Crash-Anforderungen an Leichtbauwerkstoffe
Simulation und Versuch

Bernhard Fellner, F&E Fahrzeugsicherheit, EGS-V
bernhard.fellner@magnasteyr.com

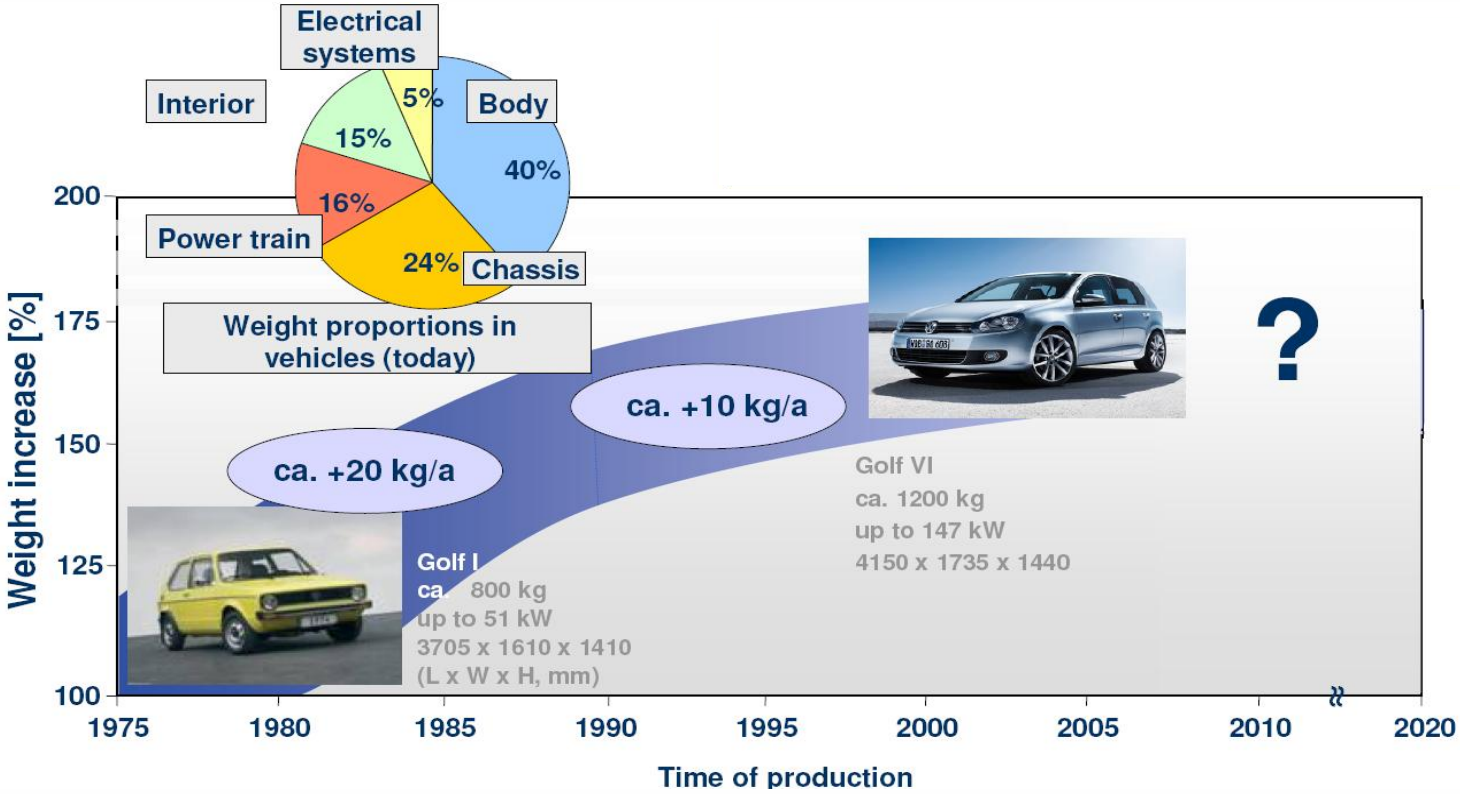
Leitfaden

- **Motivation**
  - Leichtbau
  - Sicherheit
- **Fahrzeugsicherheit**
  - Crashtestkategorien
  - Physikalische Anforderungen
- **Entwicklungsprozess**
  - Validierte virtuelle Entwicklung
- **Zusammenfassung**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Motivation

- **Entwicklung des Fahrzeuggewichts eines durchschnittlichen Mittelklassewagens**
  - **Gewichtstreiber Komfort und Sicherheit**
  - **Gewichtsreduktionen lokal durch höchstfeste Stähle**



Quelle: Dr. Goede, Volkswagen
Aachen Body Engineering Days 2009

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Motivation

MAGNA STEYR

Gewichtsreduktion ist notwendig

- CO2 Emissionen
- Alternative Antriebe
- Komfort und Sicherheit

DAIMLER
Zehn Prozent weniger Gewicht pro Auto Daimler will künftig konsequent auf Leichtbau setzen. „In der Zukunft soll jedes unserer Fahrzeuge zehn Prozent leichter werden“, sagte Forschungsvorstand Thomas Weber in Stuttgart. Neue Modelle dürften nicht schwerer werden, auch wenn etwa ein Hybridantrieb eingebaut sei.

