

# Methodik zur Karosserieentwicklung mittels Topologieoptimierung

Institut für Fahrzeugkonzepte



Wissen für Morgen

# Inhalt

- Motivation & Zielsetzung
- Optimierungsstrategien
- Optimierungsbeispiel an einem Fahrzeug mit Elektroantrieb
- Karosseriebauweise
- Zusammenfassung & Ausblick



# Motivation

## Globale Herausforderungen

- Knappheit der Ressourcen
- Wachsende Bevölkerung
- Klimawandel
- Nachhaltigkeit
- ...

## Herausforderungen der Mobilität

- Senkung des Kraftstoffverbrauches
- Reduktion der Luftschadstoffe
- Infrastruktur & neue Mobilitätsmuster
- Engineering Netzwerke und Märkte
- ...

## Bauweisen und Fahrzeugkonzepte

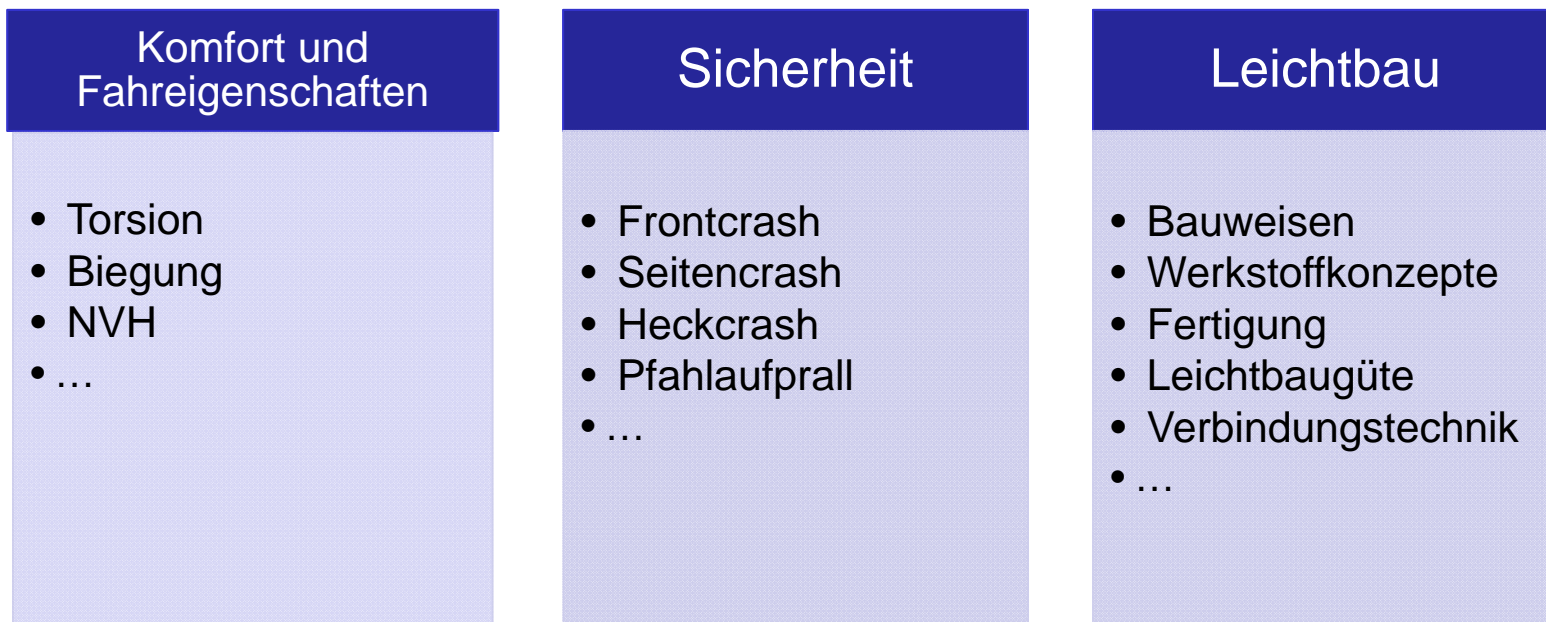
- Kurze Entwicklungszeit
- Erhöhter Innovationsdruck
- Neue & flexible Entwicklungsprozess
- Wirtschaftlichkeit
- ...

