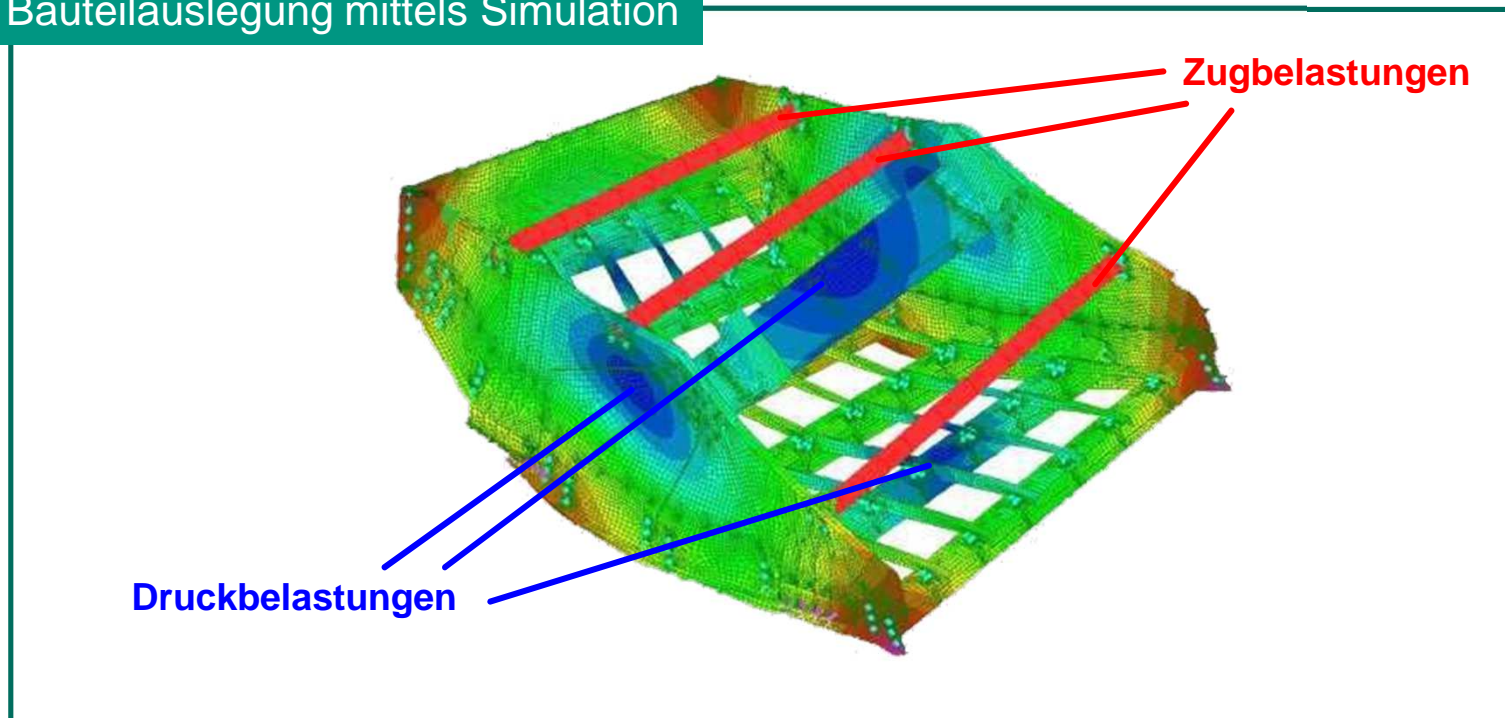
Zusammenfassung und Ausblick

# Hybridisierung von Metallen mit Faserverbundwerkstoffen

## Einführung Hybridisierung

- Unterschiedliche Belastungssituationen erfordern unterschiedliche Materialien. Um den höchsten Leichtbaugrad zu erzielen, müssen mehrere Werkstoffe in einem Bauteil eingesetzt und in hybrider Weise verbunden werden.

