Technologietag 4a engineering
„Leichtbau auf dem Prüfstand“, 3./ 4.März 2011, Schladming

Leichtbaupotentiale in der Fahrzeugfront und im Heck vom Organoblechfrontendträger zur Kunststoffhybridheckklappe

Johannes Götzelmann, Innovation Manager & Ference Pintye, Teamleader CAE
Magna Exterior & Interior PDC Bumper & Frontends

Agenda

- **Der Magna Organoblech-Frontendträger**
  - Organoblech allgemein
  - Herstellung des Frontendträgers
  - Testing und Validierung des Organoblechträgers
  - Zusammenfassung und Ausblick
- **Die Kunststoff-Hybride-Leichtbauheckklappe**
  - Anforderungen an eine Heckklappe
  - Aufbau und Beispiele von Hybriden Leichtbauklappen
  - Erreichte Steifigkeiten und Gewichtseinsparungen
  - Ausblick
- **CAE Auslegung in Frontend und Heckklappe**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

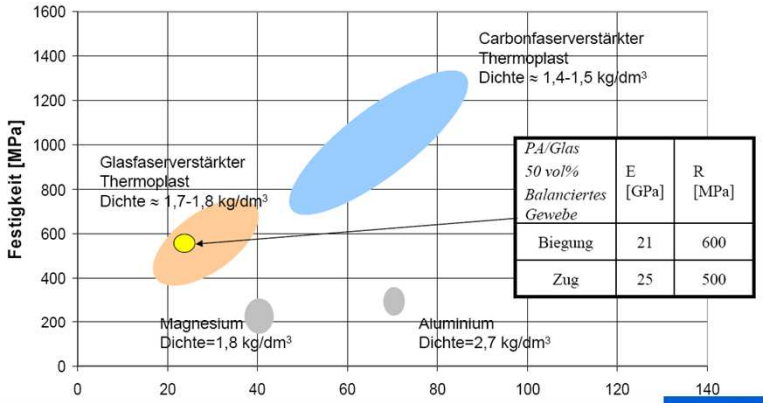
Agenda

- **Der Magna Organoblech-Frontendträger**
  - Organoblech allgemein
  - Herstellung des Frontendträgers
  - Testing und Validierung des Organoblechträgers
  - Zusammenfassung und Ausblick
- **Die Kunststoff-Hybride-Leichtbauheckklappe**
  - Anforderungen an eine Heckklappe
  - Aufbau und Beispiele von Hybriden Leichtbauklappen
  - Erreichte Steifigkeiten und Gewichtseinsparungen
  - Ausblick
- **CAE Auslegung in Frontend und Heckklappe**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

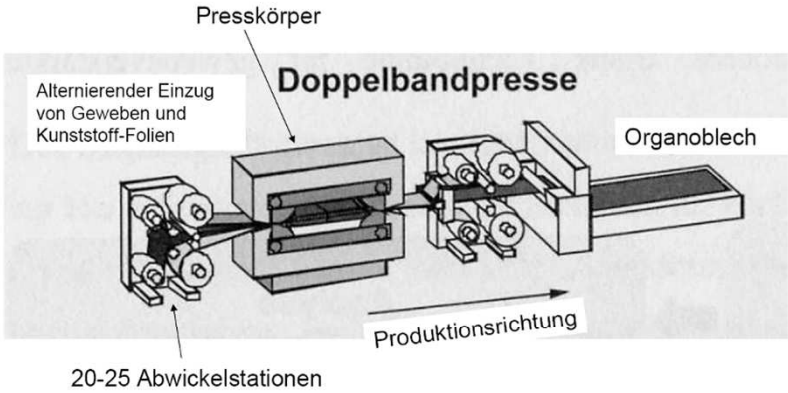
Organoblech allgemein

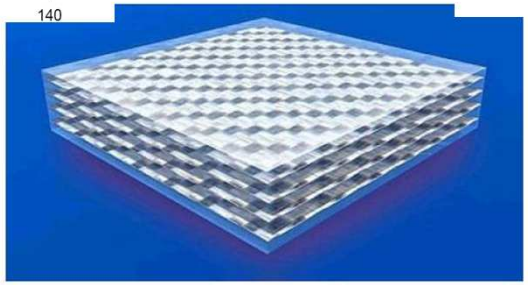
Eigenschaften



PA/Glas 50 vol% Balanciertes Gewebe	E [GPa]	R [MPa]
Biegung	21	600
Zug	25	500

Herstellung von Organo- Blechen

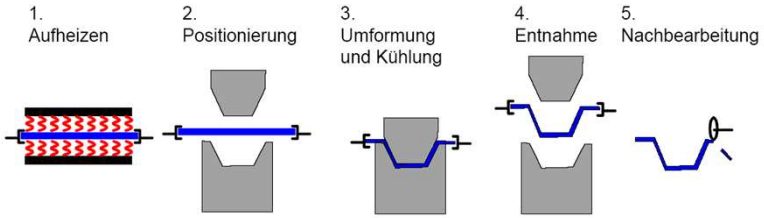




Standartmaterialien, verfügbare Organobleche

		Glas	Carbon	Aramid	Glas Carbon*	Carbon Aramid*	Glas Aramid*	Glas Carbon Aramid*
		100	200	300	400	500	600	700
PA 6.6	1	101	201	301	401	501	601	701
PA 6	2	102	202	302	402	502	602	702
PP	4	104						

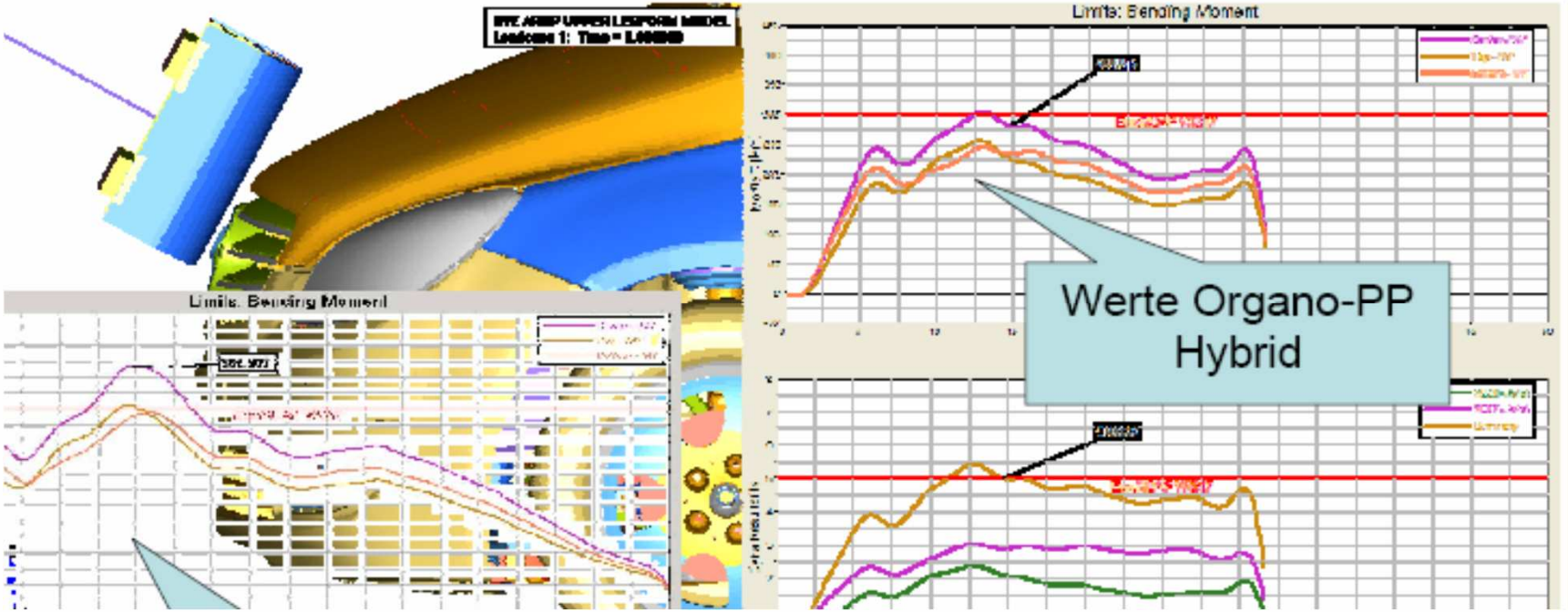
Umformung von Organoblechen



- je nach Automatisierung *Zykluszeiten* zwischen 45s und 3min
- nur geringe Umformdrücke notwendig
- reproduzierbarer, sicherer Prozess

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Materialkenndaten hinterspritztes Organo



Ermittlung von Materialkenndaten für CAE-Simulationen

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Agenda

- **Der Magna Organoblech-Frontendträger**
  - Organoblech allgemein
  - Herstellung des Frontendträgers
  - Testing und Validierung des Organoblechträgers
  - Zusammenfassung und Ausblick
- **Die Kunststoff-Hybride-Leichtbauheckklappe**
  - Anforderungen an eine Heckklappe
  - Aufbau und Beispiele von Hybriden Leichtbauklappen
  - Erreichte Steifigkeiten und Gewichtseinsparungen
  - Ausblick
- **CAE Auslegung in Frontend und Heckklappe**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Bauteilherstellung Organoblechmontageträger

Thermoformen und Beschneiden der Organoblecheinleger in einem Arbeitsgang (nur ein Umform-/Beschnittwerkzeug nötig)

Einlegen der Organoeinleger und Hinterspritzen im Hybridspritzgußprozess

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Organomontageträger

Gewicht **PA**-Montageträger Bayer-Hybrid :

Stahlanteil : 1125 g / Kunststoff ohne Inserts : 3242 g

Gewichtsersparnis = 1.250 g (~ 30%)

Gewicht **PP- LGF**-Montageträger mit Organoblecheinleger :

3.050 g

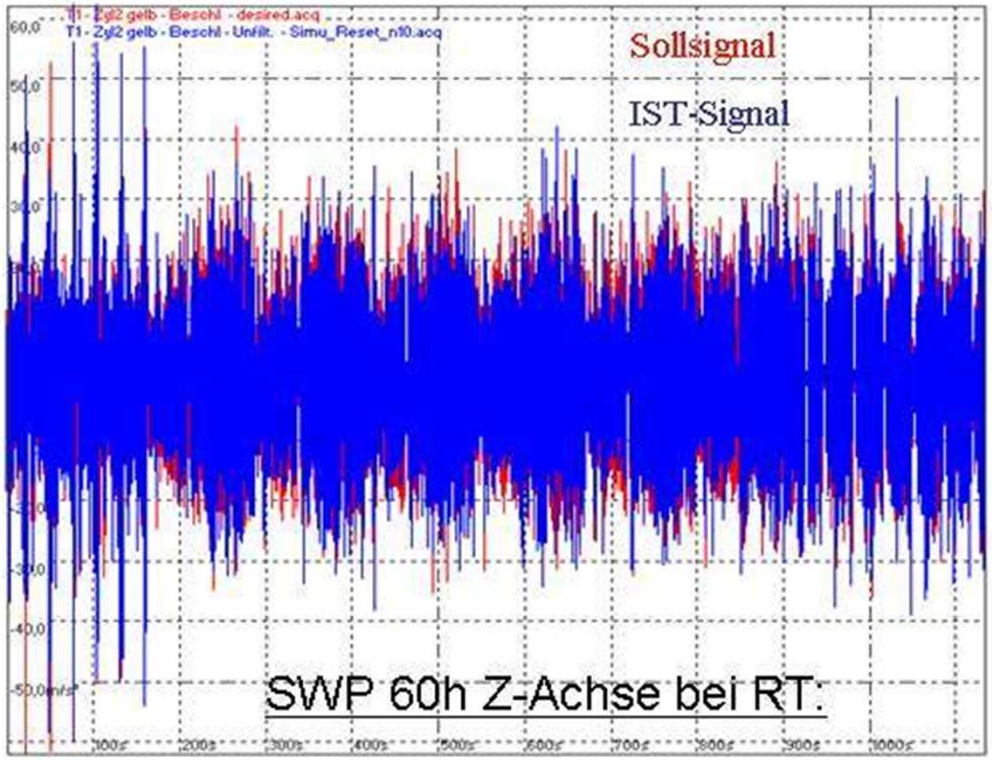
Disclosure or duplication without consent is prohibited

Agenda

- **Der Magna Organoblech-Frontendträger**
  - Organoblech allgemein
  - Herstellung des Frontendträgers
  - Testing und Validierung des Organoblechträgers
  - Zusammenfassung und Ausblick
- **Die Kunststoff-Hybride-Leichtbauheckklappe**
  - Anforderungen an eine Heckklappe
  - Aufbau und Beispiele von Hybriden Leichtbauklappen
  - Erreichte Steifigkeiten und Gewichtseinsparungen
  - Ausblick
- **CAE Auslegung in Frontend und Heckklappe**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Heidedauerlauf Organofrontmodul

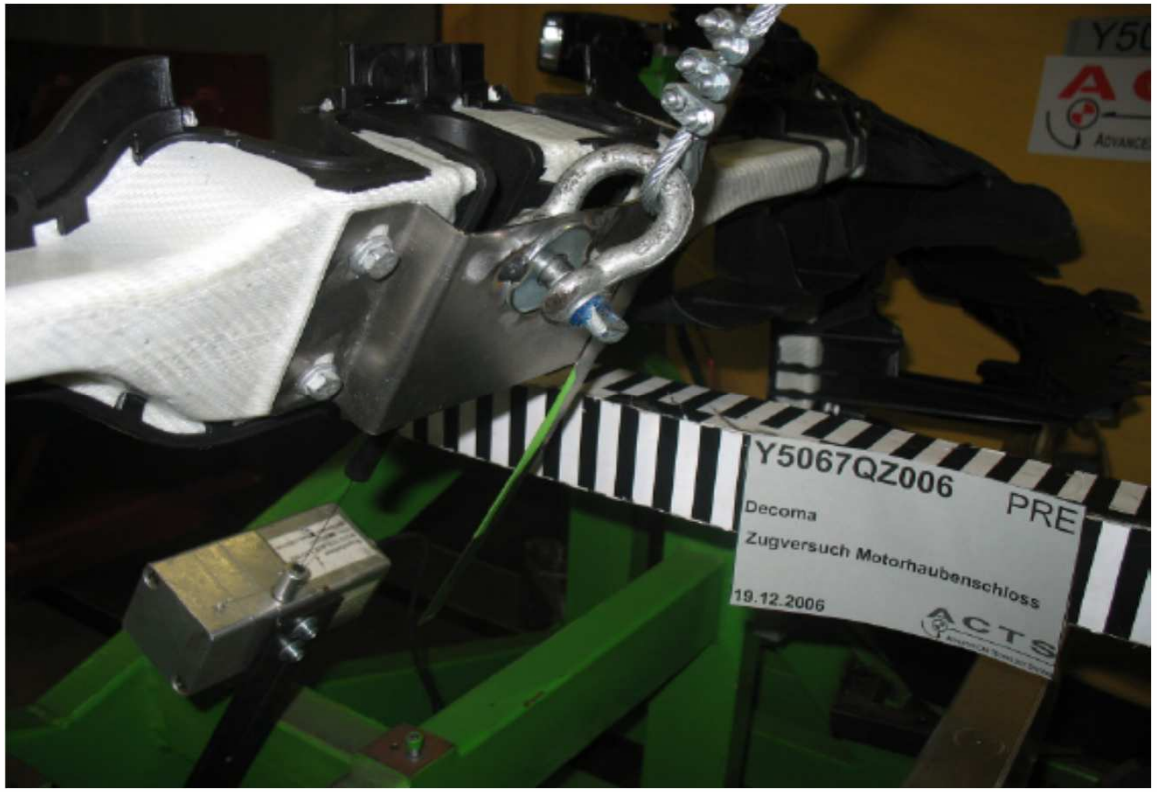


Ergebnis nach 60h Heidedauerlauf mit Sichtkontrolle vorher / nachher:

Keine visuellen Schäden erkennbar!