**geeignete  
Entwicklungsmethoden/  
Tools in der  
Konzeptphase**



# Zielsetzung

Methodik zur Entwicklung von anforderungsoptimale Karosseriestrukturen

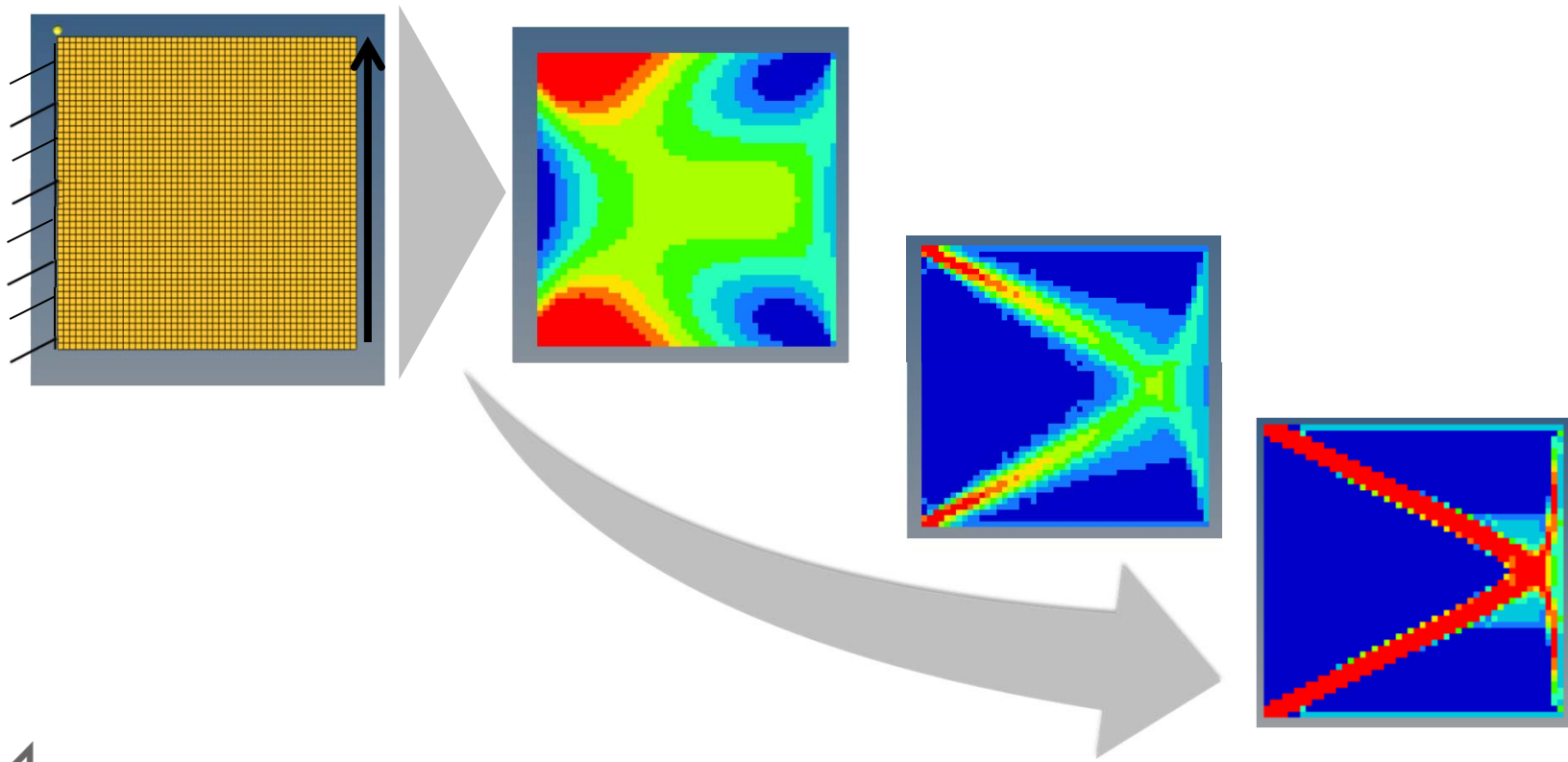


auf Basis der Topologieoptimierung

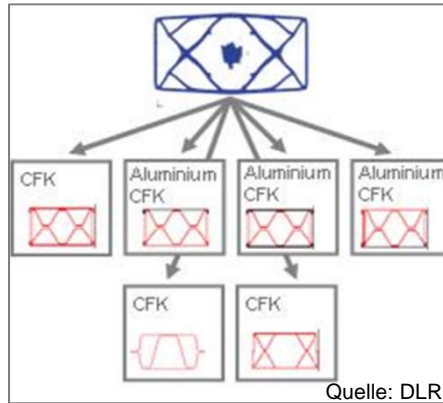
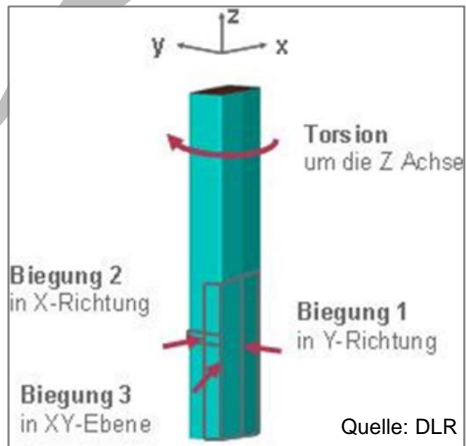


## Grundlegendes Ziel der Topologieoptimierung

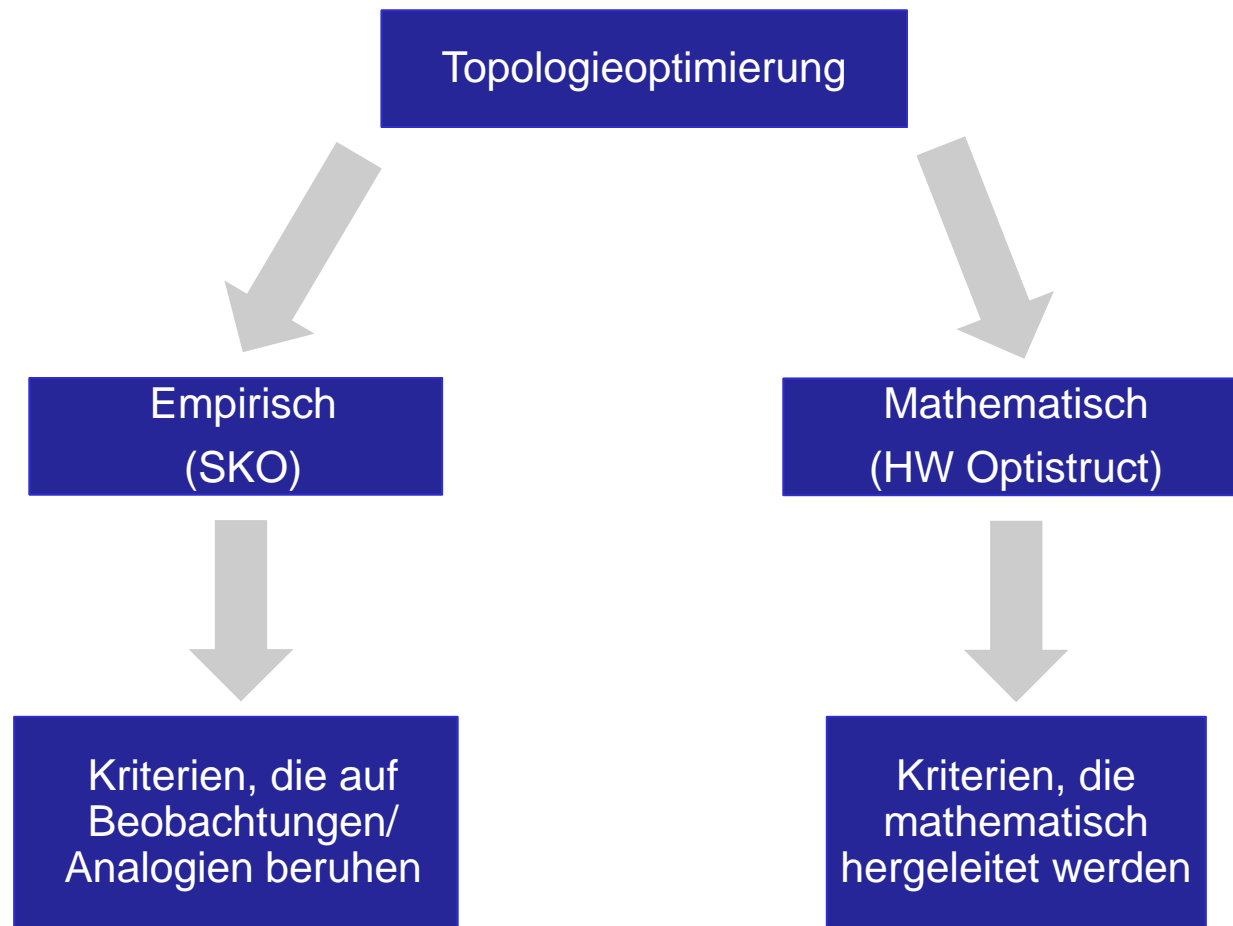
- Optimale Materialverteilung unter Einhaltung gegebener Randbedingungen