Vogel online, 28.6.2011

Während der für Flottenversuche inzwischen über 600 Mal gebaute Elektro-Mini rund 350 Kilo mehr auf die Waage bringt als seine Benzin-Brüder, soll das BMW Megacity Vehicle nicht schwerer werden als vergleichbare Verbrenner.

auto motor sport online, 30.10.2010

DLR Space-Frame-Struktur:
So könnte die Fahrgastzelle der Zukunft aussehen: Eingebaut ist der Spant in ein räumliches Fachwerk, die Space-Frame-Struktur. (Foto: DLR)

Automobilwoche, 11.11.2010

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Motivation

Golf II, 1984:

Quelle: ÖAMTC

Leergewicht: 845–985 kg

Golf VI, 2008:

Quelle: EuroNCAP

Leergewicht: 1217–1451 kg

Bis 2050 Senkung der Zahl der Unfalltoten im Straßenverkehr auf nahe Null. Im Hinblick auf dieses Ziel strebt die EU eine Halbierung der Zahl der Unfalltoten im Straßenverkehr bis 2020 an.
„Vision Zero“ im EU-Weißbuch Verkehr (2011)

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Fahrzeugsicherheit

- **Highspeed Crash**
- Lowspeed Crash
- Statische Lastfälle
- Fußgängerschutz
- Innenraum (Kopfaufprall)

- **Bewertung von:**
  - Biomechanische Dummy Werte
  - Strukturintegrität

Quelle: www.iihs.org

Quelle: www.euroncap.com

Quelle: www.iihs.org

Quelle: www.euroncap.com

Quelle: http://gm-volt.com/

Fahrzeugsicherheit

- Highspeed Crash
- **Lowspeed Crash**
- Statische Lastfälle
- Fußgängerschutz
- Innenraum (Kopfaufprall)

- **Bewertung von:**
  - Schadensbild / Reparaturkosten
  - Energieaufnahme

Quelle: www.allianz-autowelt.de

Fahrzeugsicherheit

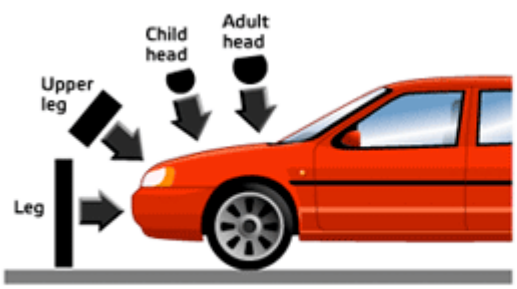
- Highspeed Crash
- Lowspeed Crash
- **Statische Lastfälle**
- Fußgängerschutz
- Innenraum (Kopfaufprall)

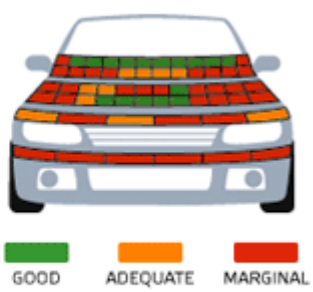
- **Bewertung von:**
  - Energieaufnahme
  - Karosseriesteifigkeit

Quelle: www.iihs.org

Fahrzeugsicherheit

- Highspeed Crash
- Lowspeed Crash
- Statische Lastfälle
- **Fußgängerschutz**
- Innenraum (Kopfaufprall)





Quelle: www.euroncap.com

- **Bewertung von:**
  - Biomechanische Dummy Werte
  - Energieaufnahme

Quelle: www.emercedesbenz.com/

Quelle: www.emercedesbenz.com/

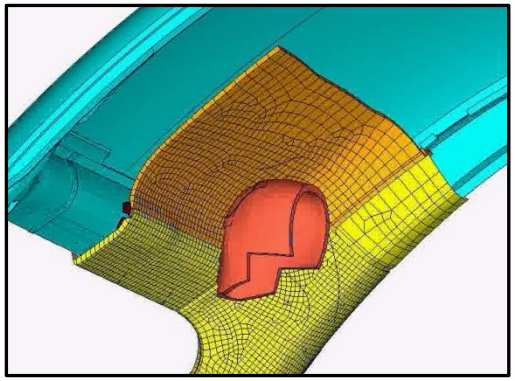
Disclosure or duplication without consent is prohibited

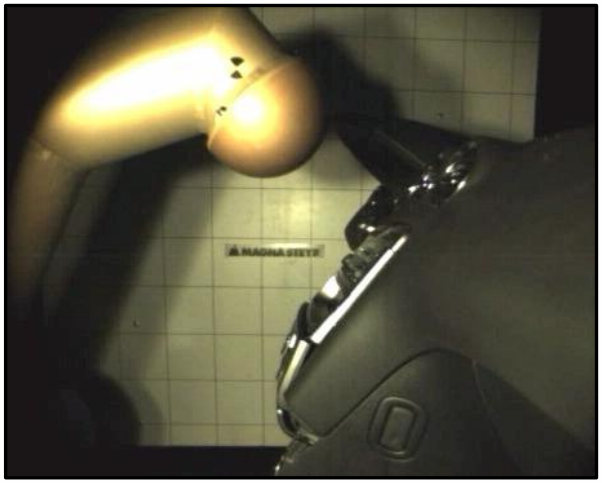
Fahrzeugsicherheit

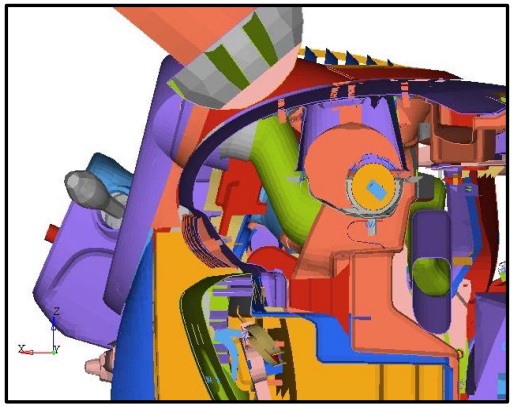
- Highspeed Crash
- Lowspeed Crash
- Statische Lastfälle
- Fußgängerschutz
- **Innenraum (Kopfaufprall)**