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Motorhaubenzugversuch bei RT



Die plastische Verformung des Organoblech-Montageträgers war wesentlich geringer als die des Stahl-Hybrid-Montageträger.

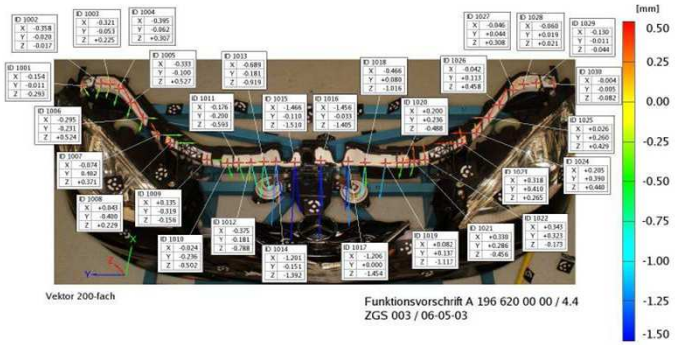
Die elastische Verformung des Organoblech-Montageträgers war höher als bei dem Stahl-Hybrid-Montageträger.

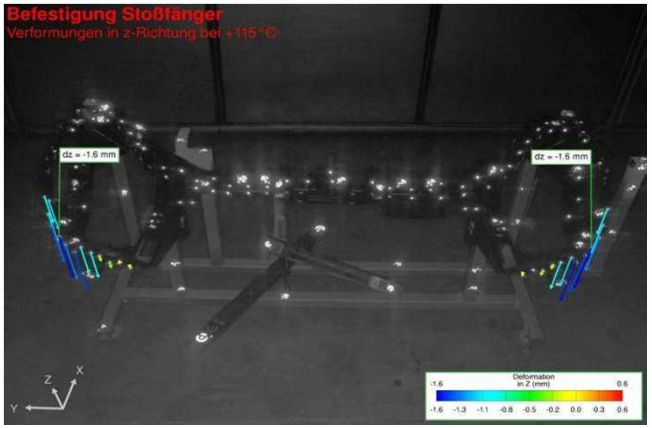
Disclosure or duplication without consent is prohibited

Temperaturwechseltest *

*mit photometrischer Vermessung

Organomodul	Prüfaufbau	Serien-Hybridträger



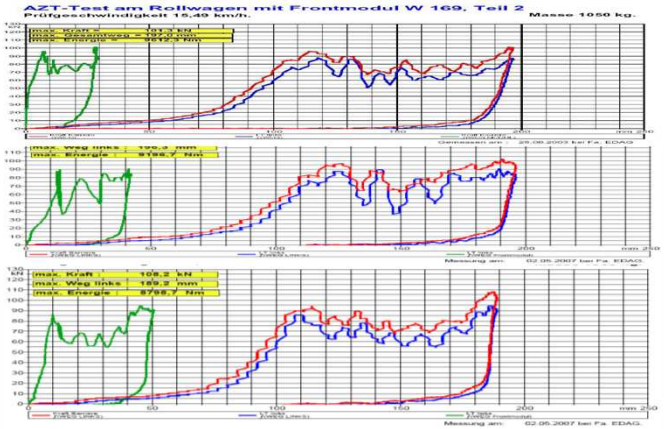


<u>Ergebnis der photogravimetrischen Vermessung:</u>

Im Vergleich zur Serien Stahl-Hybridlösung wurde kein Unterschied bzgl. masslicher Abweichungen nach dem Temperaturwechseltest festgestellt.

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Ergebnisse AZT-Crash



- Zugverbund der oberen Längsträgerebene bleibt bei beiden Organomontageträger erhalten, d. h. Daimler-Spezifikation ist erfüllt
- Organoblech im Obergurtbereich reißt nicht auf sondern „knittert“
- Kraft/Weg-Diagramme des Crash überdecken sich mit dem des Serienträger

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Zusammenfassung / Testing

<u>Tests nach Kunden-Spezifikation:</u>

1.Heidedauerlauf

2. AZT-Crash

3. Haubenzugversuch

4. Temperaturwechseltest

mit photometrischer Vermessung

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Agenda

- **Der Magna Organoblech-Frontendträger**
  - Organoblech allgemein
  - Herstellung des Frontendträgers
  - Testing und Validierung des Organoblechträgers
  - Zusammenfassung und Ausblick
- **Die Kunststoff-Hybride-Leichtbauheckklappe**
  - Anforderungen an eine Heckklappe
  - Aufbau und Beispiele von Hybriden Leichtbauklappen
  - Erreichte Steifigkeiten und Gewichtseinsparungen
  - Ausblick
- **CAE Auslegung im Frontend und in der Heckklappe**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Potentiale Organoblechmontageträger

- deutliche Gewichtsersparnis
- Wegfall der KTL-Beschichtung = keine Korosionsprobleme
- spritzgießwerkzeugschonendere Einleger
- kostengünstige Umformwerkzeuge
- weniger Arbeitsschritte zur Herstellung
- recyclingfähig
- flächige Verbindung von Einleger und Hinterspritzmaterial = bessere mech. Eigenschaften

Disclosure or duplication without consent is prohibited

Innovation Award

GRAND AWARD 2010 - „Most Innovative Use of Plastics – Body Exterior“

Frontend-Montageträger

Let s go for more in 2011…..

http://www.speautomotive.com/inno.htm

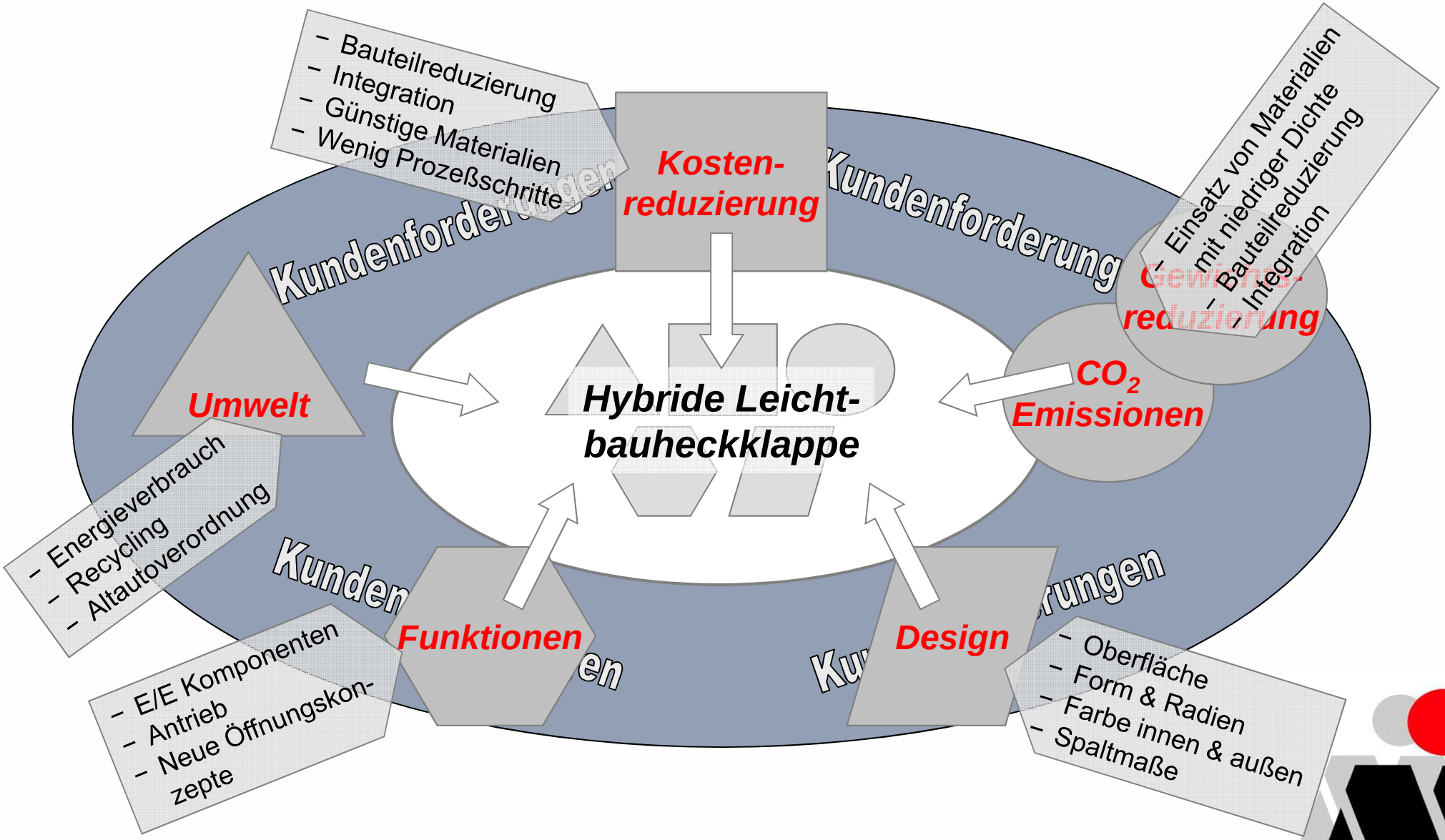
Disclosure or duplication without consent is prohibited

Agenda

- **Der Magna Organoblech-Frontendträger**
  - Organoblech allgemein
  - Herstellung des Frontendträgers
  - Testing und Validierung des Organoblechträgers
  - Zusammenfassung und Ausblick
- **Die Kunststoff-Hybride-Leichtbauheckklappe**
  - Anforderungen an eine Heckklappe
  - Aufbau und Beispiele von Hybriden Leichtbauklappen
  - Erreichte Steifigkeiten und Gewichtseinsparungen
  - Ausblick
- **CAE Auslegung in Frontend und Heckklappe**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

ANFORDERUNGEN AN EINE HECKKLAPPE



Disclosure or duplication without consent is prohibited

Agenda

- **Der Magna Organoblech-Frontendträger**
  - Organoblech allgemein
  - Herstellung des Frontendträgers
  - Testing und Validierung des Organoblechträgers
  - Zusammenfassung und Ausblick
- **Die Kunststoff-Hybride-Leichtbauheckklappe**
  - Anforderungen an eine Heckklappe
  - Aufbau und Beispiele von Hybriden Leichtbauklappen
  - Erreichte Steifigkeiten und Gewichtseinsparungen
  - Ausblick
- **CAE Auslegung in Frontend und Heckklappe**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

AUFBAU EINER HYBRIDEN HECKKLAPPE

- ***Materialalternativen für Heckklappenstrukturbauteile:***
  - Keine der bekannten Alternativen besitzt in allen Kategorien herausragende Eigenschaften
  - Stahl repräsentiert die besten mechanischen Eigenschaften, PP-LGF die höchsten Gewichts-potenziale
- ***Fazit:***
  - Die Kombination der Materialien mit den besten Kennwerten führt zu einem hybriden Aufbau der Heck-klappenstruktur

Opel Insignia

Audi Q7

Subaru R1

Volvo XC60

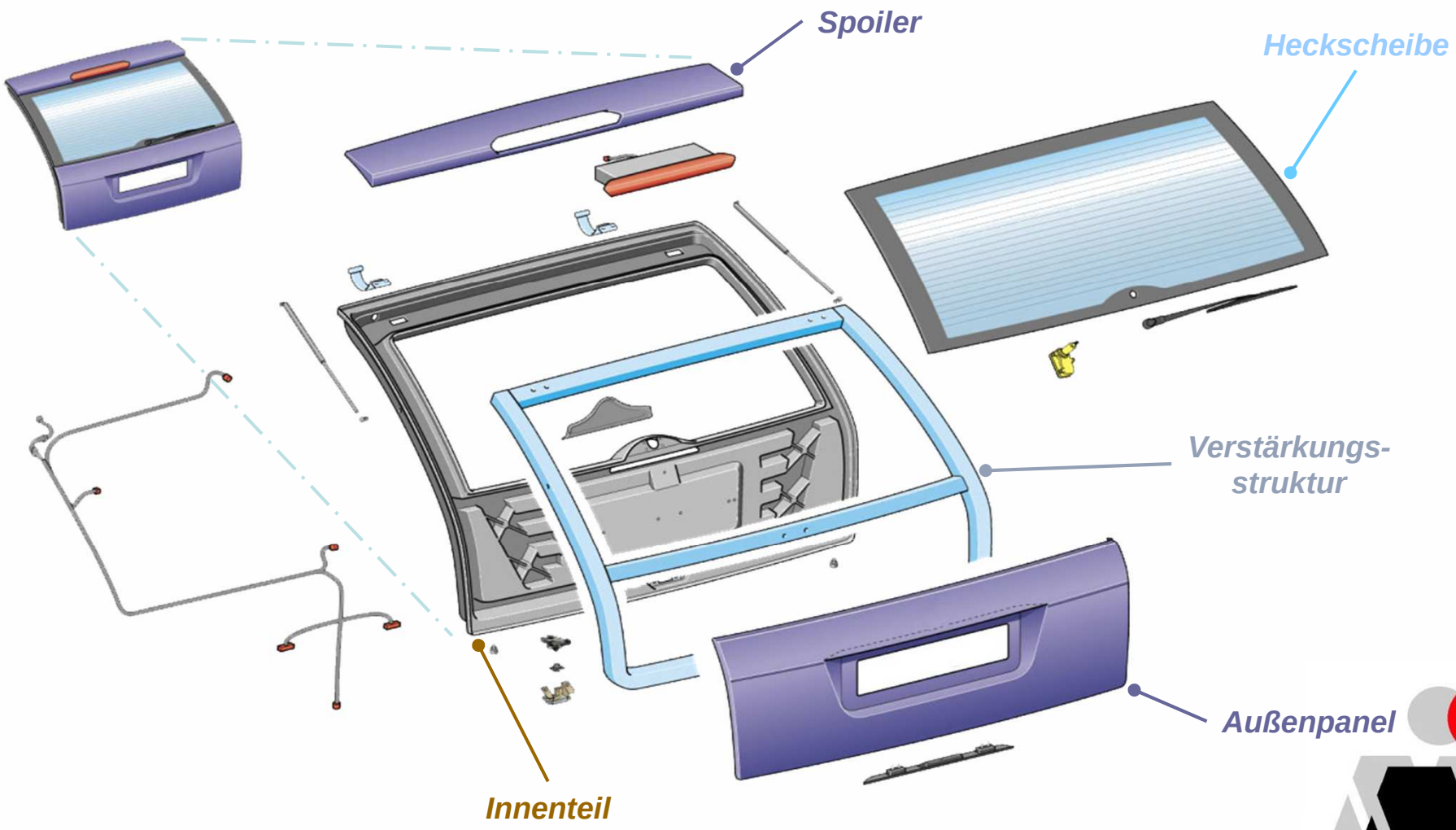
Vergleich der Materialeigen-schaften	***Dim.***	***Stahl***	***Aluminium***	***PP-LGF***	***SMC***
Dichte	g/cm³	7,90	2,70	1,22	1,85
Glasgehalt	%	-	-	40	30
Biege-E-Modul	MPa	210.000	70.000	9.500	10.500
Zugfestigkeit	MPa	340	240	140	70
LAK	$x10^{-6}$/K	12	25	45	18
Gewicht/m²	kg	6,28	3,51	3,42	5,18
@ Wandstärke	mm	0,8	1,3	2,8	2,8