# Beispiel Bauteiloptimierung

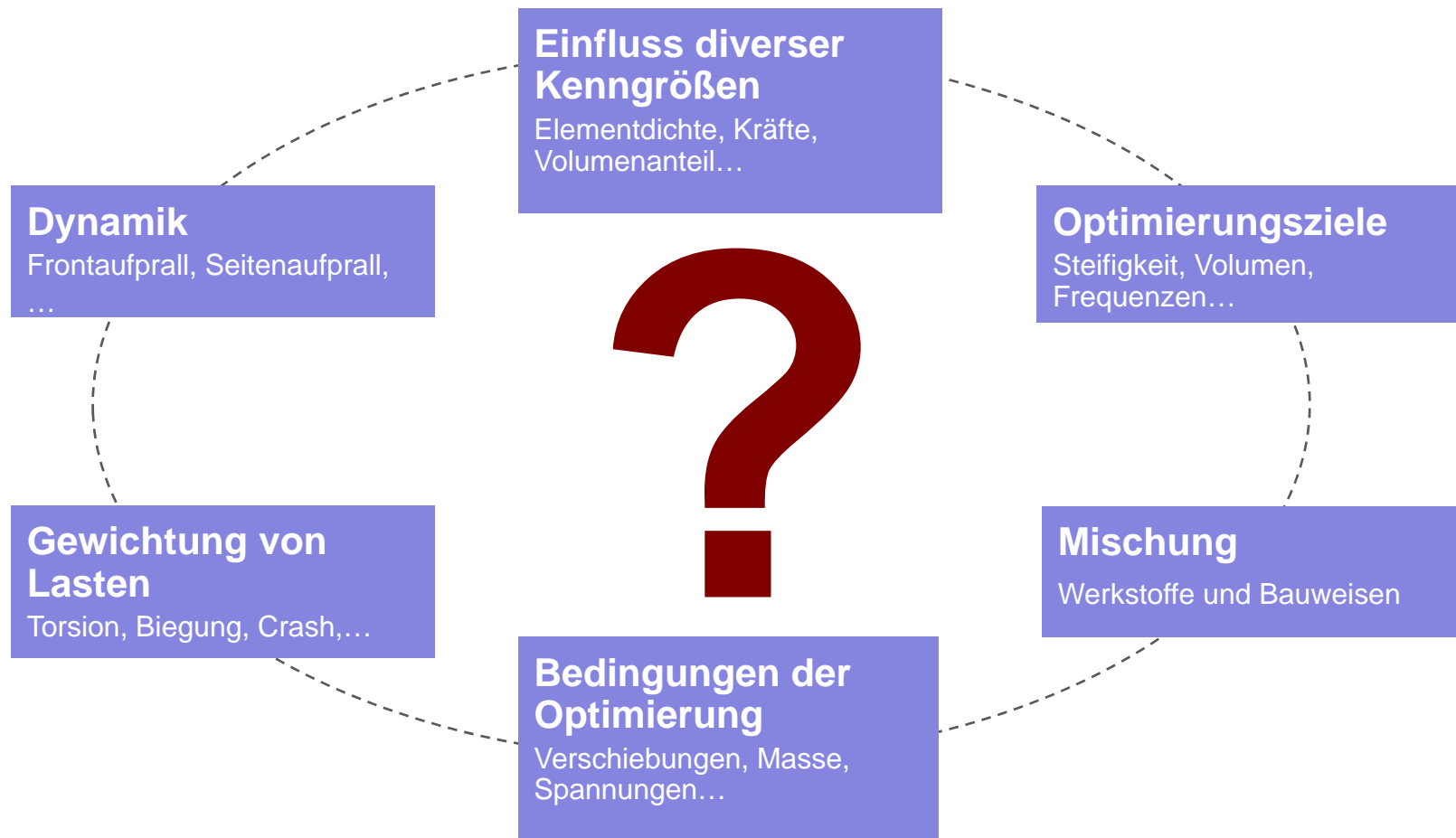


# Unterschiedliche Topologieoptimierungsweisen



# Topologieoptimierung für Rohbaukonzeptphase

## Optimierungsstrategie?



# Inhalt

- Motivation & Zielsetzung
- Optimierungsstrategien
- Optimierungsbeispiel an einem Fahrzeug mit Elektroantrieb
- Karosseriebauweise
- Zusammenfassung & Ausblick

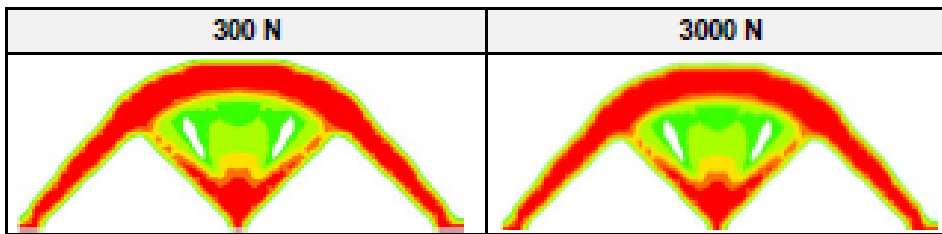


# Vergleich der Optimierungsstrategien Einfluss der Last

## Strategie 1

Optimierungsziel: minimale Nachgiebigkeit

Restriktion: Füllgrad in %

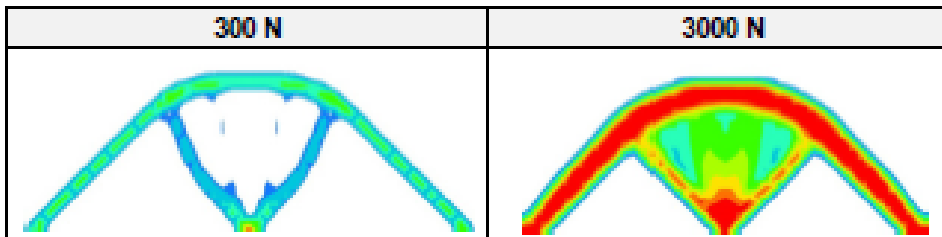


Qualitatives  
Vorgehen

## Strategie 2

Optimierungsziel: minimales Volumen

Restriktion: Verschiebung in mm



Quantitatives  
Vorgehen

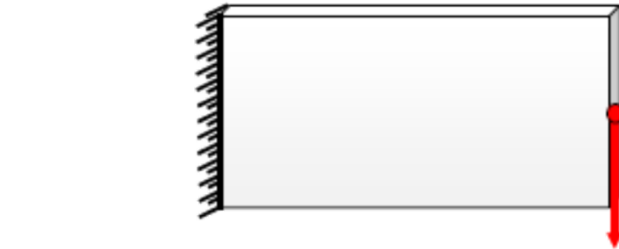
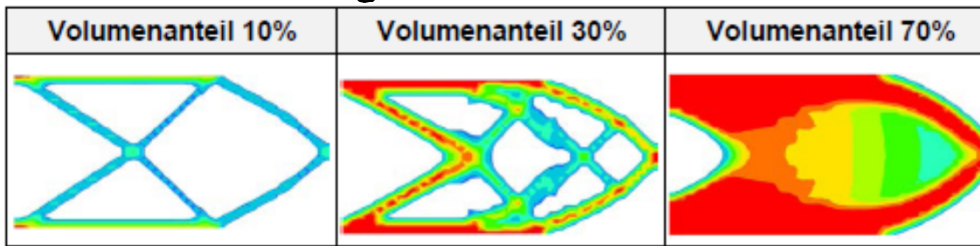