- **Bewertung von:**
  - Biomechanische Dummy Werte
  - Energieaufnahme

Quelle: www.frontone-automotive.com







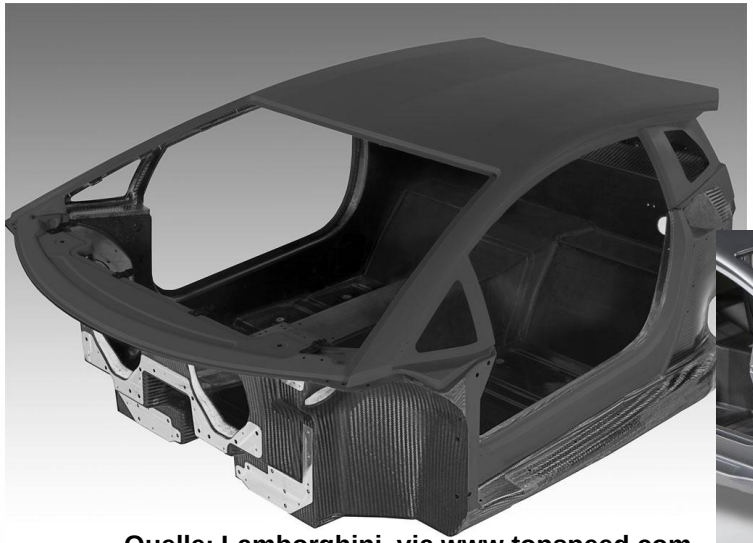
Disclosure or duplication without consent is prohibited

Fahrzeugsicherheit

MAGNA STEYR

Monocoque

- **Vorteile**
  - Hohe Sicherheit
  - Hohe Steifigkeit
- **Nachteile**
  - Komfort
  - Kosten
- **Auslegung:**
  - Keine Deformation des Monocoques
  - Energieabsorption in vorgelagerten Strukturen



Quelle: Lamborghini, via www.topspeed.com

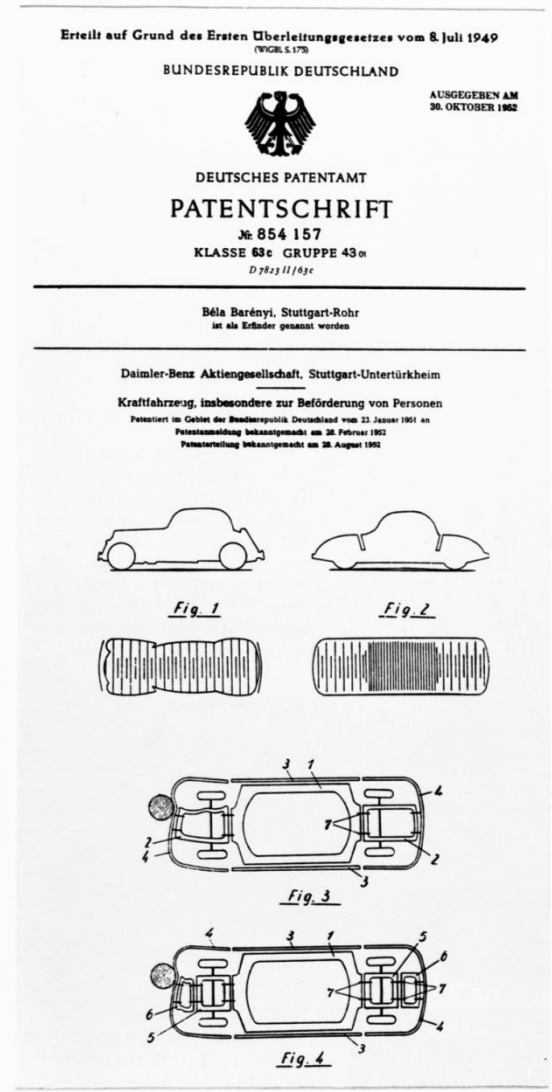
Quelle: McLaren, http://mp4-12c.over-blog.com/

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Fahrzeugsicherheit

Sicherheitsfahrgastzelle

- 23. Januar 1951: Daimler-Benz meldet die Sicherheitsfahrgastzelle zum Patent an
- In der Baureihe W 111 von 1959 wird sie erstmals umgesetzt
- Die Vision vom unfallfreien Fahren ist Leitbild für alle Arbeiten rund um die Sicherheit beim Autofahren



Erteilt auf Grund des Ersten Überleitungsgesetzes vom 8. Juli 1949
(WGBl. S. 175)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

AUSGEGEBEN AM
30. OKTOBER 1952

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

№ 854 157

KLASSE 63c GRUPPE 43/01

D 7823 II/63c

Béla Barényi, Stuttgart-Rohr
ist als Erfinder genannt worden

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, Stuttgart-Untertürkheim

Kraftfahrzeug, insbesondere zur Beförderung von Personen

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 23. Januar 1951 an
Patentanmeldung bekanntgemacht am 28. Februar 1952
Patenterteilung bekanntgemacht am 28. August 1952

Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4

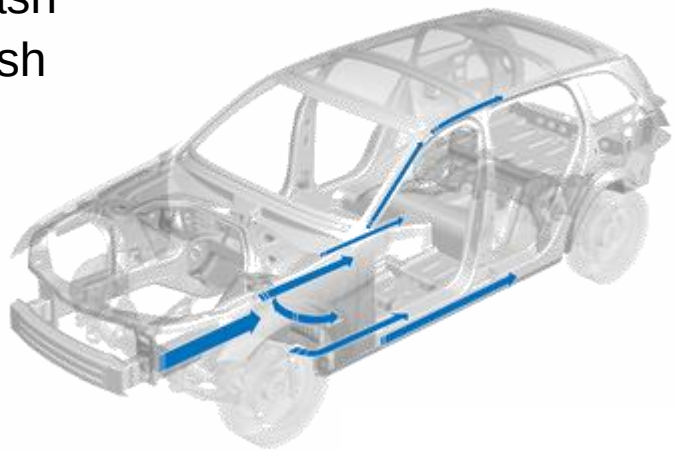
Quelle: www.daimler.com

Disclosure or duplication without consent is prohibited

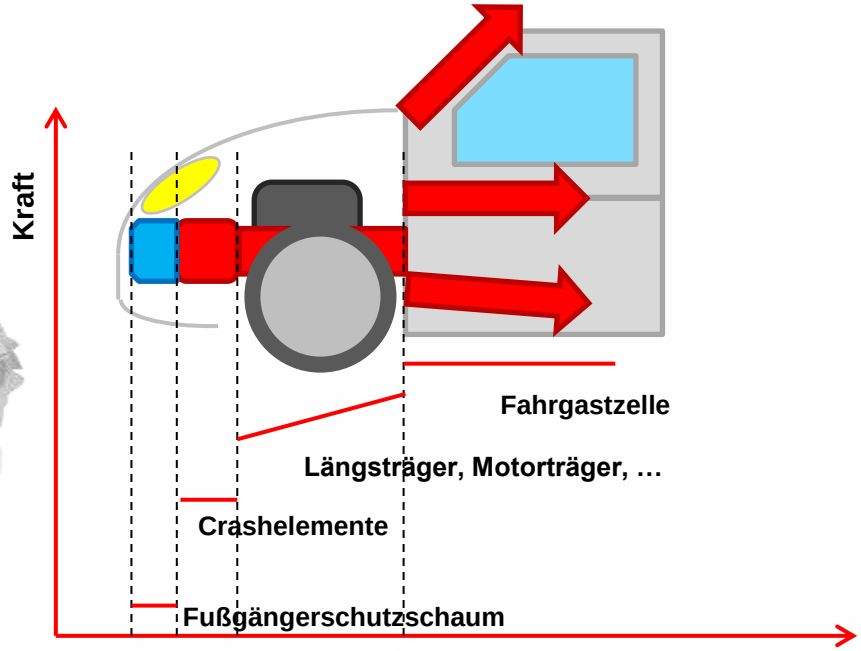
Fahrzeugsicherheit

Sicherheitsfahrgastzelle

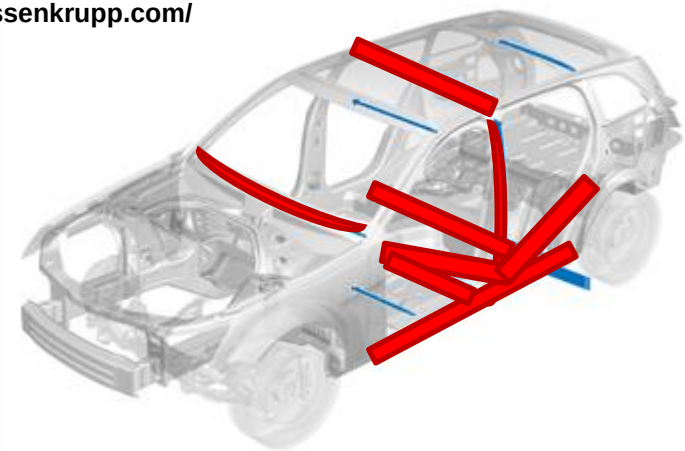
- **Front: Progressiver Kraftanstieg**
  - Fußgängerschutz
  - Low Speed Crash
  - Highspeed Crash



Quelle: http://incar.thyssenkrupp.com/



- **Seite:**
  - B Säule
  - Schweller
  - Türaufprallträger
  - Ableitung über Fahrzeug Querstruktur