= bester Wert im Vergleich

Disclosure or duplication without consent is prohibited

AUFBAU EINER HYBRIDEN HECKKLAPPE

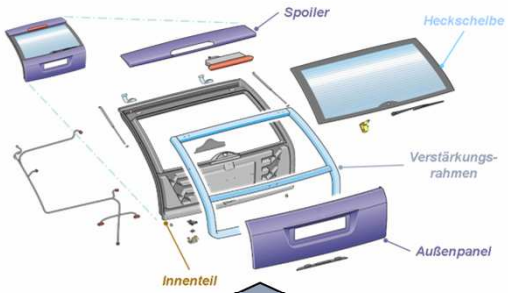
- ***Hybrides Heckklappenkonzept:***

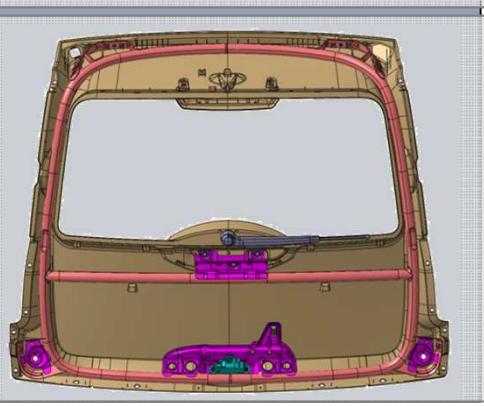
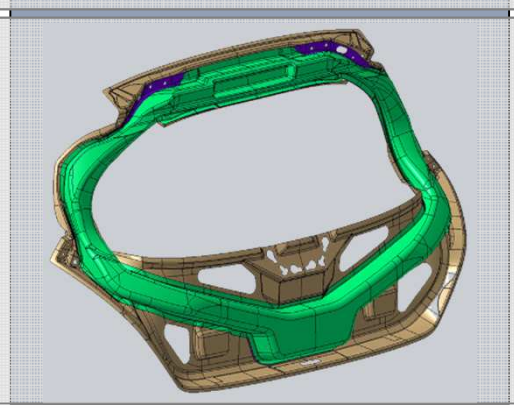


Disclosure or duplication without consent is prohibited

AUFBAU EINER HYBRIDEN HECKKLAPPE

- ***Varianten des hybriden Heckklappenkonzeptes:***



Fügetechnologie zum Innenteil	Kleben	Kleben Schweißen	Kleben Schrauben
Materialien der Versteifungsstruktur	Stahl Aluminium	Thermoplaste KGF od. LGF Stahl Aluminium	Stahl Aluminium
Technologie der Versteifungsstruktur	Gebogener & geschweißter Rohrrahmen	Schalenbauweise (zweischaliger Aufbau)	Einschaliger Aufbau mit Versteifungsblechen
Varianten eines hybriden Heckklappen-konzeptes			

Disclosure or duplication without consent is prohibited

ANWENDUNGSBEISPIELE

- ***DAG E-Klasse:***
  - Hybrider Aufbau, geschweißter Rohr-/Blechrahmen
  - PP-LGF Innenteil
  - PP/EPDM-MV Außenpanel in Wagenfarbe lackiert
  - Prototyp, komplett validiert
  - Volumen: -

- ***Peugeot 3008:***
  - Vollkunststofflösung, Rahmenlos
  - PP-LGF Innenteil
  - PP/EPDM-MV Außen-panel in Wagenfarbe lackiert
  - SOP: 02/09
  - Volumen: 80.000 Fzg./Jahr

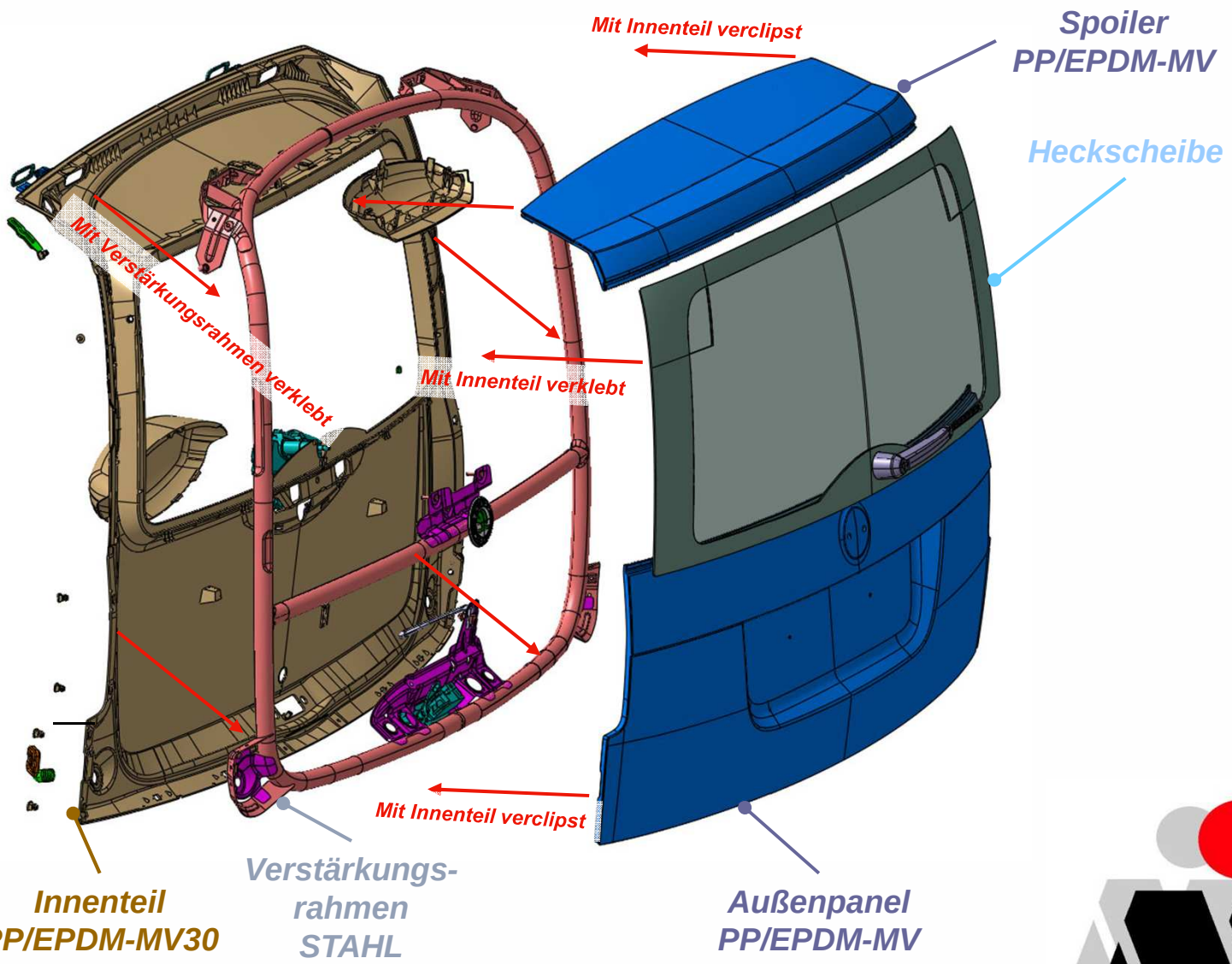
Hybrid-/Vollkunst-stoffheckklappen Kompetenz

- ***Skoda Roomster Scout:***
  - Hybrider Aufbau, gebogener/ geschweißter Rohrrahmen
  - PP/EPDM-MV Innenteil
  - PP/EPDM-MV Außenpanel und Spoiler in Wagenfarbe lackiert
  - SOP: 02/07
  - Volumen: 6.000 Fzg.

Disclosure or duplication without consent is prohibited

ANWENDUNGSBEISPIELE

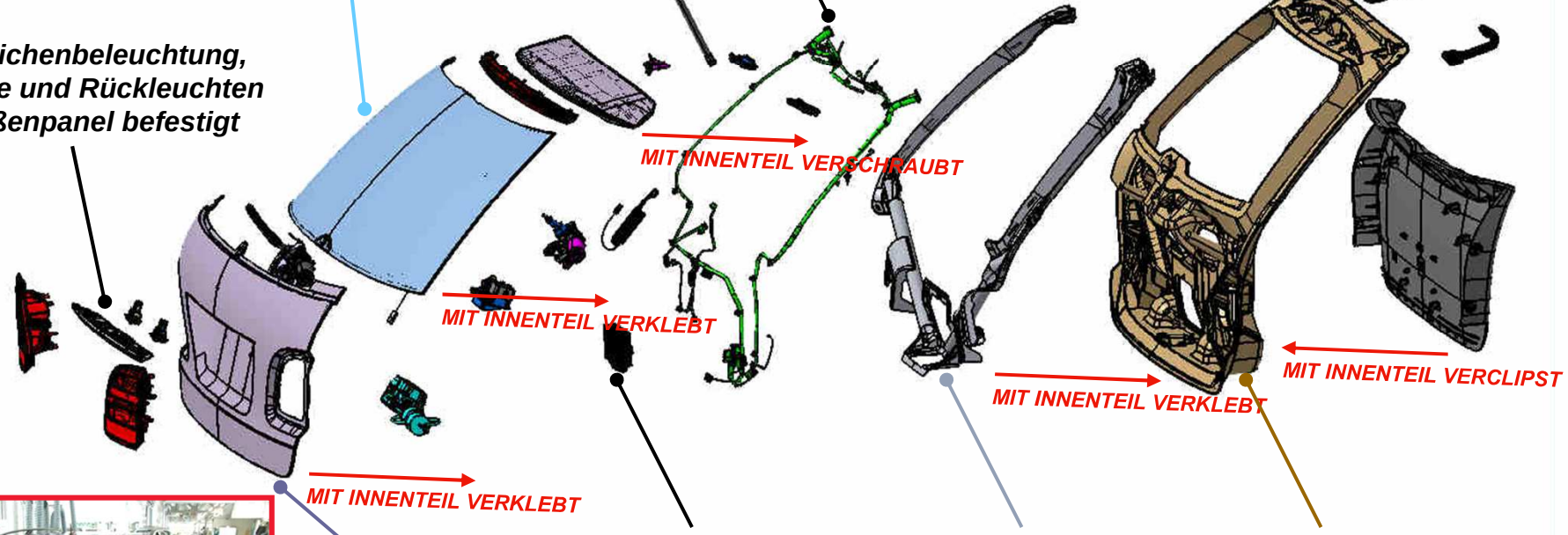
- Skoda Roomster Scout



Disclosure or duplication without consent is prohibited

ANWENDUNGSBEISPIELE

• DAG E-Class Prototype



Disclosure or duplication without consent is prohibited

ANWENDUNGSBEISPIELE

Innere Abdeckung
PP/EPDM-MV

Entriegelung

Schließbügel

Strukturteil
PP-LGF

Mit Strukturteil verschraubt

Mit Strukturteil versachraubt

Zugkabel

Verschluß

Mit Strukturteil verschraubt

Mit Strukturteil verclipst/verschraubt

Hinge reinforcement

Mit Strukturteil verschraubt

Mit Strukturteil verclipst

Dichtung

Außenpanel
PP/EPDM-MV

Scharnier

Kennzeichenbeleuchtung

Disclosure or duplication without consent is prohibited

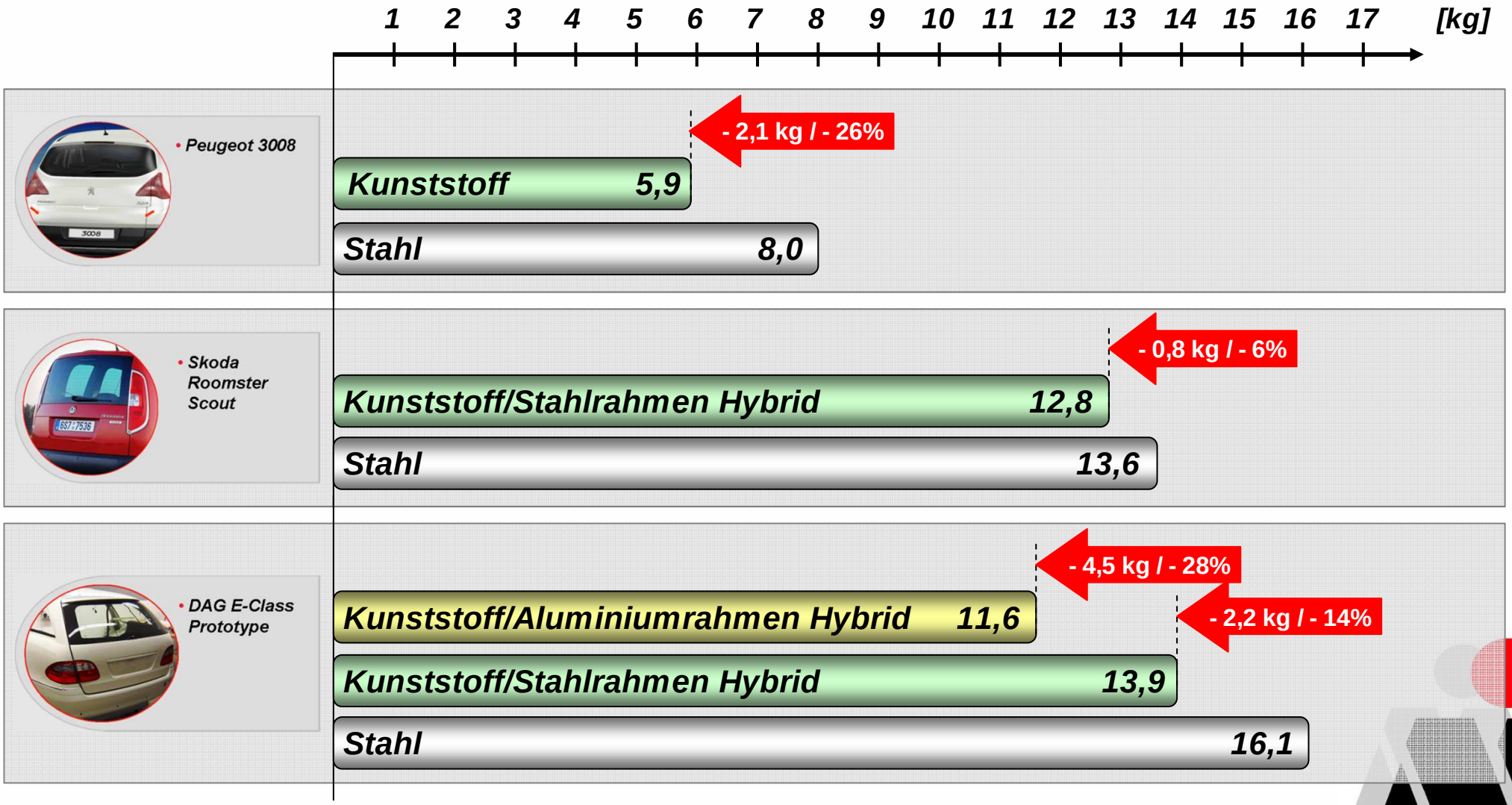
Agenda

- **Der Magna Organoblech-Frontendträger**
  - Organoblech allgemein
  - Herstellung des Frontendträgers
  - Testing und Validierung des Organoblechträgers
  - Zusammenfassung und Ausblick
- **Die Kunststoff-Hybride-Leichtbauheckklappe**
  - Anforderungen an eine Heckklappe
  - Aufbau und Beispiele von Hybriden Leichtbauklappen
  - Erreichte Steifigkeiten und Gewichtseinsparungen
  - Ausblick
- **CAE Auslegung in Frontend und Heckklappe**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