# Vergleich der Optimierungsstrategien Einfluss des Füllgrades

## Strategie 1

Optimierungsziel: minimale Nachgiebigkeit

Restriktion: Füllgrad in %

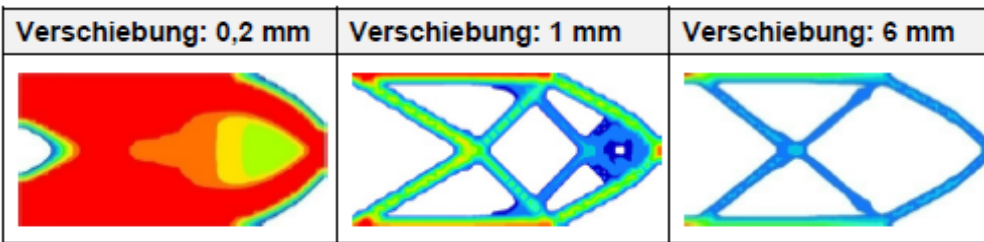


Qualitatives  
Vorgehen

## Strategie 2

Optimierungsziel: minimales Volumen

Restriktion: Verschiebung in mm



Quantitatives  
Vorgehen

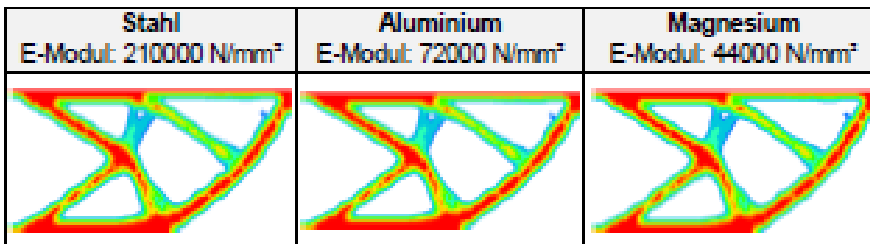


# Vergleich der Optimierungsstrategien Einfluss der Werkstoffe

## Strategie 1

Optimierungsziel: minimale Nachgiebigkeit

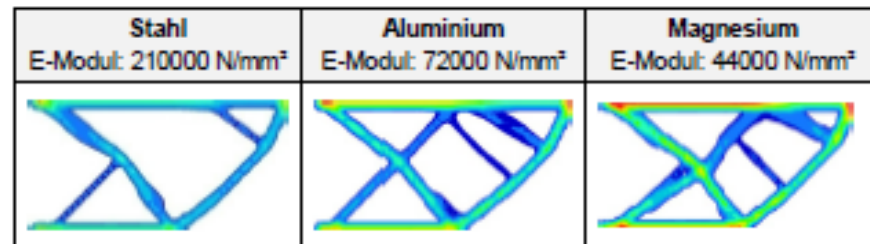
Restriktion: Füllgrad in %



## Strategie 2

Optimierungsziel: minimales Volumen

Restriktion: Verschiebung in mm



Qualitatives  
Vorgehen

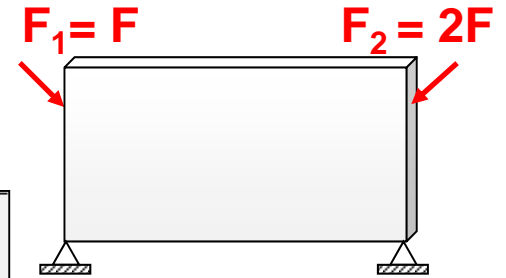


Quantitatives  
Vorgehen



# Vergleich der Optimierungsstrategien Einfluss der Gewichtung

Strategie 1 ermöglicht die Gewichtung der jeweiligen Lastfälle (Multiple Loadcase)!



Lastfall 1: 1-fach gewichtet Lastfall 2: 1-fach gewichtet	Lastfall 1: 10-fach gewichtet Lastfall 2: 1-fach gewichtet
Lastfall 1: 100-fach gewichtet Lastfall 2: 1-fach gewichtet	Lastfall 1: 1000-fach gewichtet Lastfall 2: 1-fach gewichtet