Quelle: http://incar.thyssenkrupp.com/

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Fahrzeugsicherheit

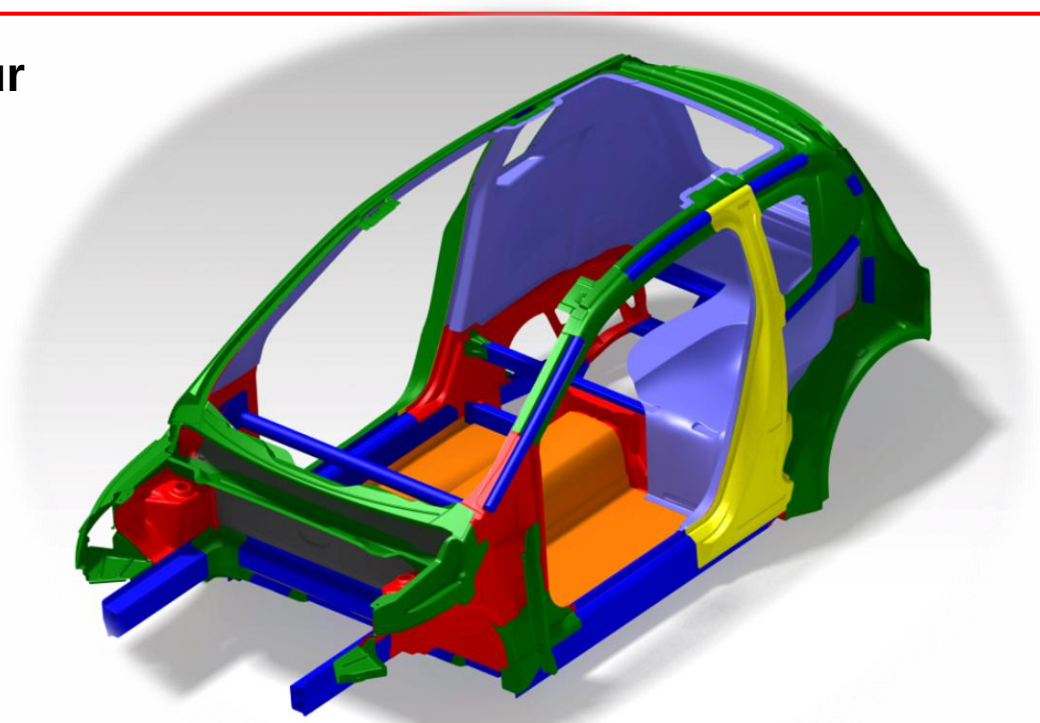
MAGNA STEYR

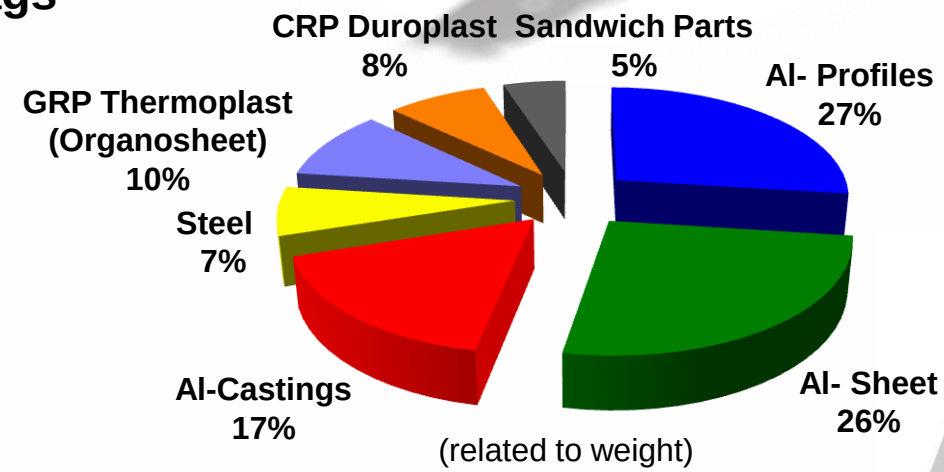
Anforderungen an eine Leichtbaustruktur

- **Optimierte Lastpfade**
- **Lasttransfer zwischen einzelnen Komponenten**
- **Verbindungstechnik**
- **Toleranz gegen Überlast**

Wichtig

- **Schutzverhalten unabhängig von Umwelteinflüssen**
- **Variation des Fahrzeug Pulses kritisch für Auslösung und Wirkung der Airbags**