### Bauteilauslegung mittels Simulation

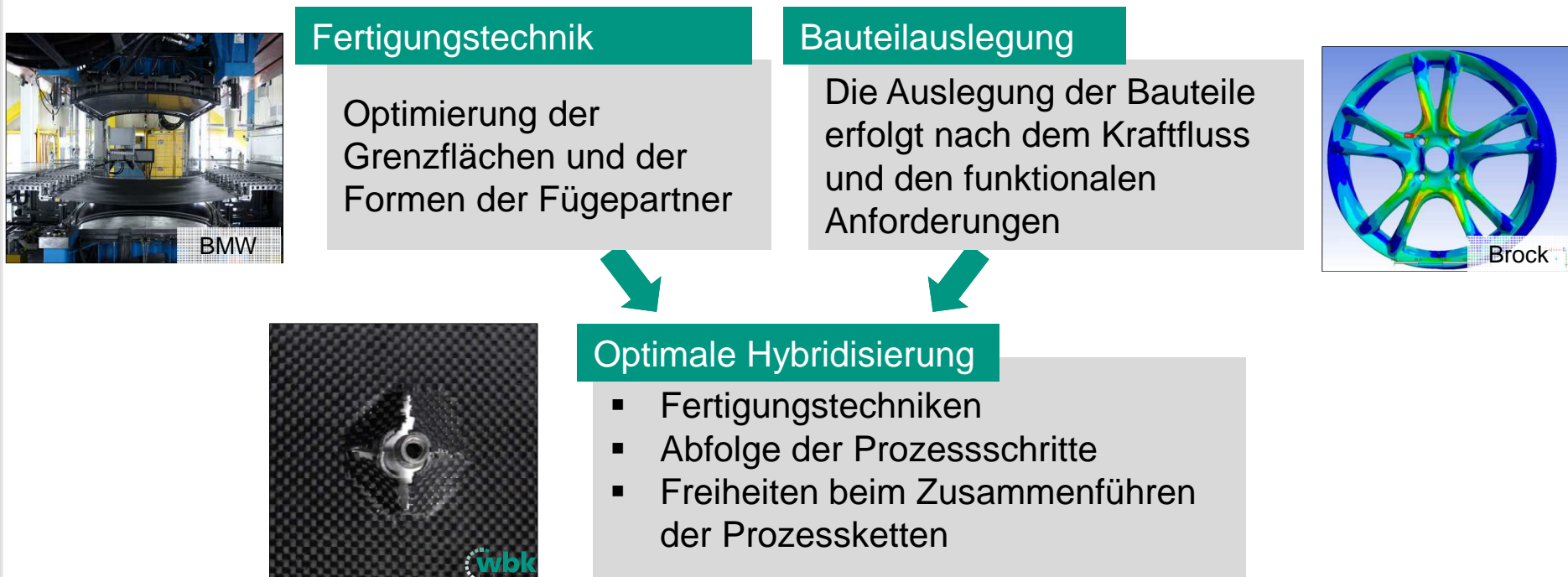


Quelle: Mechanical Engineering

# Hybridisierung von Metallen mit Faserverbundwerkstoffen

## Übersicht Hybridisierung

- Die Produktionstechnologie für Hybridbauteile hängt ab vom Kraftfluss, den Grenzflächen der Bauteile und deren Form.