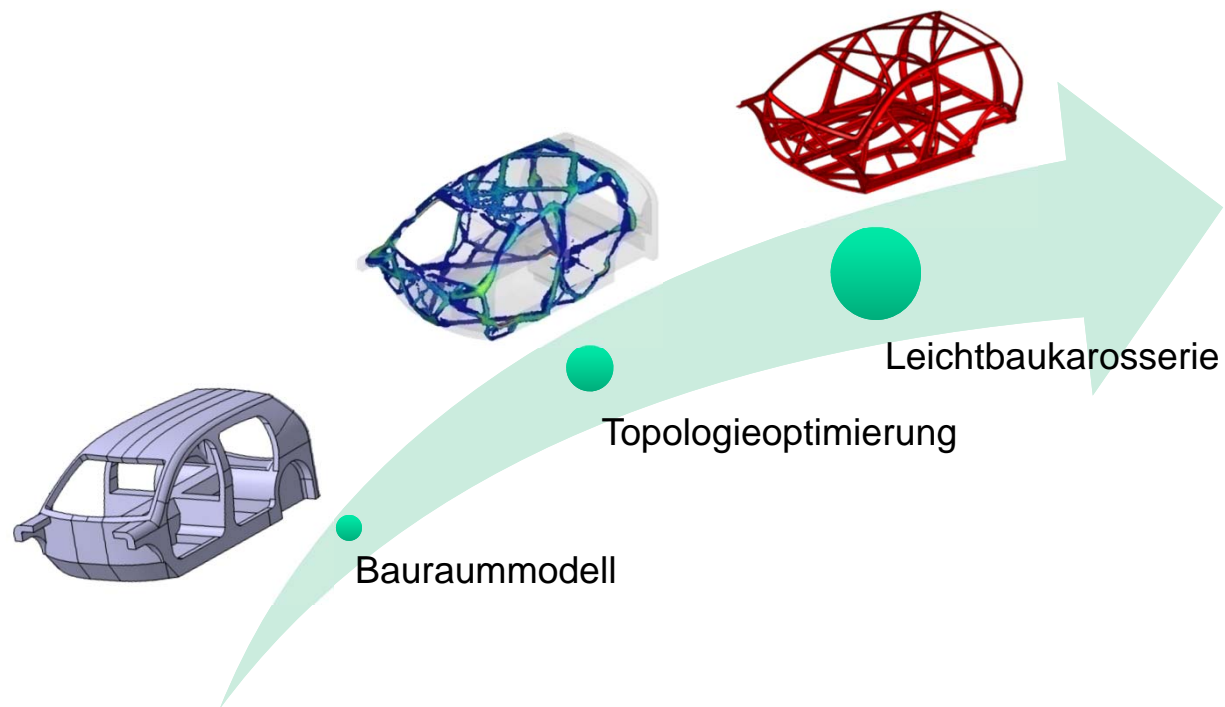


## Inhalt

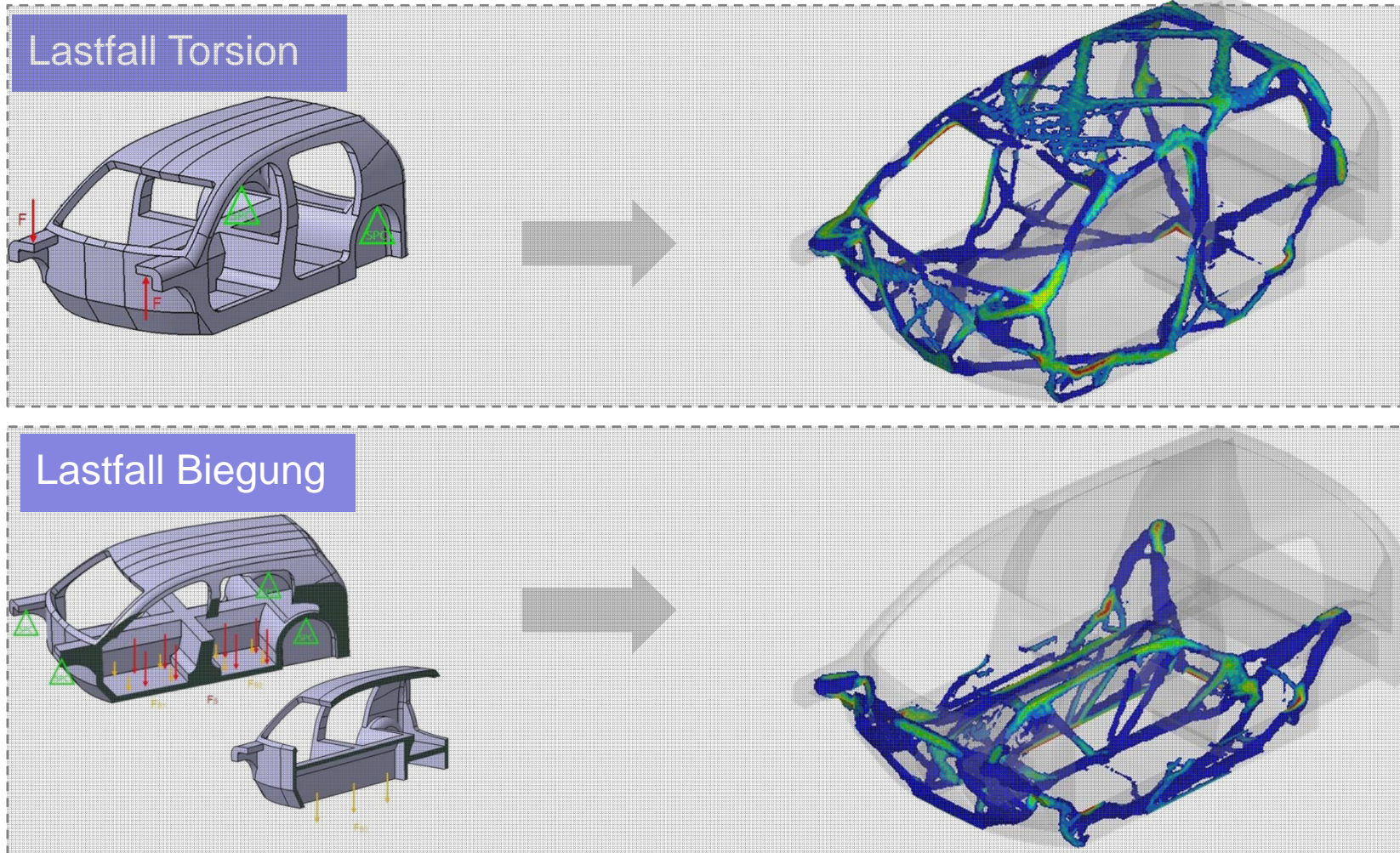
- Motivation & Zielsetzung
- Optimierungsstrategien
- Optimierungsbeispiel an einem Fahrzeug mit Elektroantrieb
- Karosseriebauweise
- Zusammenfassung & Ausblick



# Grundidee der Karosserieentwicklung mittels Topologieoptimierung

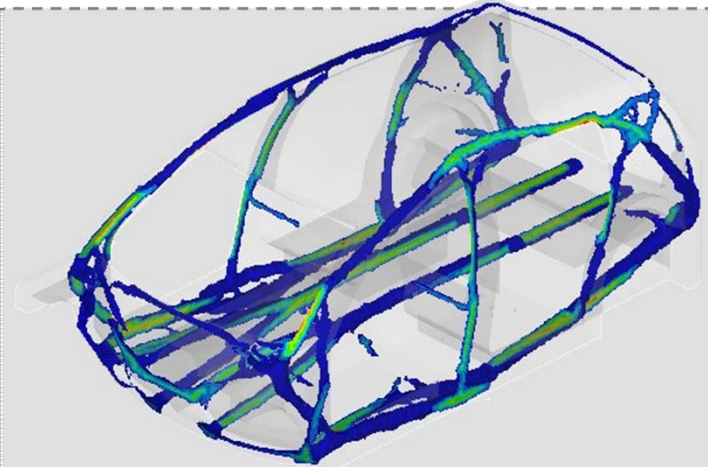
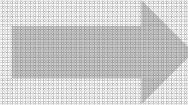
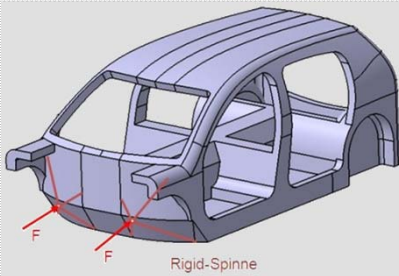