STEIFIGKEITEN – GEWICHTSPOTENZIALE

- ***Umgesetzte Gewichtseinsparungen:***



Disclosure or duplication without consent is prohibited

Agenda

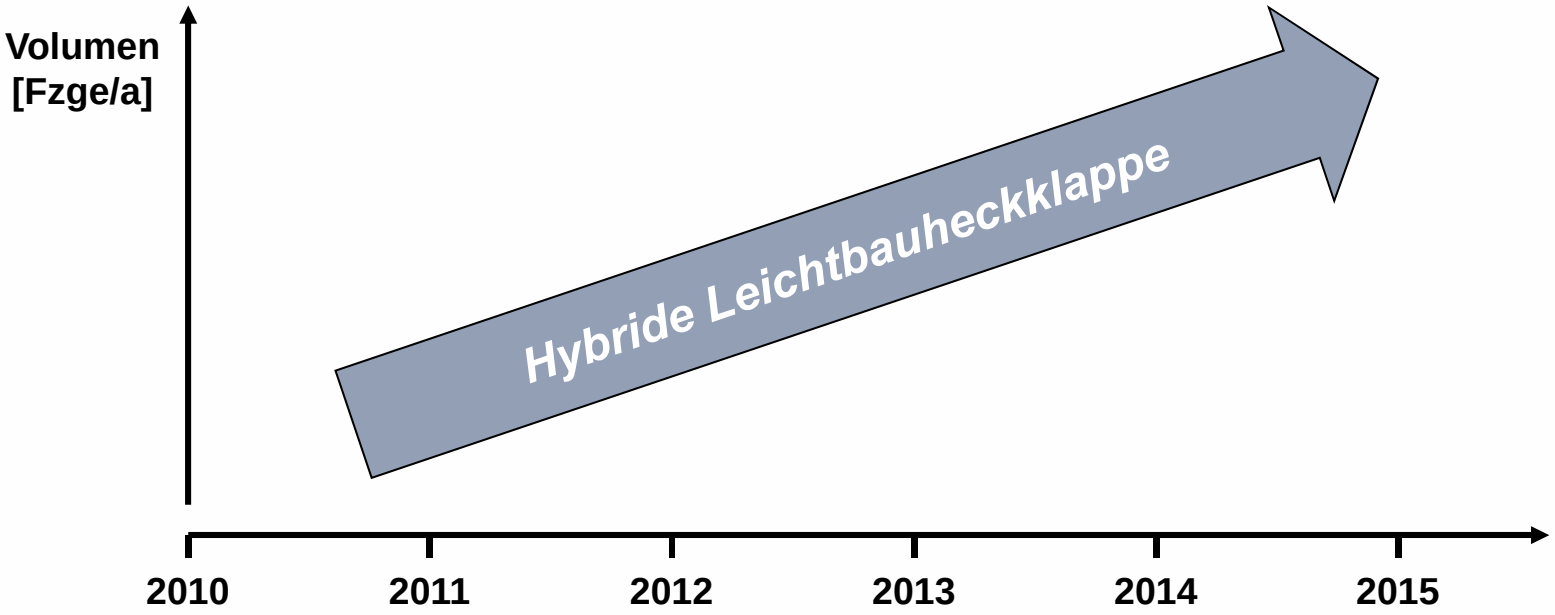
- **Der Magna Organoblech-Frontendträger**
  - Organoblech allgemein
  - Herstellung des Frontendträgers
  - Testing und Validierung des Organoblechträgers
  - Zusammenfassung und Ausblick
- **Die Kunststoff-Hybride-Leichtbauheckklappe**
  - Anforderungen an eine Heckklappe
  - Aufbau und Beispiele von Hybriden Leichtbauklappen
  - Erreichte Steifigkeiten und Gewichtseinsparungen
  - Ausblick
- **CAE Auslegung in Frontend und Heckklappe**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Hybride Leichtbauheckklappen machen Sinn wenn:

- Die jährliche Stückzahl nicht > 100.000 Fzge. ist
- Komplexe Geometrien umgesetzt werden sollen
- Mehrere verschiedene Modelle auf einem Montageband produziert werden
- Ein Heckklappenspoiler und/oder Opferblenden zwingend erforderlich sind
- Gewichtsreduzierung erforderlich ist, um das Zielgewicht des Gesamtfahrzeugs zu erreichen



Disclosure or duplication without consent is prohibited

Agenda

- **Der Magna Organoblech-Frontendträger**
  - Organoblech allgemein
  - Herstellung des Frontendträgers
  - Testing und Validierung des Organoblechträgers
  - Zusammenfassung und Ausblick
- **Die Kunststoff-Hybride-Leichtbauheckklappe**
  - Anforderungen an eine Heckklappe
  - Aufbau und Beispiele von Hybriden Leichtbauklappen
  - Erreichte Steifigkeiten und Gewichtseinsparungen
  - Ausblick
- **CAE Auslegung in Frontend und Heckklappe**

Disclosure or duplication without consent is prohibited

CAE

- CAE – Aktivitäten:

- ***Statik (linear, nichtlinear):***
  - allgemeine statische Lastfälle (kleine u. große Verformungen, lineare u. nichtlineare Materialien)
  - Wärmeausdehnung
  - „Inertia relief“

- ***NVH:***
  - Eigenfrequenz
  - Transient dynamisch mit MODSUP (Schlechtwegstrecke)

- ***Optimierung:***
  - Topologie/Topographie/Form/Parameter

- ***„Low & Middle Speed“ Crash:***
  - Pendel
  - AZT
  - Fußgängerschutz (Lower-Leg)

- ***Spritzgusssimulation:***
  - Füllung/Nachdruck/Kühlung/Verzug

- ***Ziele:***

- ***Kunststoffspezifische Prozessberechnungen:***
  - Klimawechseltest
  (Kriechen + Spritzgießparameter + Statik + Temperaturlast)
  - Kopplung Füllsimulation (2.5D & 3D !)
  mit Strukturberechnung

- ***Materialcharakterisierung:***
  - Datenbank

- ***Faserverstärkte Kunststoffe:***
  - statische-, dynamische Charakterisierung
  (unidirektional & Gewebestruktur)

Disclosure or duplication without consent is prohibited

CAE

- CAE – Tools, Partners:

1. ***CAD:***
   - CATIA V5, UG

2. ***Preprocessing:***
   - Hypermesh (6300 Units)
   - Moldex3D Mesh

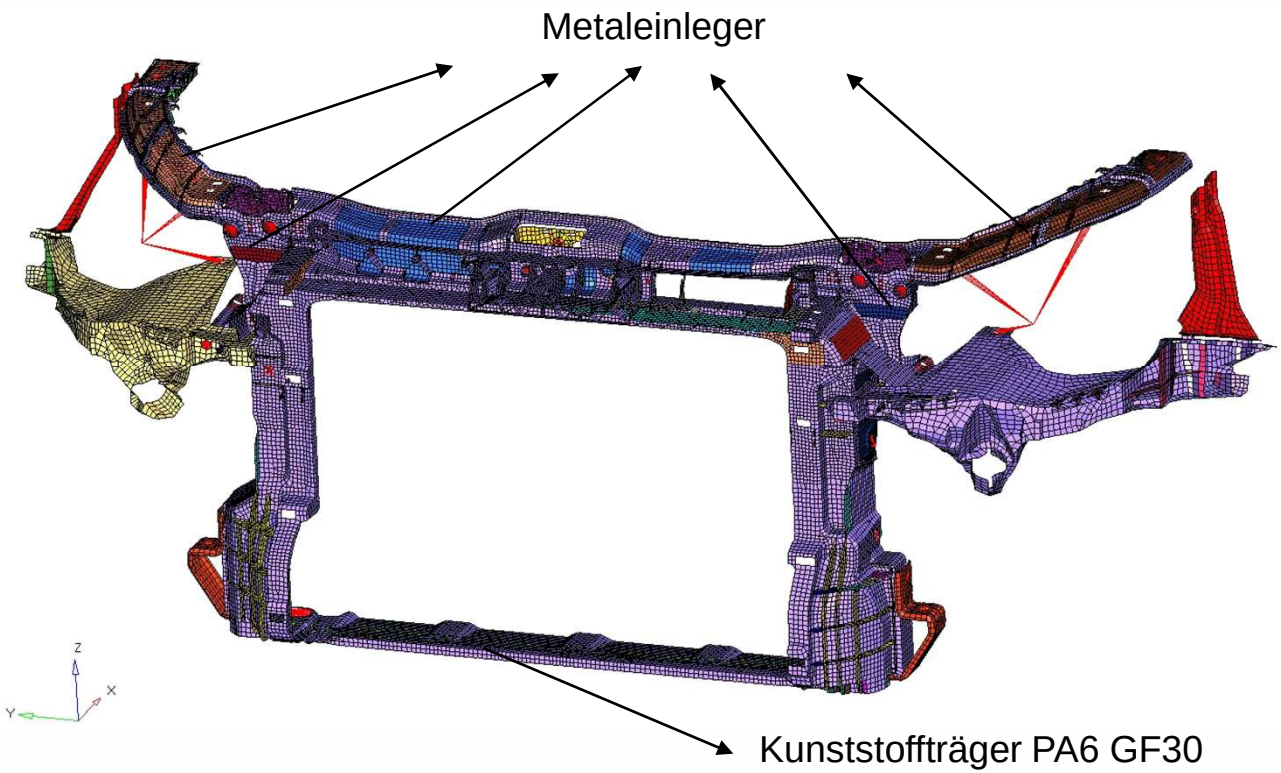
3. ***Solver:***
   - Radioss, Optistruct
   - LS-DYNA, LS-OPT
   - Moldex3D
   - Altair Partnerprogramm (nCode, FEMFAT ..)

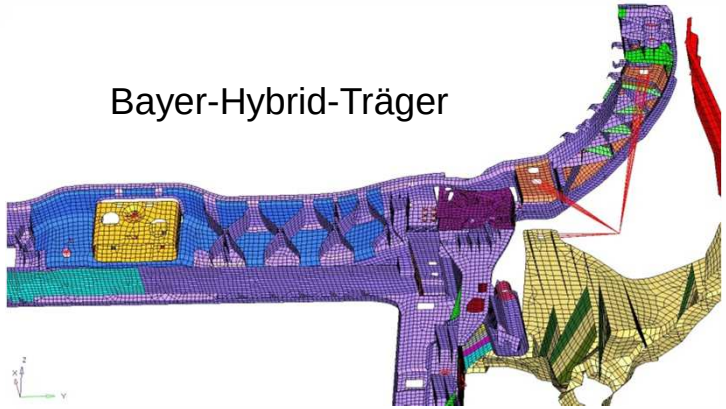
4. ***Postprocessing:***
   - HyperView
   - LS-PRE/POST

Disclosure or duplication without consent is prohibited

CAE

- Leichtbau Beispiele aus dem Front-Modul Bereich:
- ***Front-End Träger Audi A1:***
- ***Aufbau:***

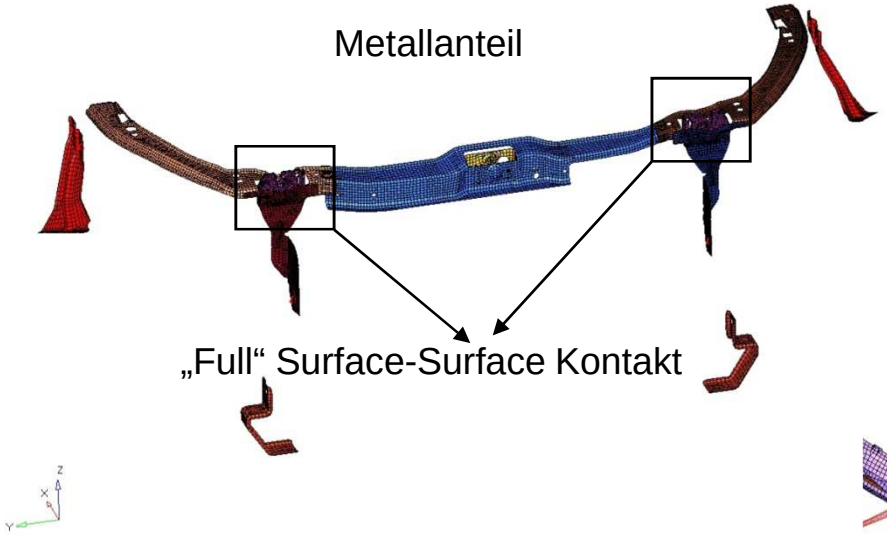


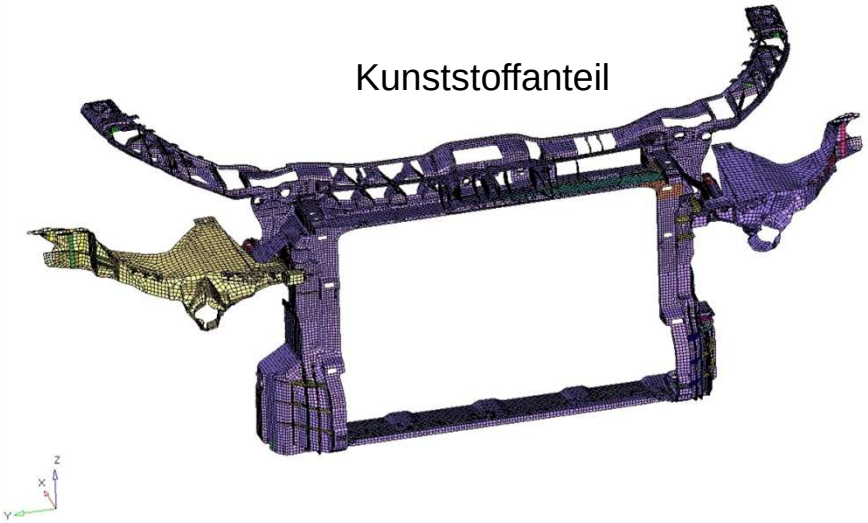


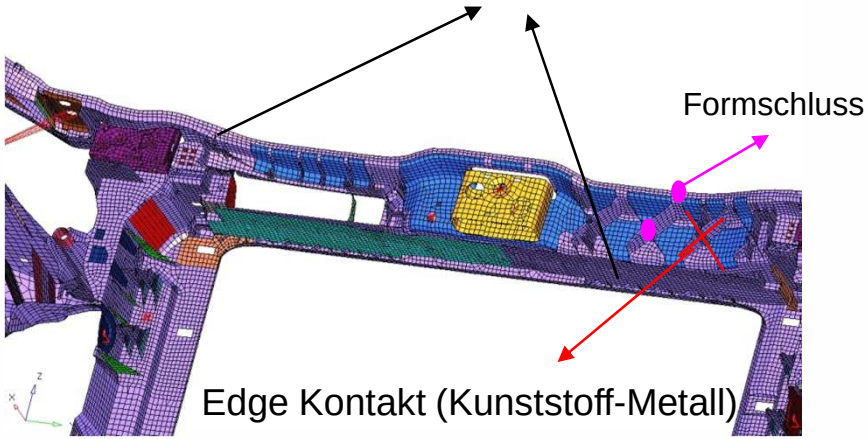
Disclosure or duplication without consent is prohibited