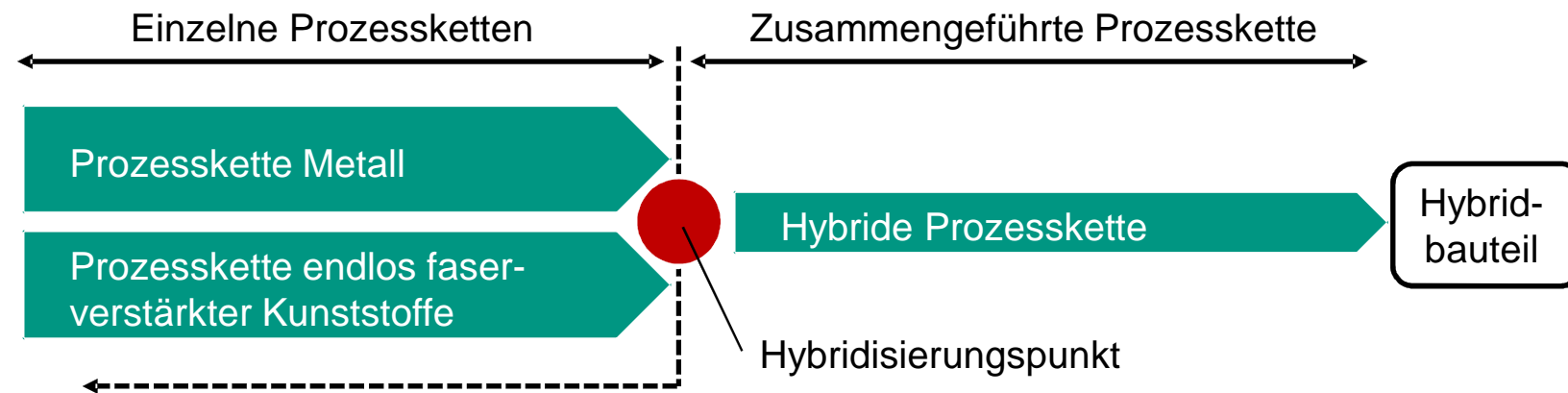


Ziel der Hybridisierung ist es das richtige Material an die richtige Stelle zu bringen. Zum Beispiel in druck- und scherbelaasteten Bereichen Metalle und in zugbelasteten Bereichen endlosfaserverstärkte Kunststoffe.

# Hybridisierung von Metallen mit Faserverbundwerkstoffen

## Zusammenführung der Einzel-Prozessketten

- Schematische Darstellung des Hybridisierungs-Prozesses:



**Ziel: Die Hybridisierung muss an einem ökonomisch und technologisch sinnvollem Punkt erfolgen**

In diesem Zusammenhang wird die Hybridisierung als eine Kombination aus mindestens zwei Materialien in einem Bauteil verstanden: Die Bauweise ist stets integral.

Unter intrinsischen Hybriden sind dabei integrale Bauteile zu verstehen, bei denen die Verbindung der Materialien im Ur- bzw. Umformprozess der metallischen oder endlosfaserverstärkten Komponente erfolgt.

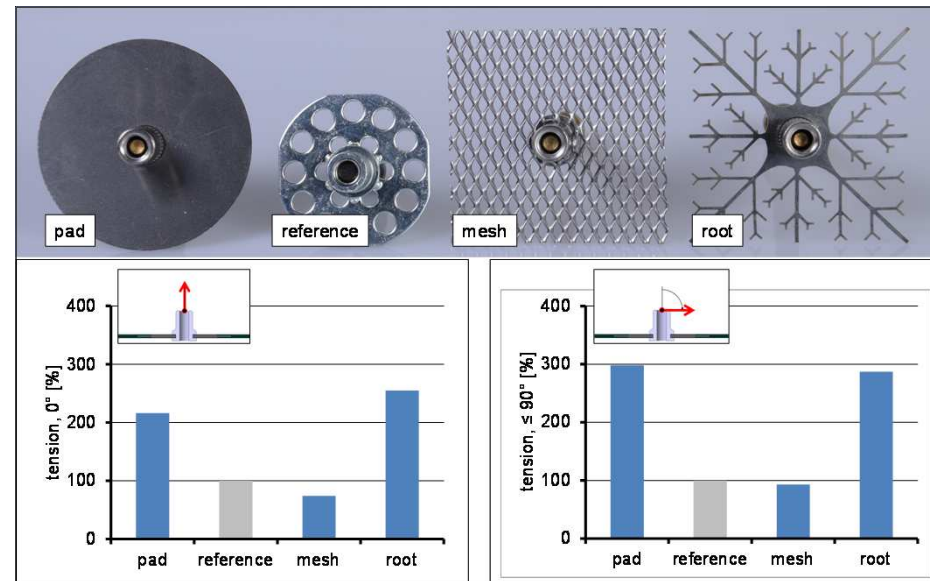
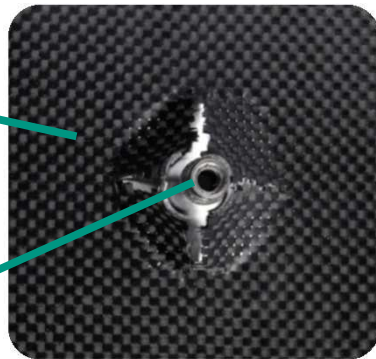
# Hybridisierung von Metallen mit Faserverbundwerkstoffen