## Statische Lasten - Beispiele

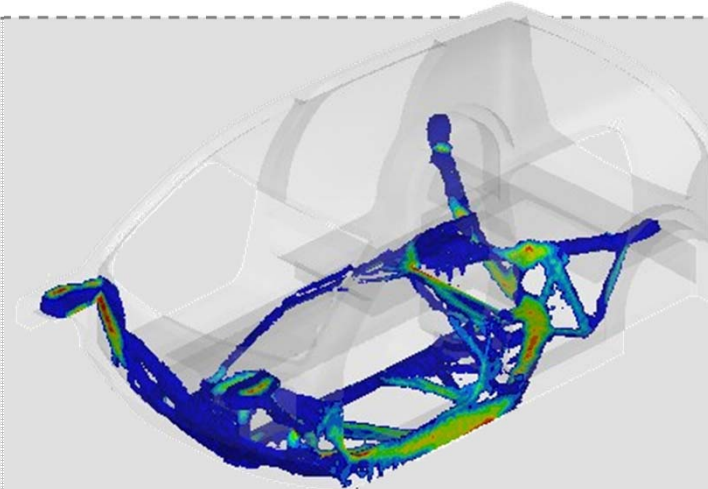
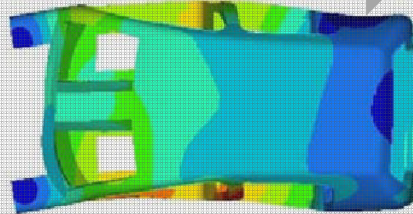
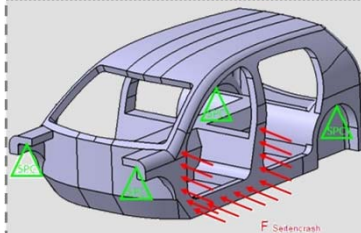


