

Mehrschichtverbunde im Leichtbau – Anwendungsbeispiele für Cibera

M. Pichler (4a manufacturing GmbH),
P. Reithofer (4a engineering GmbH)



28.11.2011 Infotag Umformen

Vorstellung 4a-Gruppe
Cimera – Eigenschaften
Umformverhalten
Beispiele
Zusammenfassung

4a

TECHNOLOGY
GmbH

.. in physics we trust

4a

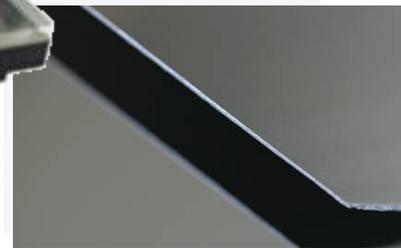
ENGINEERING
GmbH

4a

MANUFACTURING
GmbH

4a

MEDICOM
GmbH



DYNA
MORE

I N P H Y S I C S W E T R U S T



- **Gründungsjahr 2002**
- **F&E - Dienstleistung**
- **15 bis 20 Kernkunden**
- **bisher mehr als 500 Projekte**
 - 45% Automotive
 - 15% Luft- und Raumfahrt
 - 15% Maschinenbau
 - 10% Medizintechnik
 - 15% Consumer goods
- **Kernkompetenzen**
 - Kunststoff- und Werkstoffwissenschaften
 - Numerische Simulationsmethoden
 - Leichtbau und Faserverbundwerkstoffe
 - Methodenentwicklungskompetenz



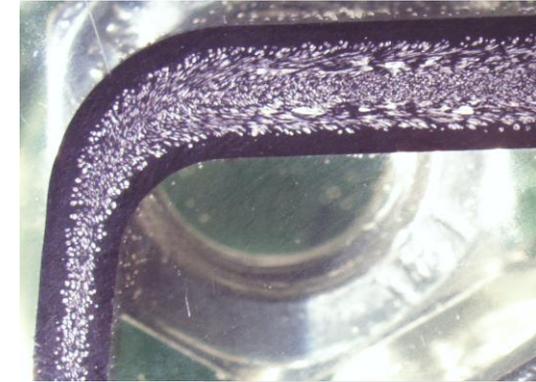
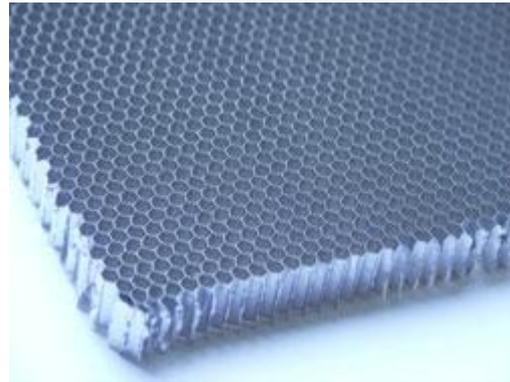
- **Gründungsjahr 2004**
- **Halbzeuglieferant für Handylautsprecher (> 1000 Millionen Stück, 15% Marktanteil)**
- **Fertigung Verbundwerkstoffe**
 - 95% Consumer goods
 - 5% Automotive
- **Kernkompetenzen**
 - Fertigung von Mehrschichtverbunden mit speziellen Eigenschaften
 - Entwicklung von neuen Materialverbunden
 - Aufbau neuartiger Fertigungsverfahren
 - Herstellung von Prototypen, 0-Serien bis zur Serienproduktion

➤ **Kombination verschiedener Eigenschaften (Barriere, Dämpfung,..)**

➤ **Variationsvielfalt**

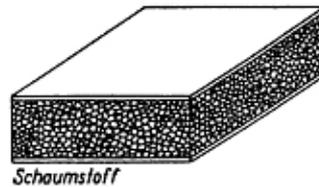
➤ **Werkstoffe**

- Holz, Metall, GFK, CFK, ...
- Waben, Schäume, Holz, ...

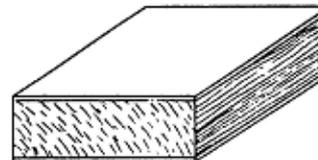


➤ **Wirtschaftlichkeit**

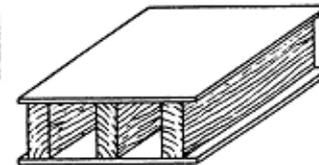
- Fahrzeugbau
- Luftfahrt
- Raumfahrt
- Möbel
- Verpackung