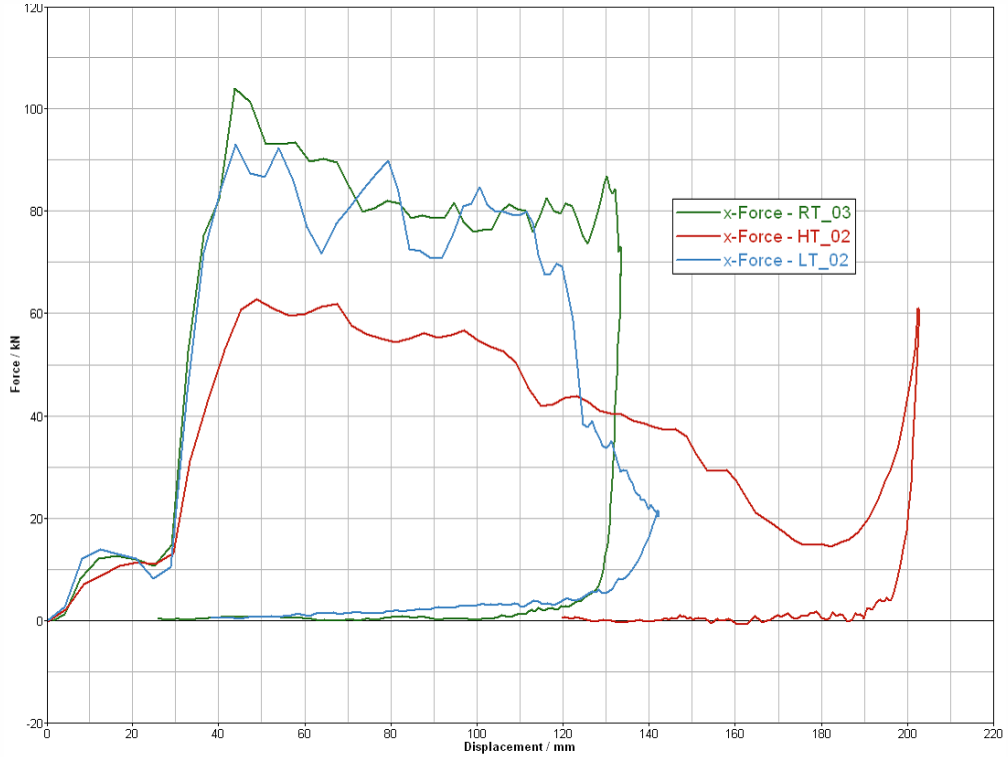




Disclosure or duplication without consent is prohibited

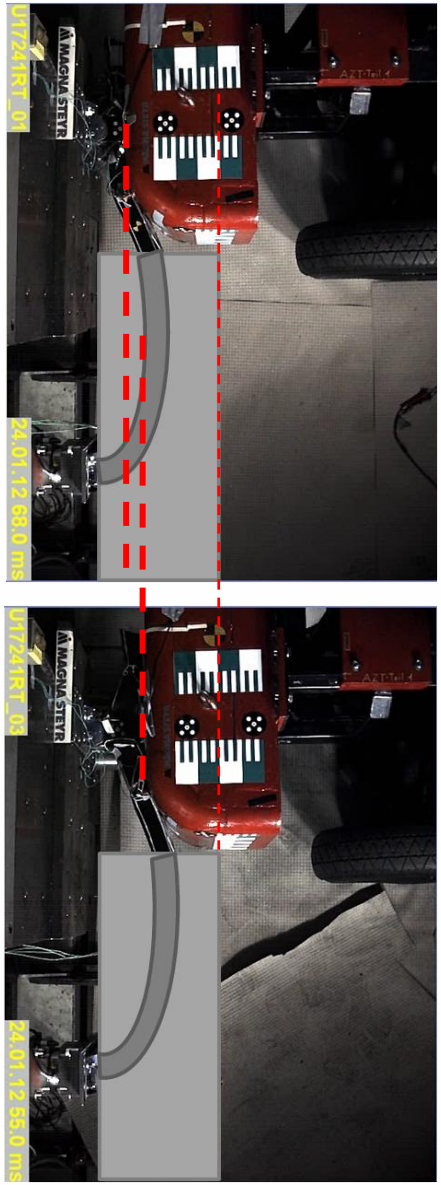
Fahrzeugsicherheit

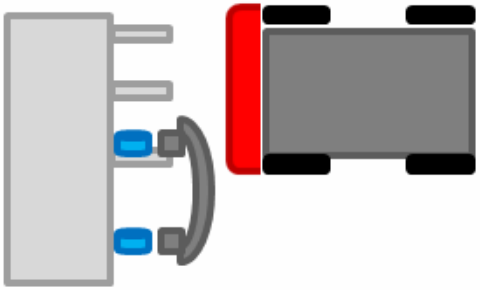
- **Auswirkungen von Umwelteinflüssen**



Kraft / Weg Verlauf: Crashbox Organoblech PA 6 GF50, trocken

- Raumtemperatur, 24 C
- Hochtemperatur, 70 C
- Tieftemperatur, -20 C



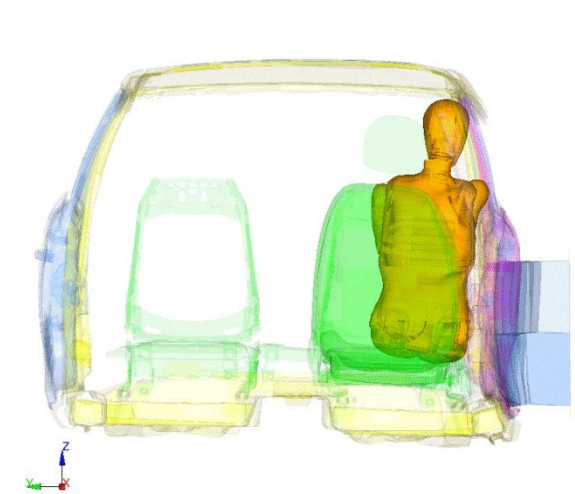


Prüfaufbau schematisch:
•15 km/h
•1200 kg

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Sensible Wirkkette in Simulation und Realität:

- Barriere
- B-Säule / Türstruktur / Sitzquerträger
- Säulen- / Türverkleidung
- Airbag
- Sitz
- Dummy



Um zu einer belastbaren biomechanischen Bewertung zu kommen, muss in der Berechnung jedes Glied dieser Kette richtig abgebildet werden.

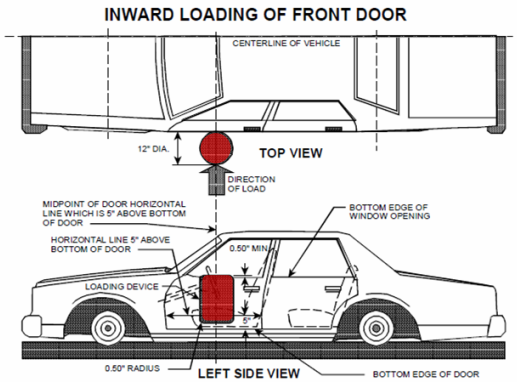
Verhält sich ein Teil aufgrund von äußeren Umständen anders als erwartet kann das gravierende Auswirkungen auf die Dummy Performance haben.

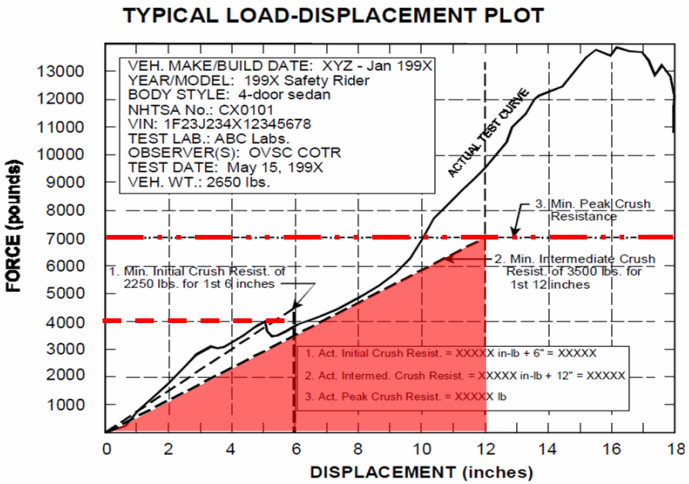
 Disclosure or duplication without consent is prohibited