CAE

- ***Aufbau:***





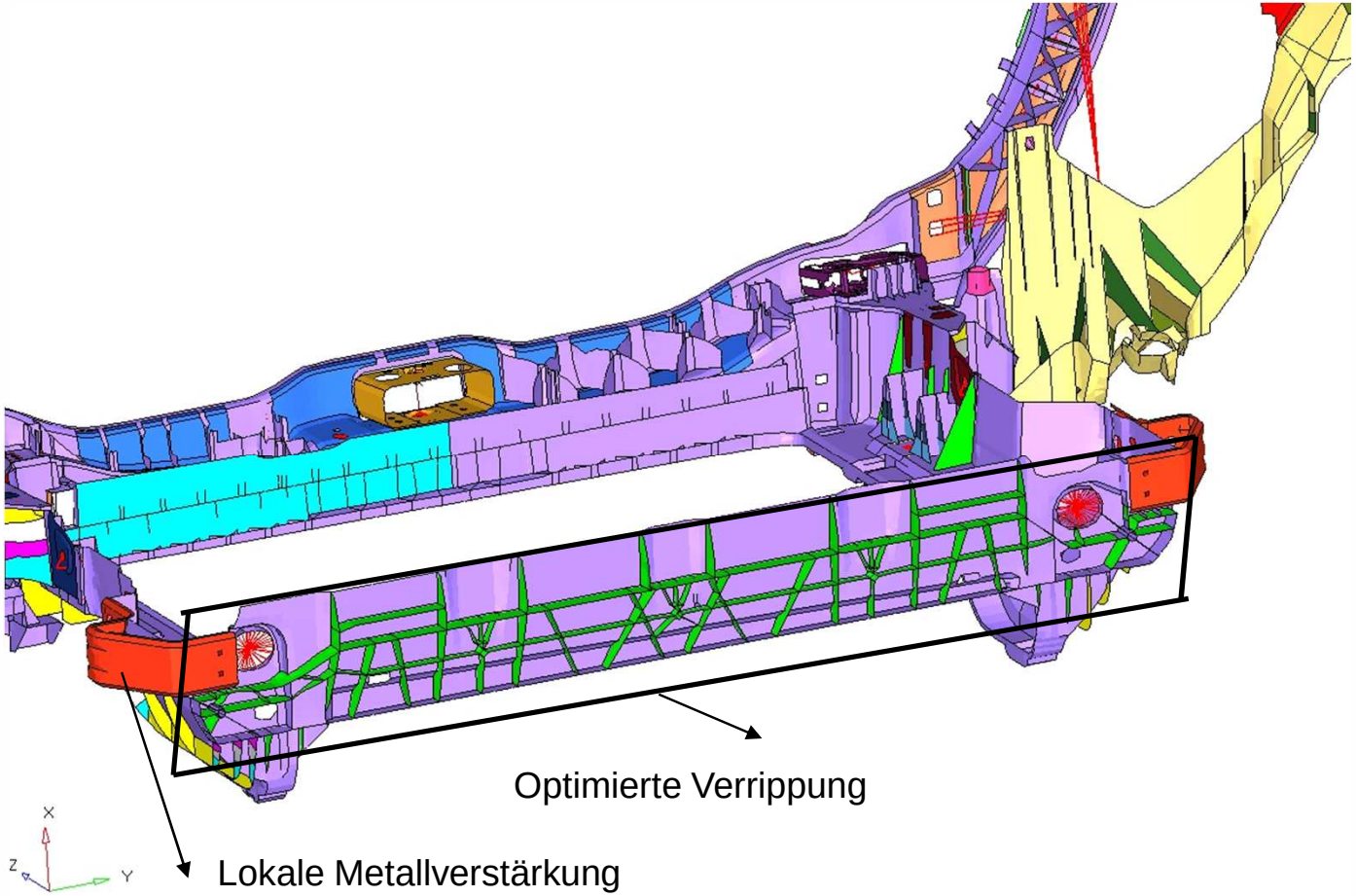


Disclosure or duplication without consent is prohibited

CAE

- ***Lastfälle:***

- ***NVH***
  Eigenfrequenzberechnung in Gesamtfahrzeug & „Trimmed-Body“

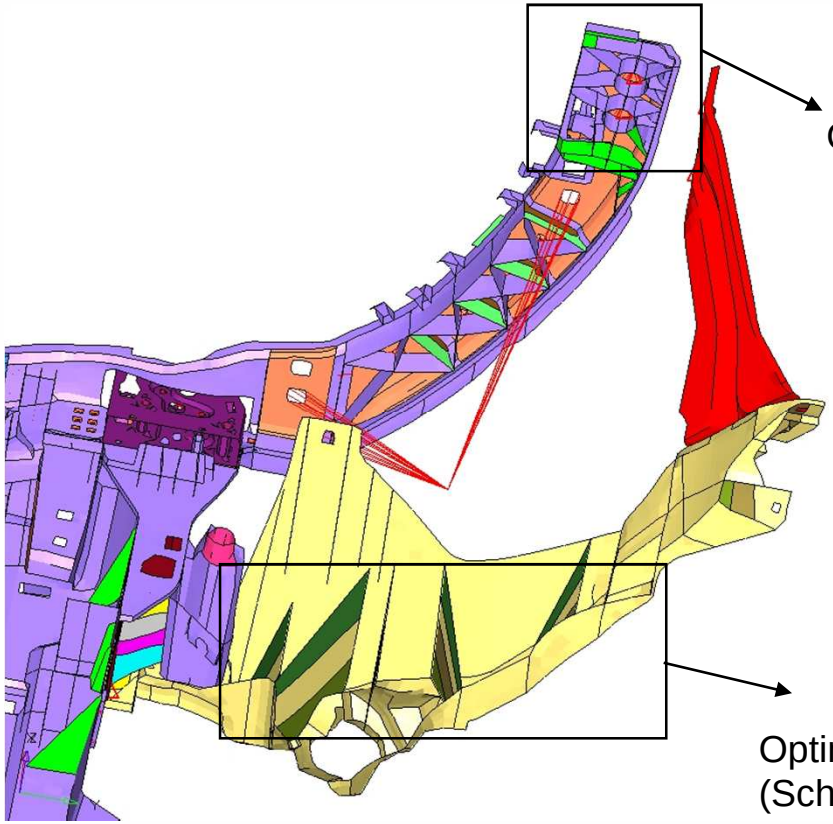


Disclosure or duplication without consent is prohibited

CAE

- ***Lastfälle:***

- ***NVH***
  Eigenfrequenzberechnung in Gesamtfahrzeug & „Trimmed-Body“



Optimierte Verripung zum oberen Längsträger

Optimierte Verripung
(Scheinwerferzittern)

→ NVH lokal & global bestanden

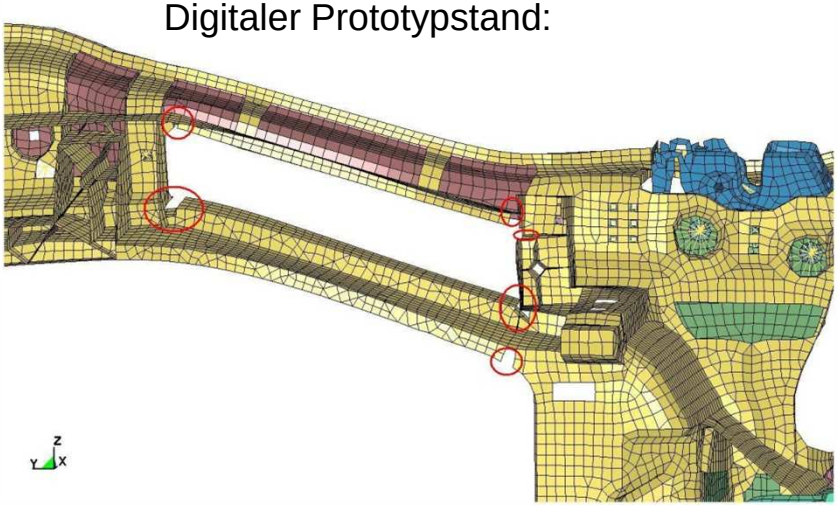
Disclosure or duplication without consent is prohibited

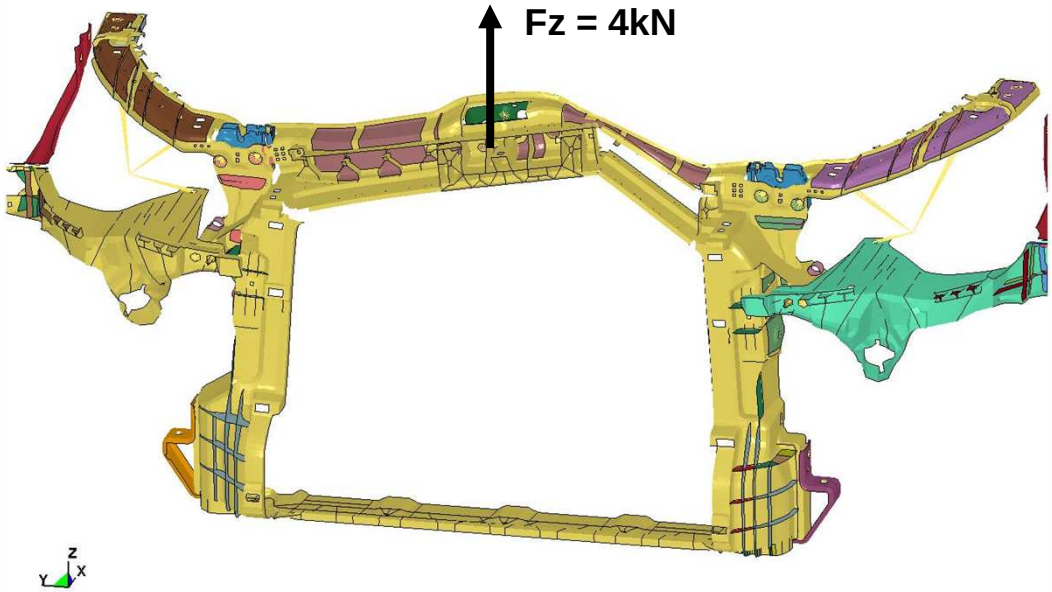
CAE

- ***Lastfälle:***

- ***Haubenzug (& Schlosszug)***
  statisch 4 kN und dynamisch 3 kN

Digitaler Prototypstand:



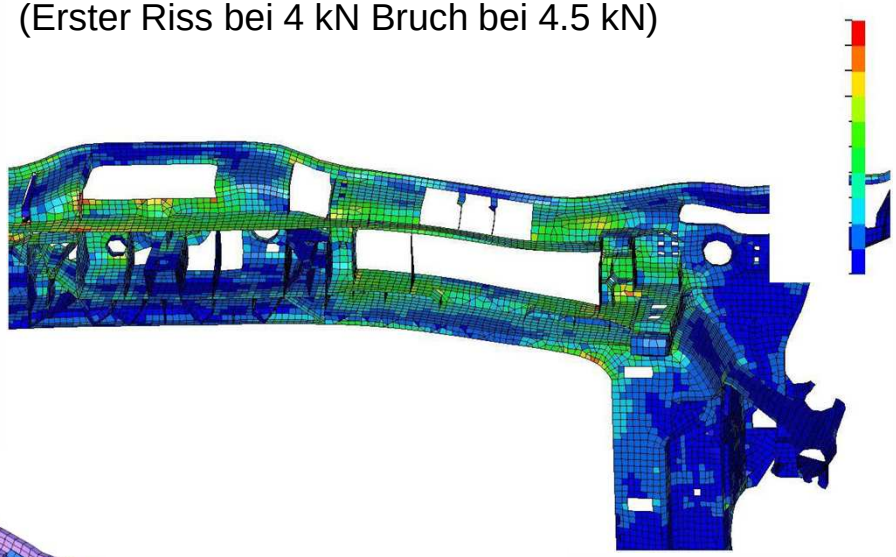


Disclosure or duplication without consent is prohibited

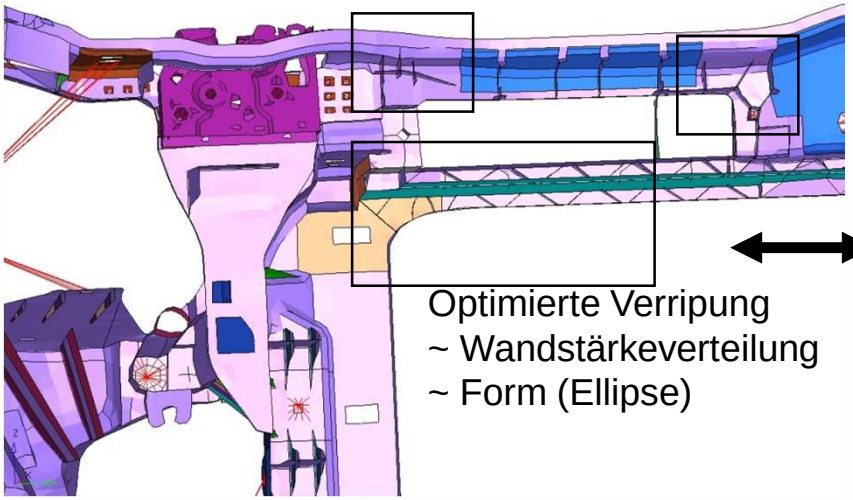
CAE

- ***Lastfälle:***
- ***Haubenzug (& Schlosszug)***
  statisch 4 kN und dynamisch 3 kN

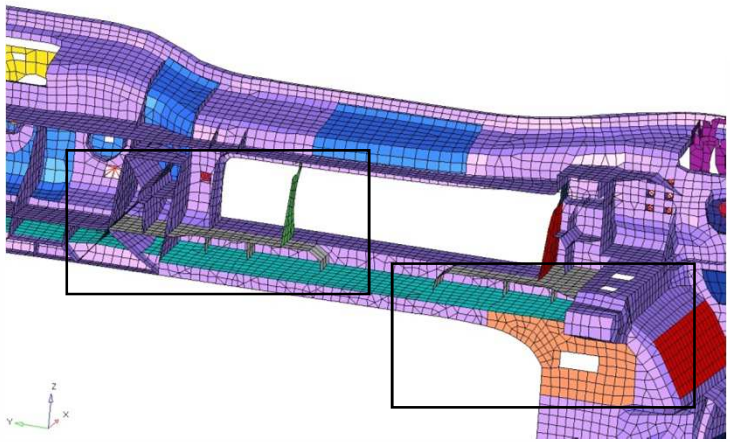
Optimierter Spannungsverlauf
(Erster Riss bei 4 kN Bruch bei 4.5 kN)



Optimierter Serienstand:



Optimierte Verripung
~ Wandstärkeverteilung
~ Form (Ellipse)



→statische & dynamische Zuglastfälle bestanden (übererfüllt)

Disclosure or duplication without consent is prohibited

CAE

- Leichtbau Beispiele aus dem Front-Modul Bereich:

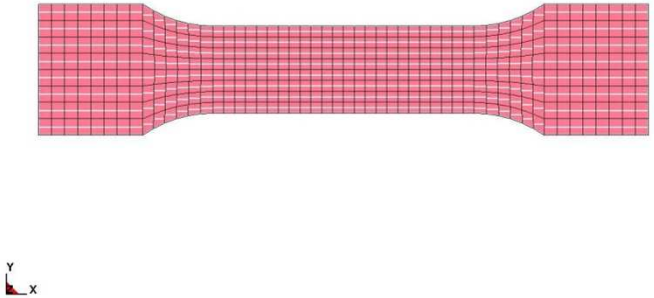
- ***Materialcharakterisierung „Organo Blech“:***

Disclosure or duplication without consent is prohibited

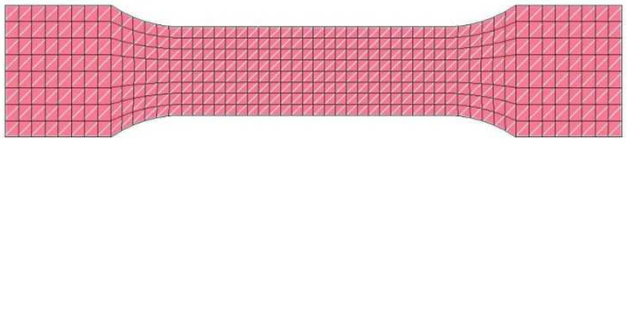
CAE

- Leichtbau Beispiele aus dem Front-Modul Bereich:

- ***Materialcharakterisierung „Organo Blech“ - Probekörper:***



Zug 0 -90



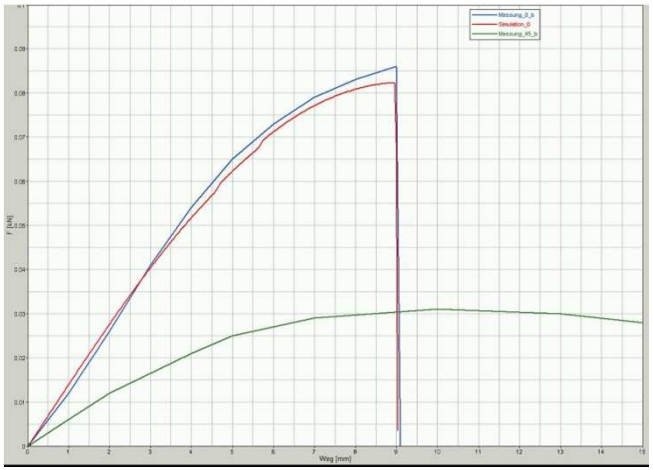
Zug 45

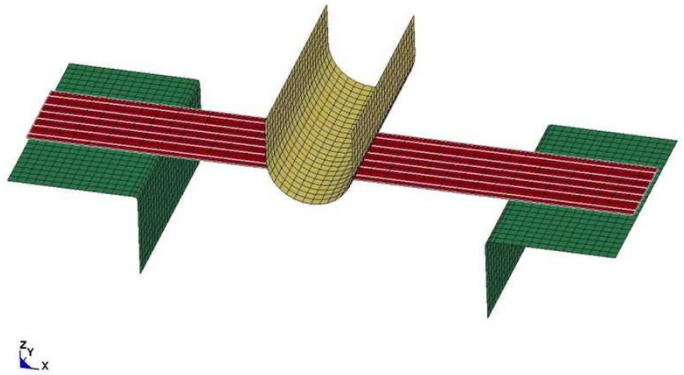
Disclosure or duplication without consent is prohibited

CAE

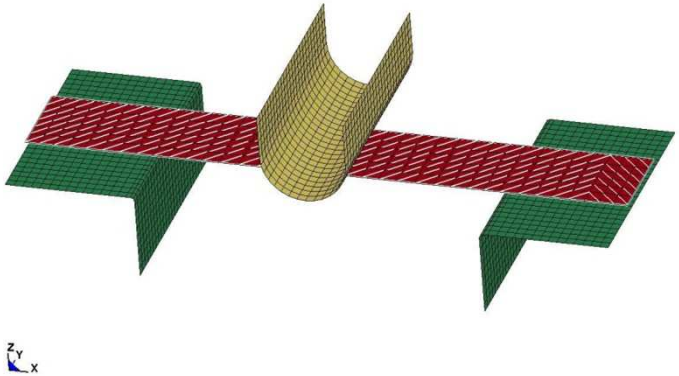
- Leichtbau Beispiele aus dem Front-Modul Bereich:

- ***Materialcharakterisierung „Organo Blech“ - Probekörper:***





Biegung 0 -90



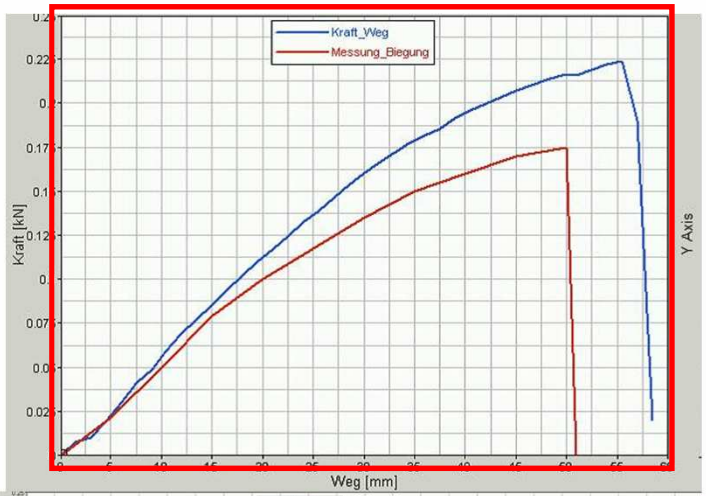
Biegung 45

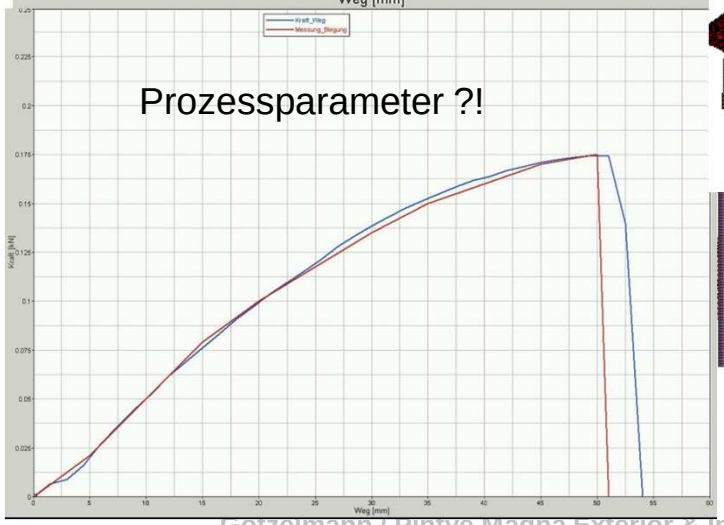
Disclosure or duplication without consent is prohibited

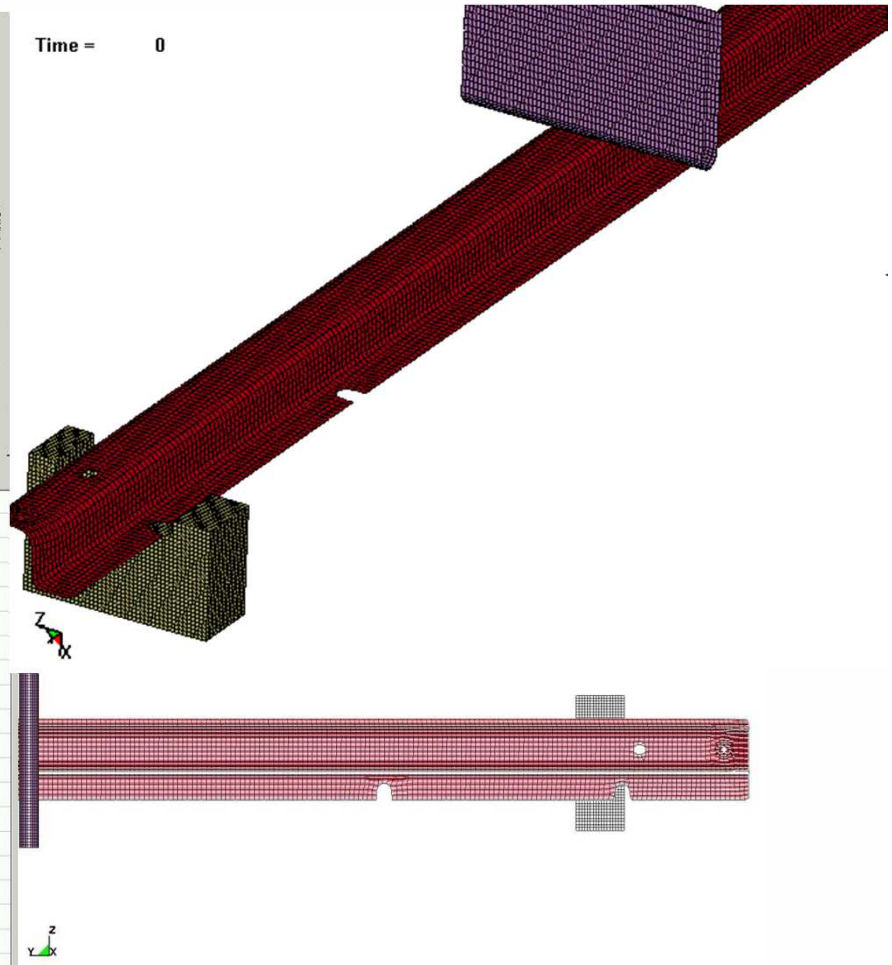
CAE

- Leichtbau Beispiele aus dem Front-Modul Bereich:

- ***Materialcharakterisierung „Organo Blech“ - Halbzeug:***







Disclosure or duplication without consent is prohibited

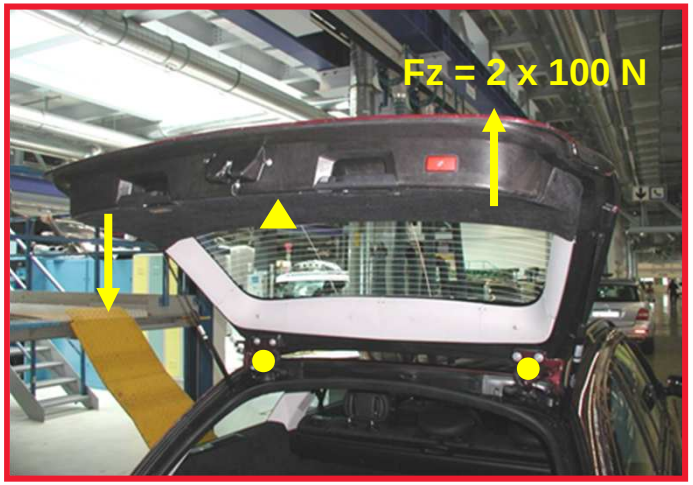
CAE

- Leichtbau Beispiele aus dem Heck Bereich:
- ***S211 Leichtbau Heckklappe:***
- ***Aufgabestellung: Gewichtsreduktion bei gleicher Steifigkeit***

Lastfälle:

Biegung:

Torsion:



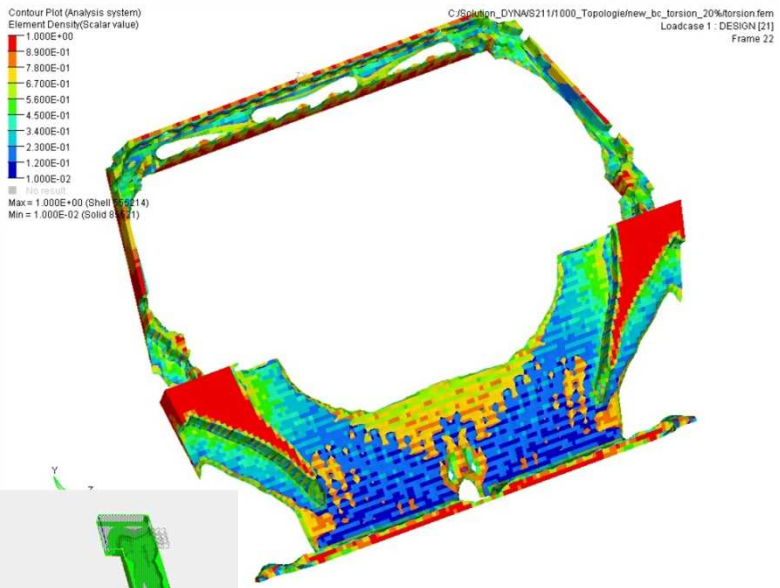
Disclosure or duplication without consent is prohibited

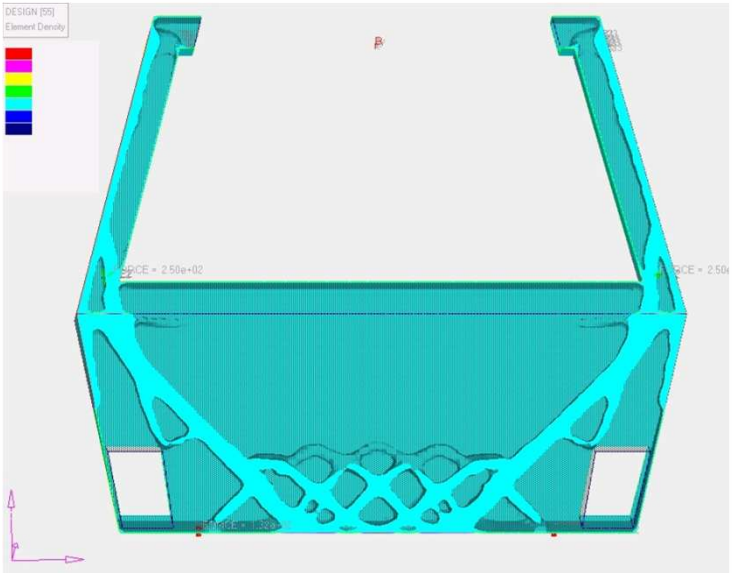
CAE

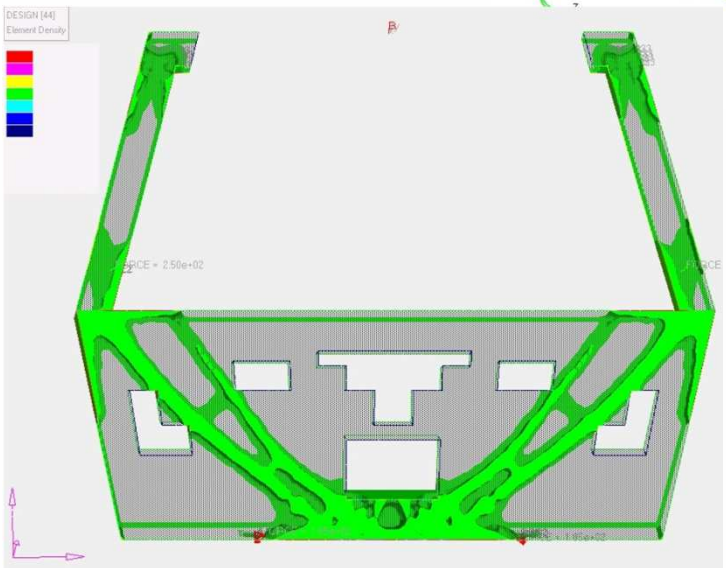
- Leichtbau Beispiele aus dem Heck Bereich:

- ***S211 Leichtbau Heckklappe:***

Topologieoptimierung







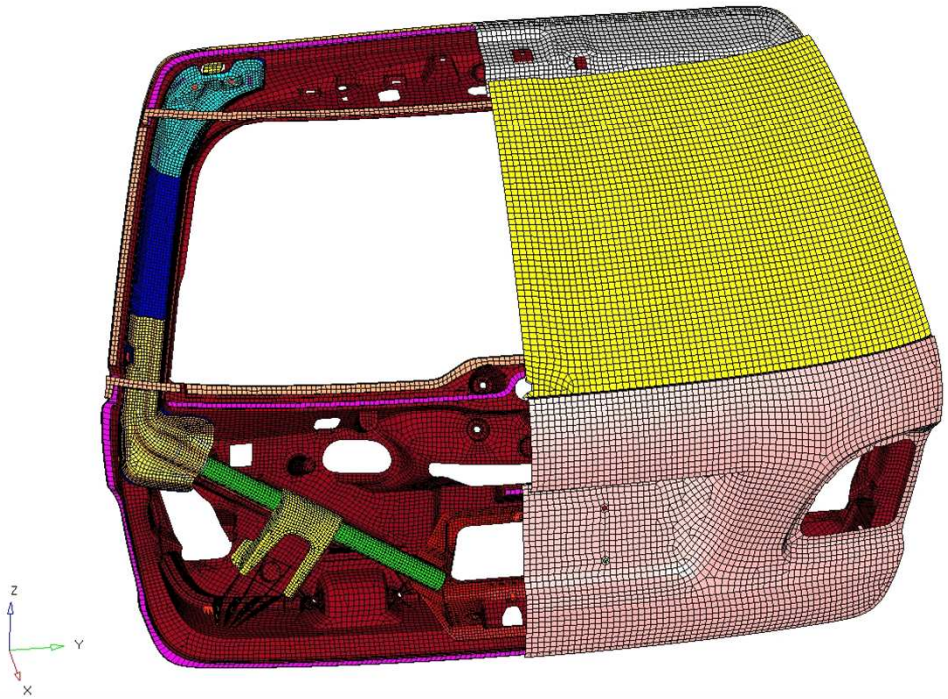
Disclosure or duplication without consent is prohibited

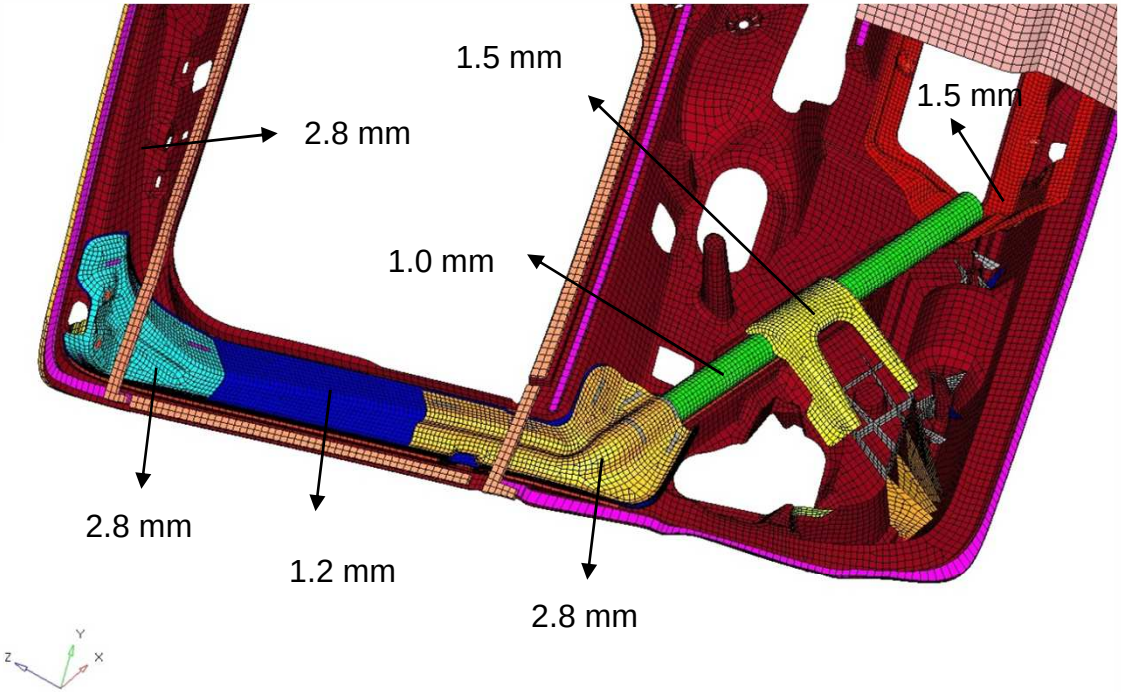
CAE

- Leichtbau Beispiele aus dem Heck Bereich:

- ***S211 Leichtbau Heckklappe:***

Umsetzung der Topologieoptimierung
- Stahlhybrid:





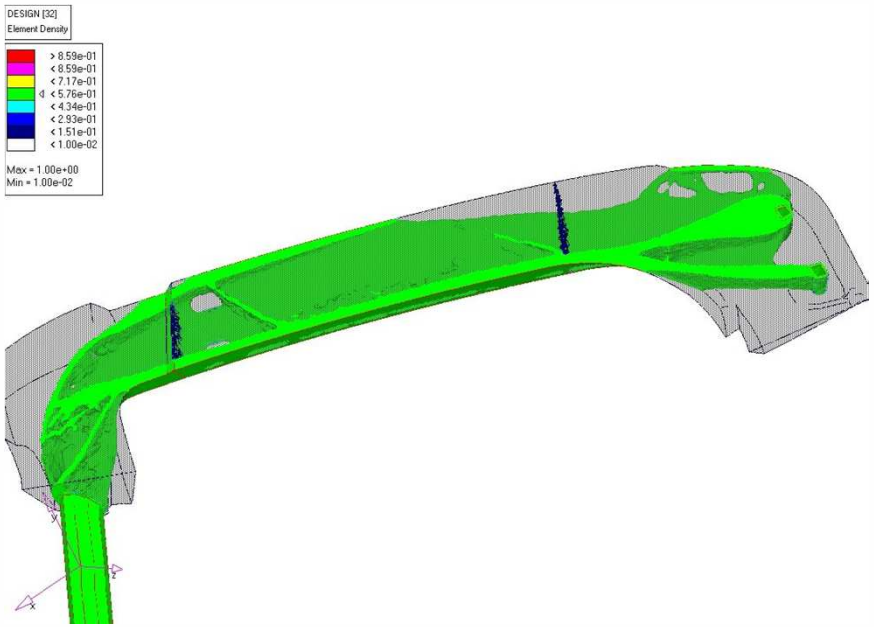
Disclosure or duplication without consent is prohibited

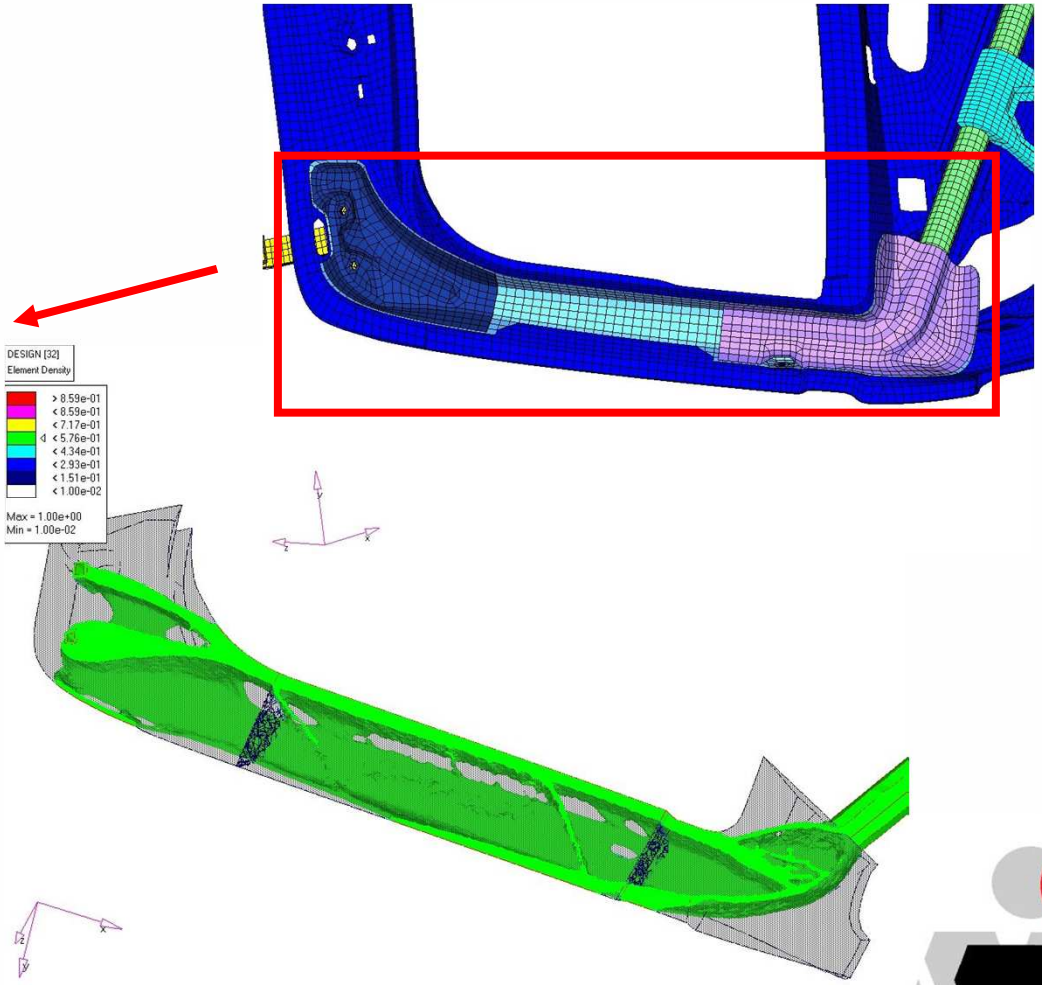
CAE

- Leichtbau Beispiele aus dem Heck Bereich:

- ***S211 Leichtbau Heckklappe:***

Umsetzung der Topologieoptimierung
- Stahl-Aluminium Hybrid:





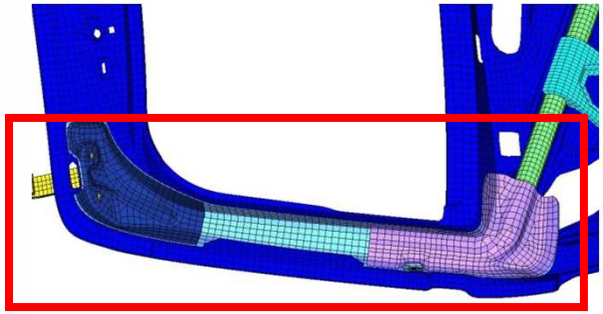
Disclosure or duplication without consent is prohibited

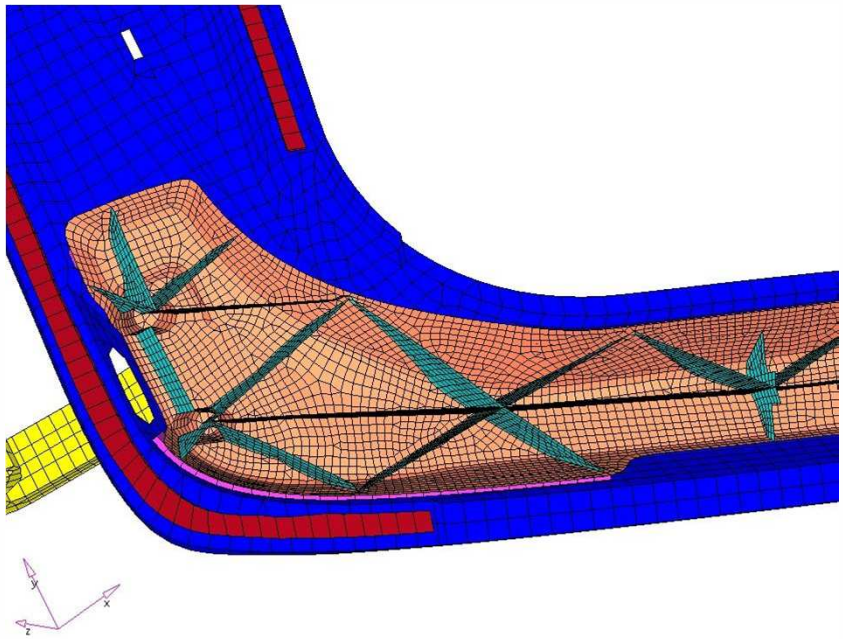
CAE

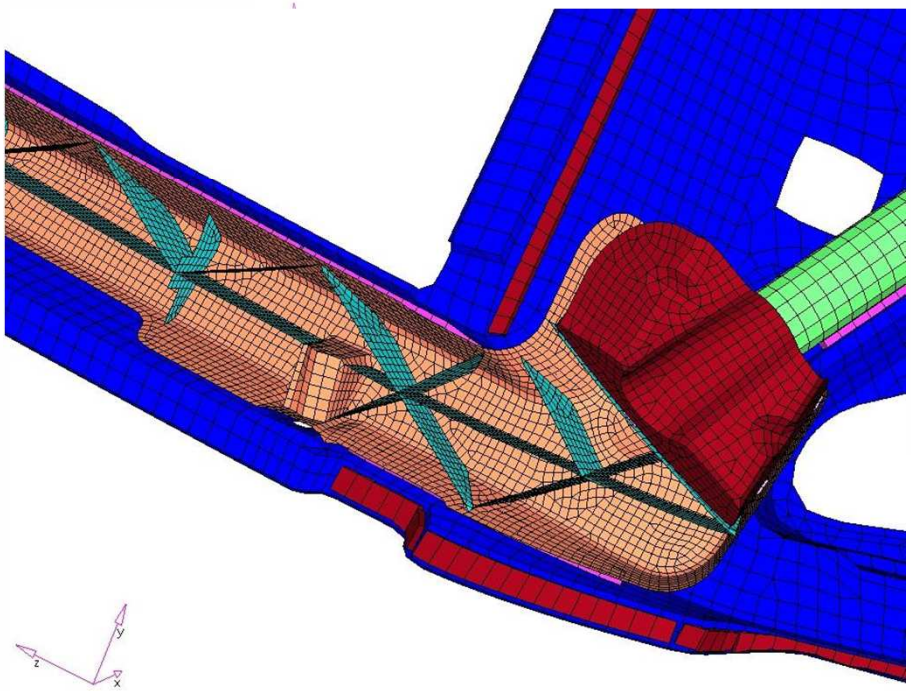
- Leichtbau Beispiele aus dem Heck Bereich:

- ***S211 Leichtbau Heckklappe:***

Umsetzung der Topologieoptimierung
- Stahl - Aluminium:







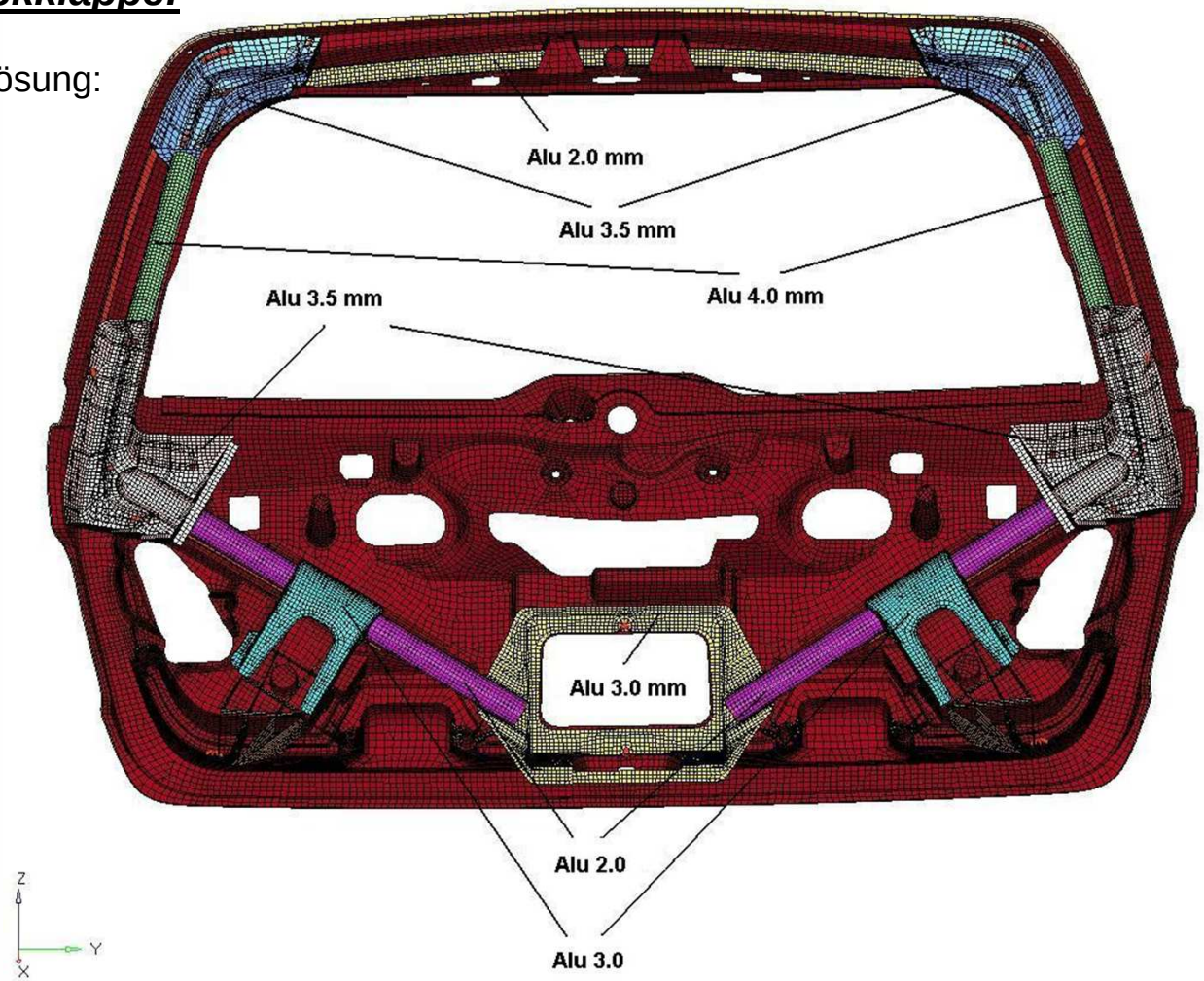
Disclosure or duplication without consent is prohibited

CAE

- Leichtbau Beispiele aus dem Heck Bereich:

- ***S211 Leichtbau Heckklappe:***

Umsetzung eine Voll-Alulösung:



Disclosure or duplication without consent is prohibited

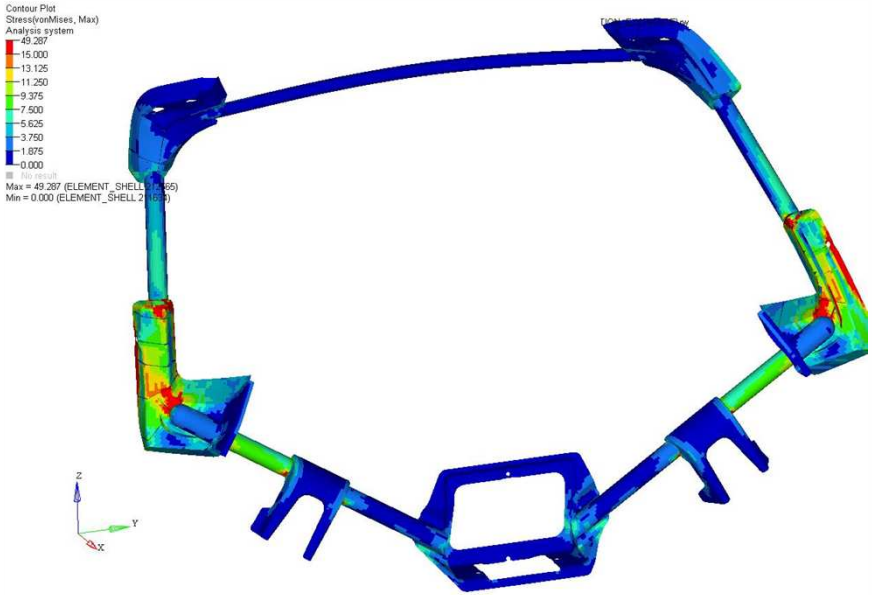
CAE

- Leichtbau Beispiele aus dem Heck Bereich:

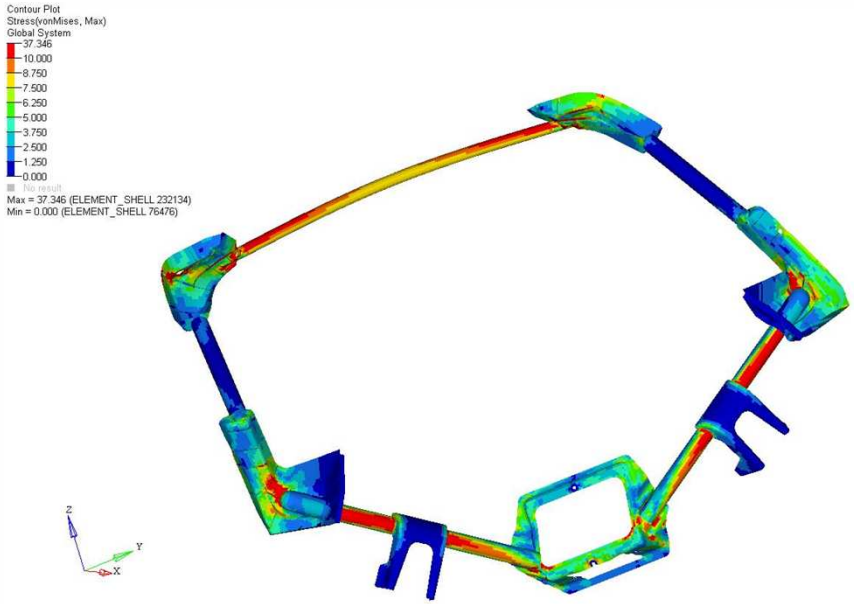
- ***S211 Leichtbau Heckklappe:***

Ergebnisse:
- Optimierter Spannungsverteilung

Biegung



Torsion



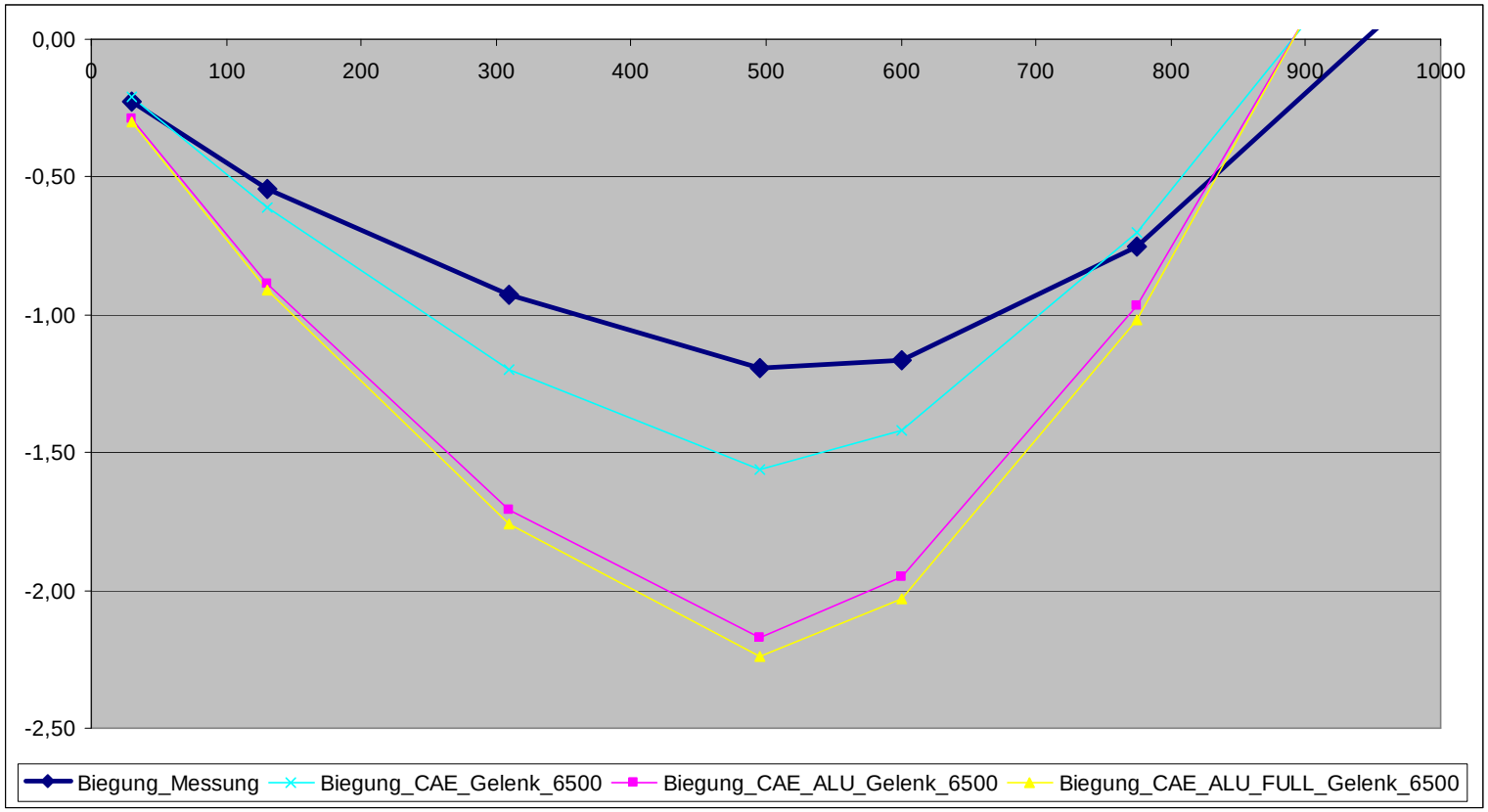
Disclosure or duplication without consent is prohibited

CAE

- Leichtbau Beispiele aus dem Heck Bereich:

- ***S211 Leichtbau Heckklappe:***

Ergebnisse:
- Verformungen (Biegung)



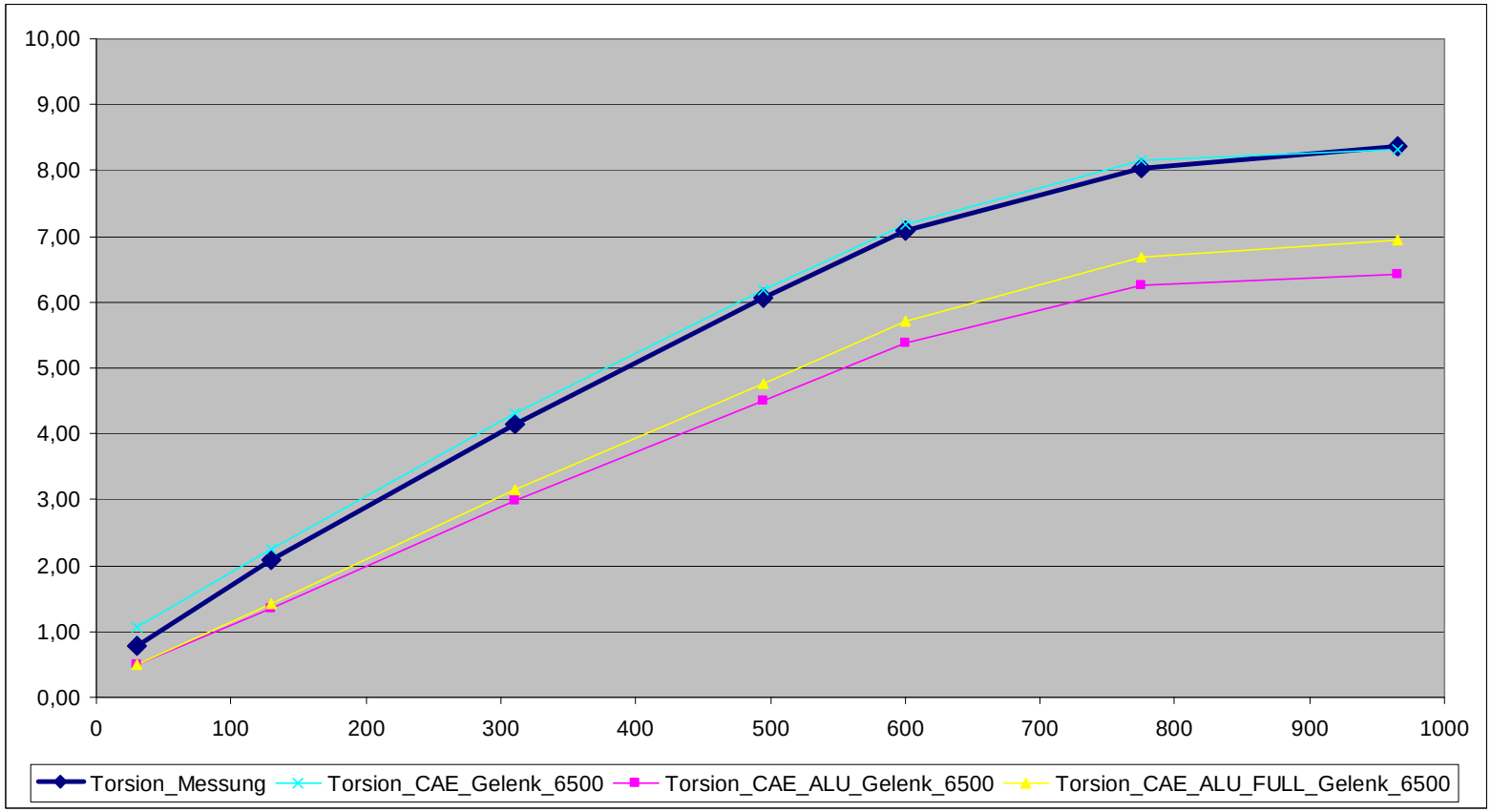
Disclosure or duplication without consent is prohibited

CAE

- Leichtbau Beispiele aus dem Heck Bereich:

- ***S211 Leichtbau Heckklappe:***

Ergebnisse:
- Verformungen (Biegung)



Disclosure or duplication without consent is prohibited