## Dynamische Lasten - Beispiele

Lastfall Frontcrash

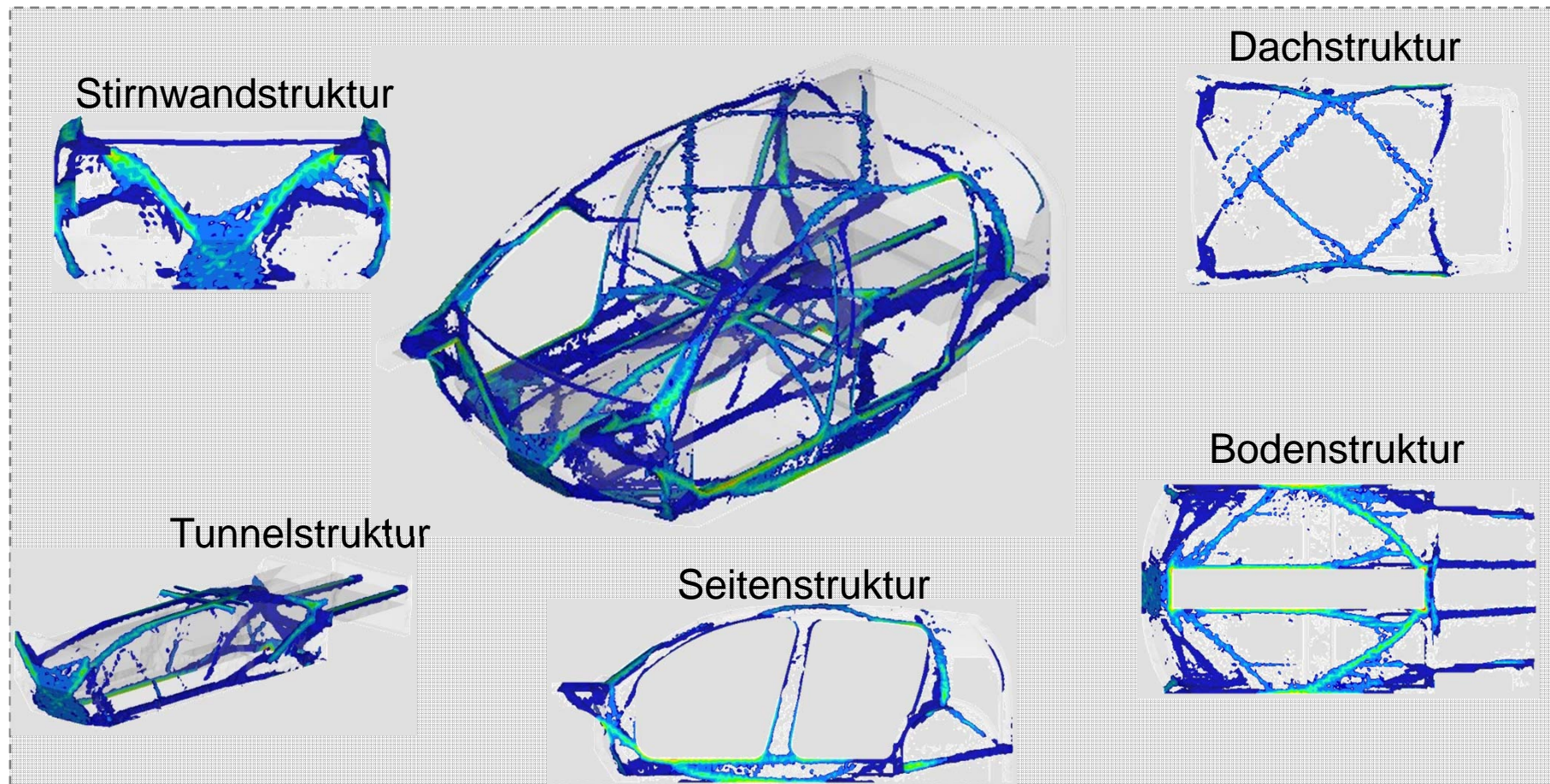


Lastfall Seitencrash



# Multiple Loadcase - Beispiel

## Torsion + Biegung + Front + Seitencrash

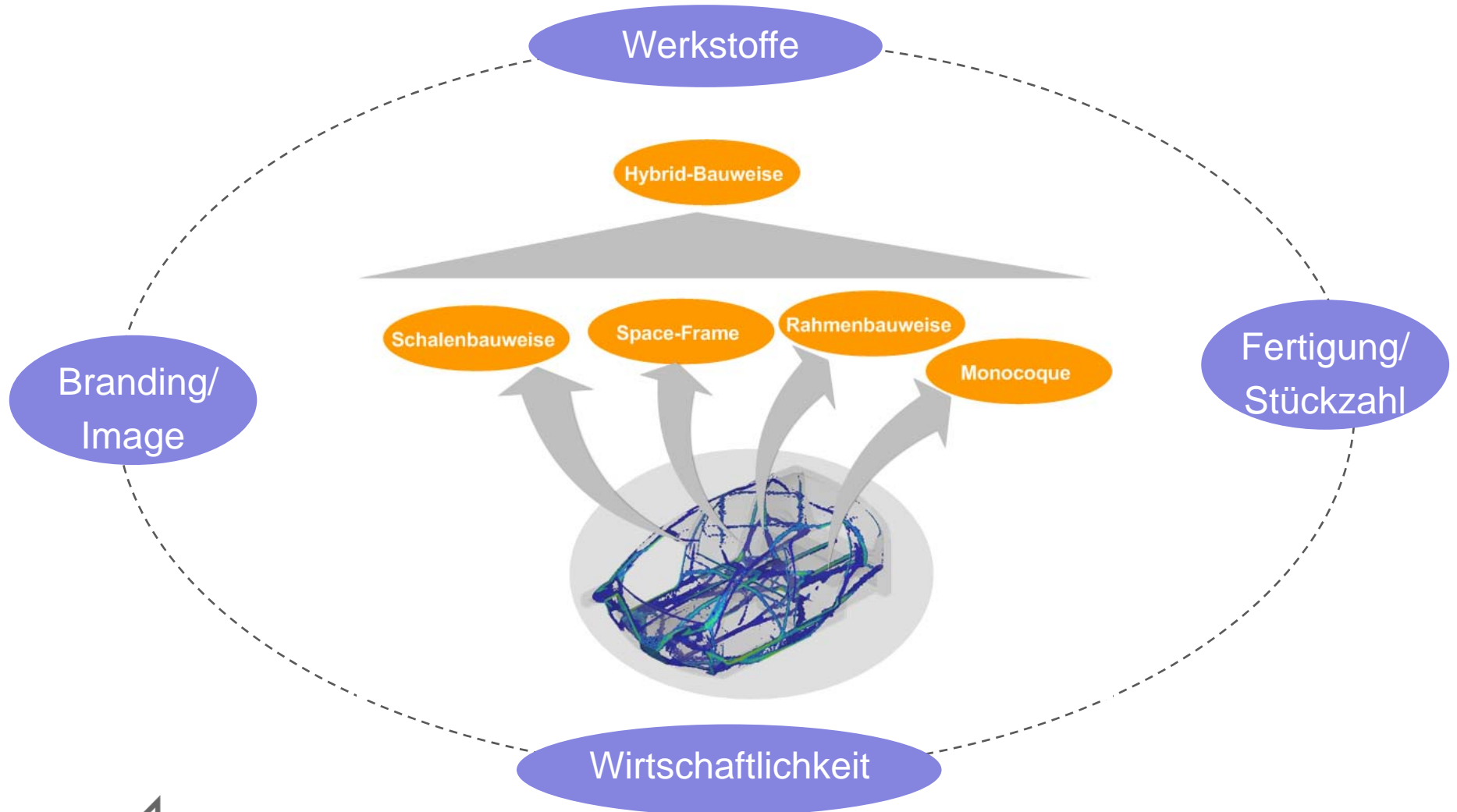


## Inhalt

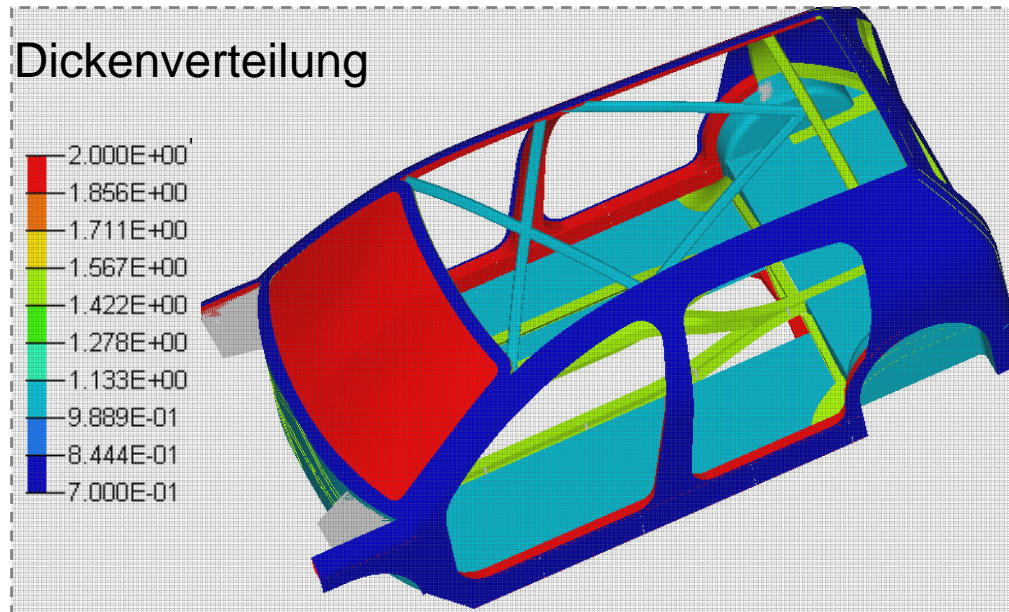
- Motivation & Zielsetzung
- Optimierungsstrategien
- Optimierungsbeispiel an einem Fahrzeug mit Elektroantrieb
- Karosseriebauweise
- Zusammenfassung & Ausblick



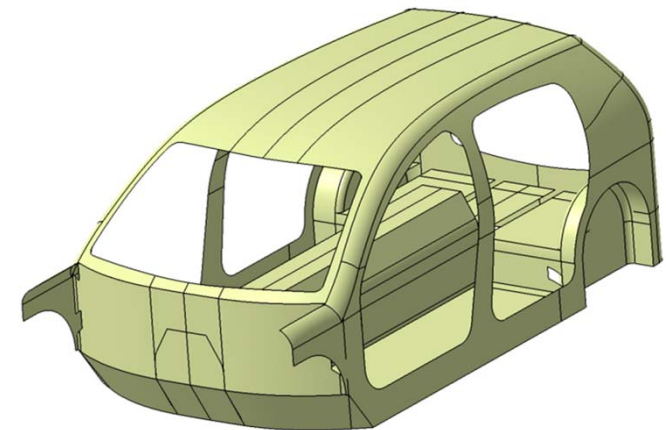
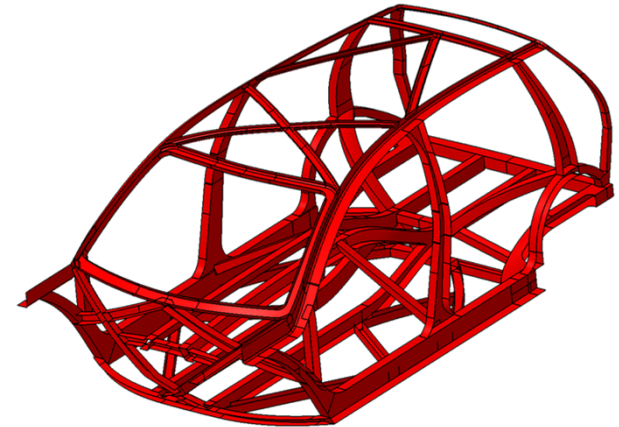
# Karosserieleichtbau - Auslegungsmöglichkeiten