Fahrzeugsicherheit

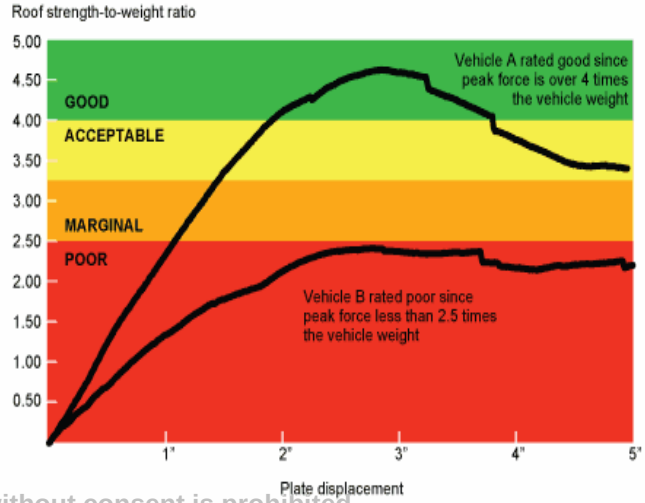
Zusätzliche Herausforderungen

- **Hohe Steifigkeiten gefordert**
- **Deformationsweg gefordert**
- **Kein abruptes Versagen**