## Hybridisierung am wbk - Entwicklung von Insertstrukturen

- Zielsetzung
  - Realisierung einer leichten, steifen und hochbelastbaren Verbindungstechnologie
- Vorgehen
  - Entwicklung neuer Insertstrukturen, angepasst an die Erfordernisse von kohlenstofffaser-verstärktem Kunststoff.
  - Vergleich mit dem Stand der Technik

Faserverstärkter Kunststoff

Metall-Insert



Getestete Insertstrukturen und deren Kraft

wbk-Entwicklung weist eine gesteigerte Zugkraft gegenüber der Referenz um über 300% auf.

# Hybridisierung von Metallen mit Faserverbundwerkstoffen

## Die Schritte zum profitablen Produkt

### Steigerung der Wirtschaftlichkeit von hybriden Produkten







Motivation

Metallischer Leichtbau

Faserverbundbasierter Leichtbau

Hybridisierung von Metallen mit  
Faserverbundwerkstoffen

---

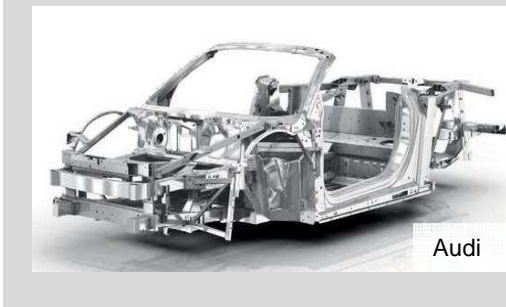
Zusammenfassung und Ausblick

---

# Zusammenfassung und Ausblick

## Kooperation über alle Disziplinen hinweg

Metallkonstruktion



FVK-Konstruktion



Durch den hybriden Leichtbauansatz werden die richtigen Materialien an den richtigen Stellen eingesetzt. Daraus resultiert eine höhere Gewichtseinsparung bei Erhalt der Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu bisherigen Leichtbauansätzen.

Mit einem breiten Einsatz über alle Fahrzeugklassen hinweg, ist der Beitrag zur Ressourcenschonung am größten.

**Für eine erfolgreiche Umsetzung ist eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Disziplinen erforderlich.**

# Zusammenfassung und Ausblick

## Kooperation über alle Disziplinen hinweg

### Metallkonstruktion



### Hybrid-Konstruktion

-  Materialeffizienz
-  Gewichtseffizienz
-  Kraftstoffeinsparung
-  Ressourceneffizienz

### FVK-Konstruktion



Durch den hybriden Leichtbauansatz werden die richtigen Materialien an den richtigen Stellen eingesetzt. Daraus resultiert eine höhere Gewichtseinsparung bei Erhalt der Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu bisherigen Leichtbauansätzen.

Mit einem breiten Einsatz über alle Fahrzeugklassen hinweg, ist der Beitrag zur Ressourcenschonung am größten.

**Für eine erfolgreiche Umsetzung ist eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Disziplinen erforderlich.**

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Prof. Dr.-Ing. **Jürgen Fleischer**

Institutsleitung

Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnologie

Karlsruhe Institut für Technologie (KIT)

**wbk** Institut für Produktionstechnik

Kaiserstraße 12    Tel.: +49 (0) 721 608 44009    fleischer@wbk.uka.de  
76131 Karlsruhe    Fax: +49 (0) 721 608 45005    <http://www.wbk.kit.edu>