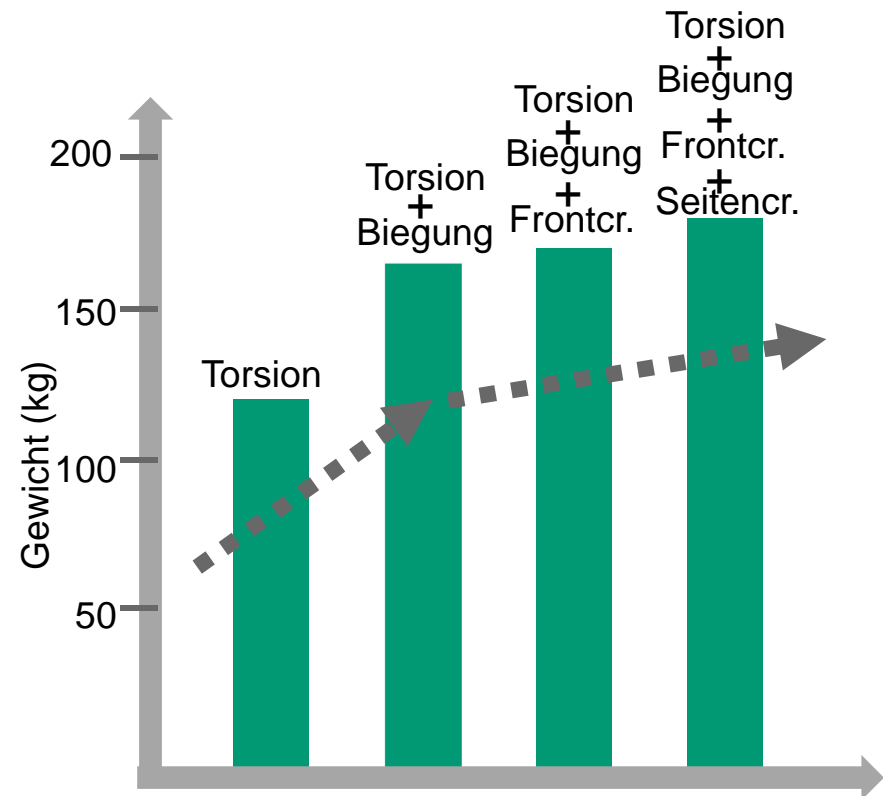
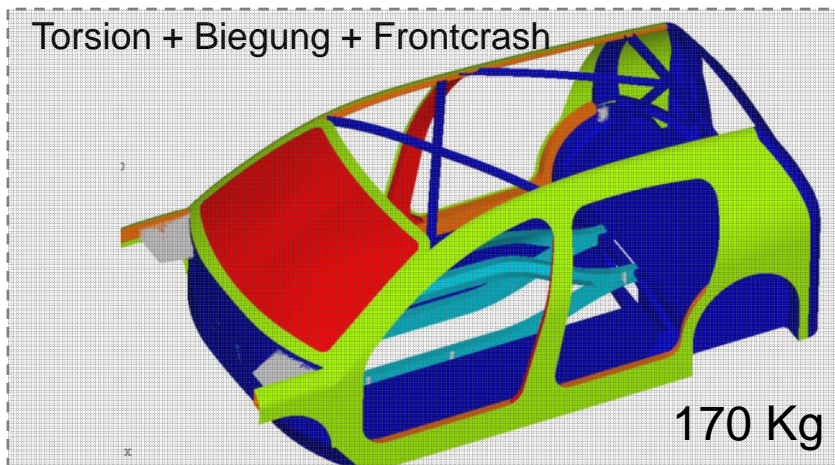
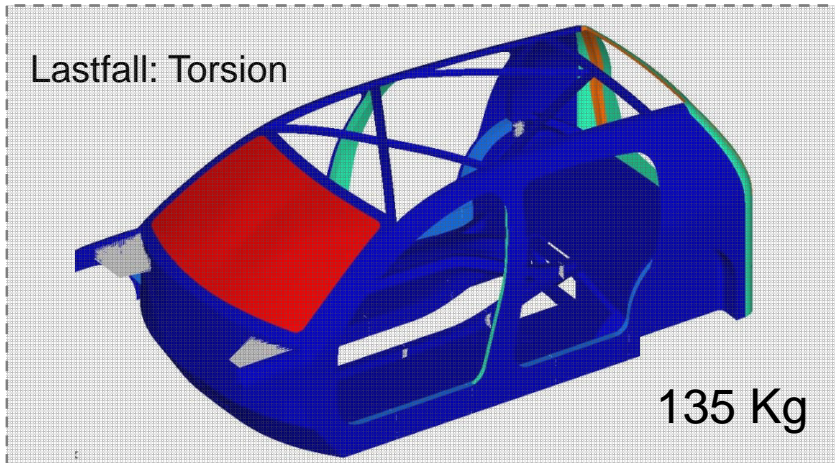
## Beispielhafte Darstellung Schalenbauweise aus Stahl



- Masse: 227 kg (inkl. Frontscheibe)
- Blechdickenverteilung aus Erfahrung/Intuition
  - Materialstärken: 0,7 - 2 mm
- Torsionssteifigkeit: ca. 55.000 Nm/grad



## Beispielhafte Darstellung Optimierung der Blechdickenverteilung



## Inhalt

- Motivation & Zielsetzung
- Optimierungsstrategien
- Optimierungsbeispiel an einem Fahrzeug mit Elektroantrieb
- Karosseriebauweise
- Zusammenfassung & Ausblick



## Zusammenfassung und Ausblick

- Mit modernen Optimierungstools können unterschiedliche Optimierungsstrategien abgeleitet werden
- Ganzheitlicher Einsatz von Topologieoptimierung im Karosseriebau bietet ein sehr hohes Leichtbaupotenzial
- Die Umsetzung von Lastpfaden in eine vordimensionierte Konzeptarchitektur benötigt robuste technische Regeln und technologisch-wirtschaftliche Bewertungskriterien
- Anforderungsoptimale Bauweisen benötigen systemische Betrachtungen von Fertigungstechnologien, Werkstoffen und Fügeverfahren. Es bedarf entsprechender Systemtools