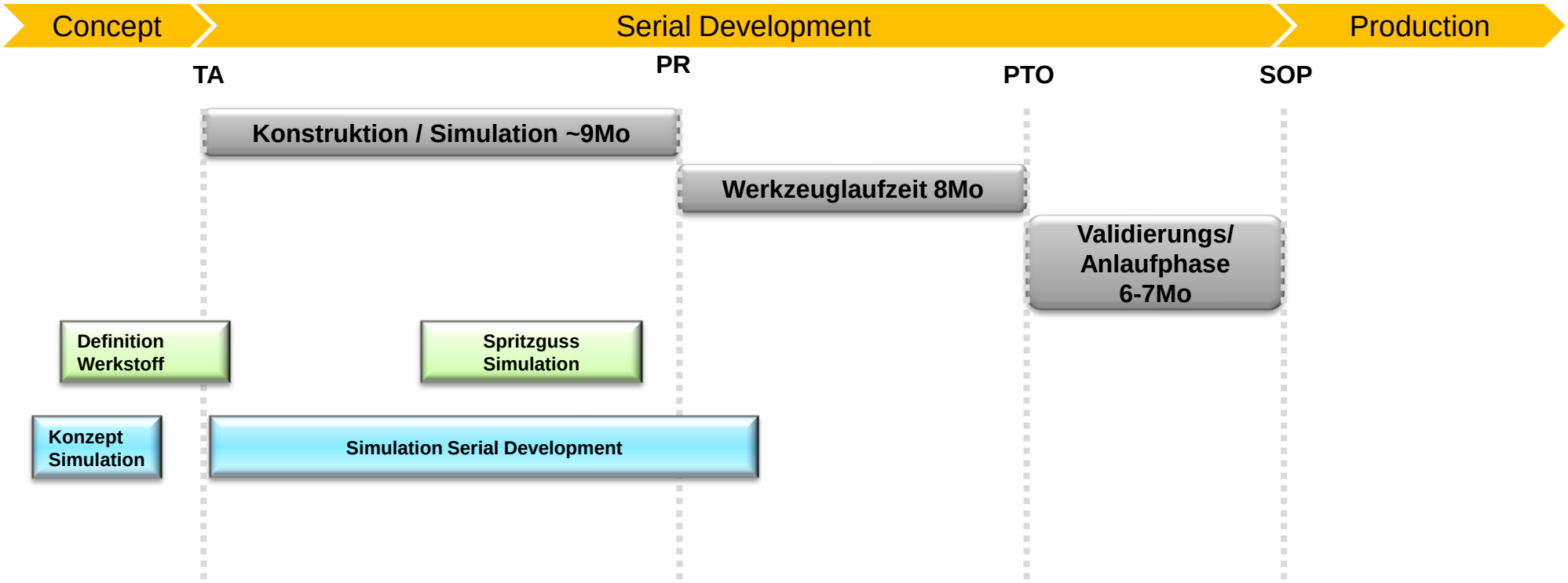
Quelle: NHTSA



Quelle: IIHS

Disclosure or duplication without consent is prohibited

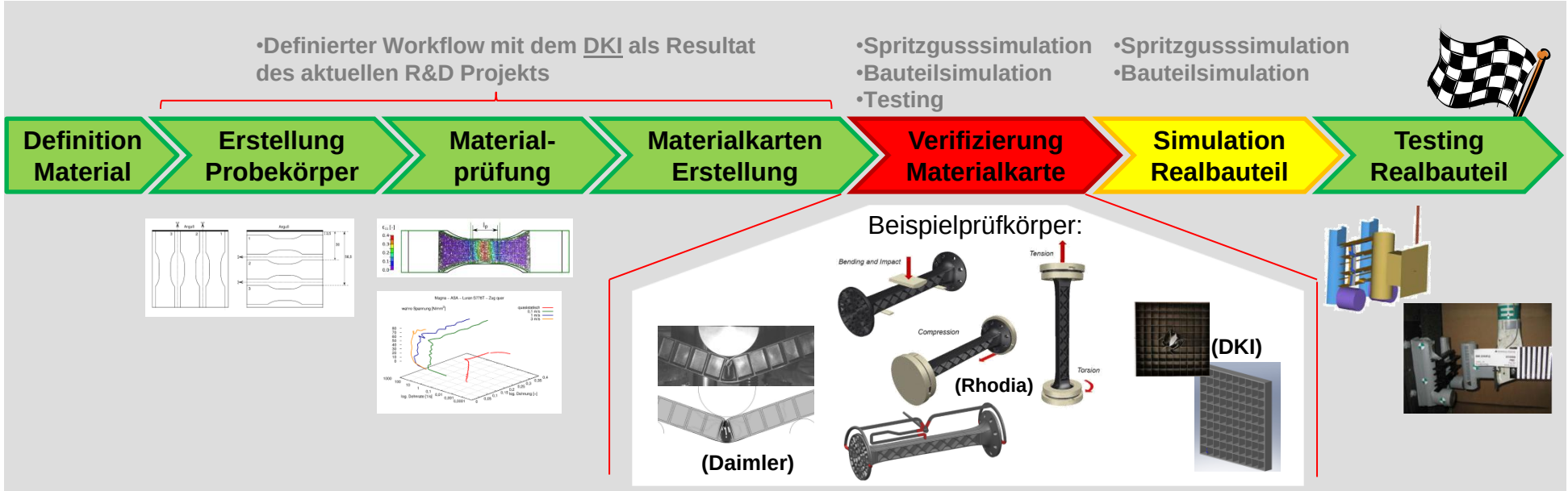
Entwicklungsprozess



- **Kurze Entwicklungszeit**
- **Prototypen reduzierte Entwicklung**
- **Abgleich Versuch / Simulation erst nach Auslösen der Werkzeuge**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Virtuelle Auslegung von Kunststoffen

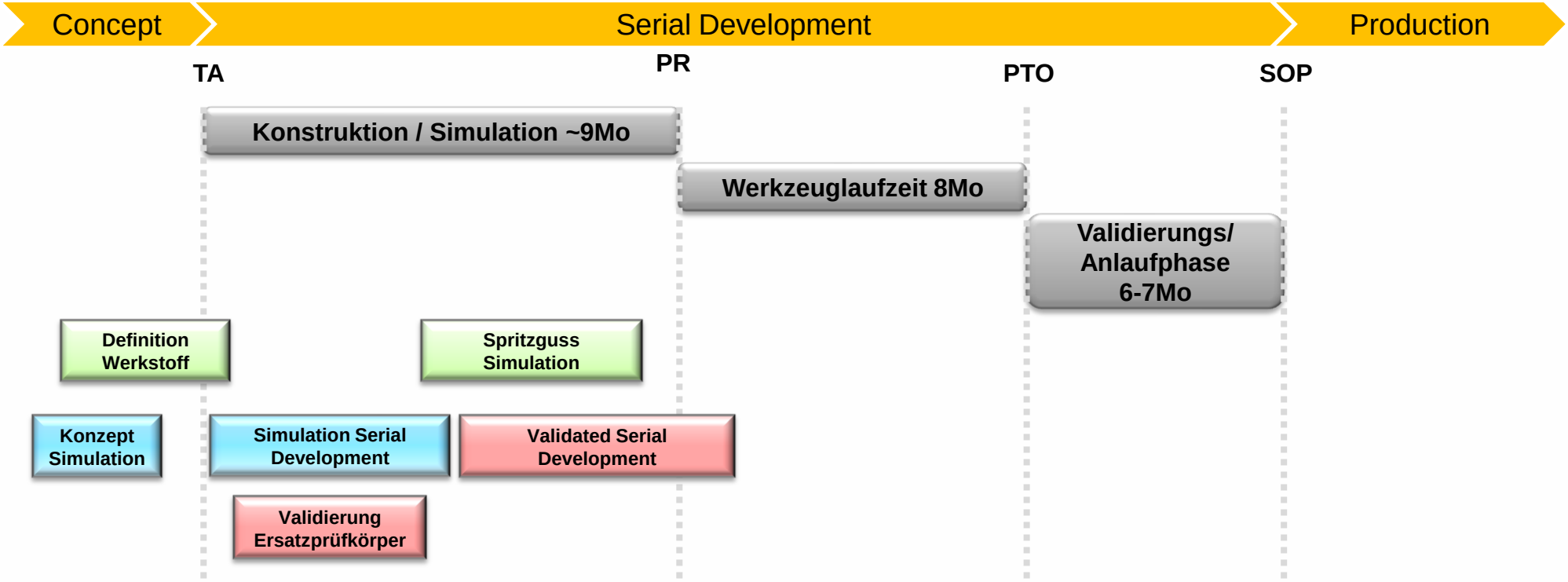


- **Validierung auf Probenebene während der Entwicklungszeit möglich**
- **Validierung auf Bauteilebene erfordert neuen Zugang**
  - Erstellung eines Fahrzeugnahen neutralen Prüfkörpers

  Anforderungen:
  - Für mehrere Materialien, Geometrie auf Prüfung und Charakterisierung optimiert
  - Wandstärken und Verrippungen variabel, ähnlich zu Serienteilen

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Virtuelle Auslegung von Kunststoffen



- **An Bauteilen validierte Simulation vor Werkzeugfreigabe**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Zusammenfassung und Ausblick

MAGNA STEYR

Anforderungen an Leichtbauwerkstoffe

- **Prognostizierbares Verhalten in der Simulation**
- **Robustes Verhalten (gegenüber Temperatur und Feuchte)**
- **Kein schlagartiges Versagen bei Überlast**

Zukünftige Herausforderungen

- **Darstellen der unterschiedlichen Versagensmodi in der Simulation**
- **Detaillierte Abbildung der Verbindungstechnik in der Simulation**
- **Prozess Simulation zur besseren Prognose der Bauteil Eigenschaften**
- **Simulation unterschiedlicher Temperaturen**
- **Alterungsverhalten**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

DANKE!

bernhard.fellner@magnasteyr.com

 Disclosure or duplication without consent is prohibited