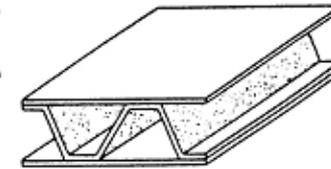
Schaumstoff



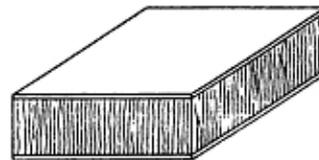
Balsa - Längsholz



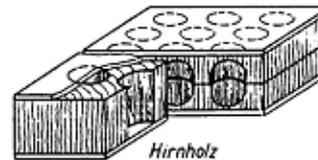
Balsa - Stege



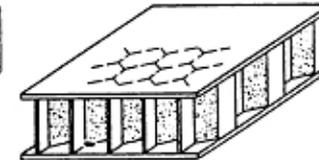
Wellblech



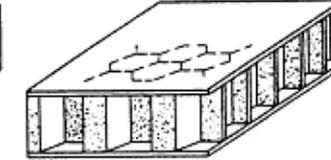
Balsa - Hirnholz



*Hirnholz
mit Erleichterungslöchern*



Wabenkern - längs

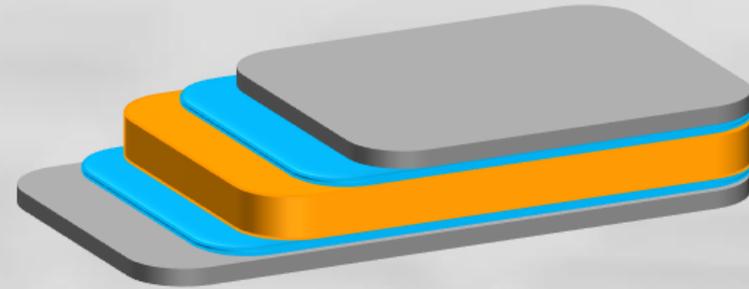


Wabenkern - quer

MORE

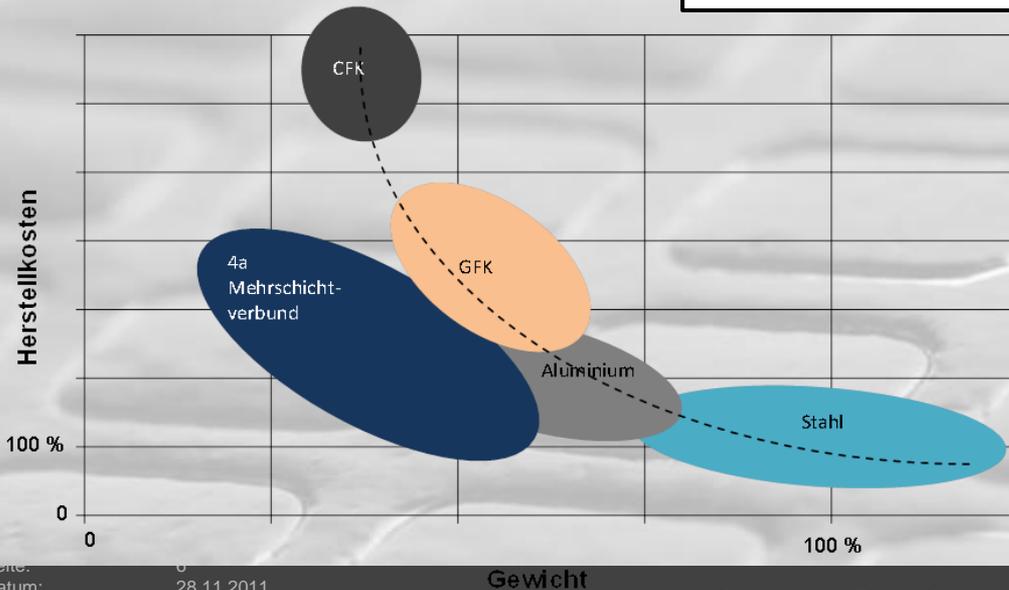
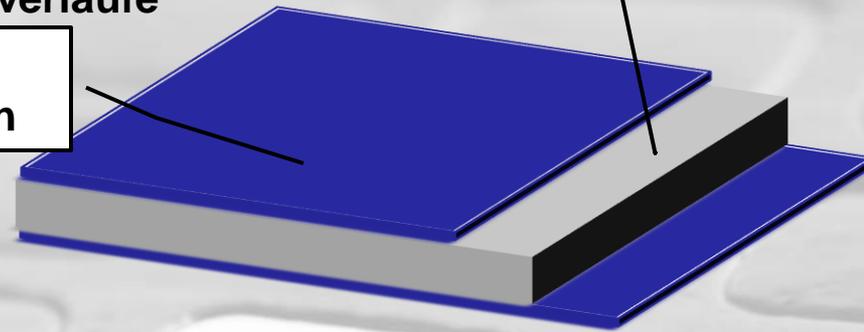
CIMERA Produkteigenschaften

- Hohe Steifigkeit bei niedrigem Gewicht (ab 0,3 mm Dicke)
- Sehr gutes Umformverhalten (kalt)
- Tiefziehen/Streckziehen im Verbund
- Sehr gute Dämpfungseigenschaften bzw. Isolation oder Dämmung
- Dehnungen bis 40%
- Einstellbare Materialeigenschaften bzw. Dickenverläufe



Zugsteife
Deckschichten

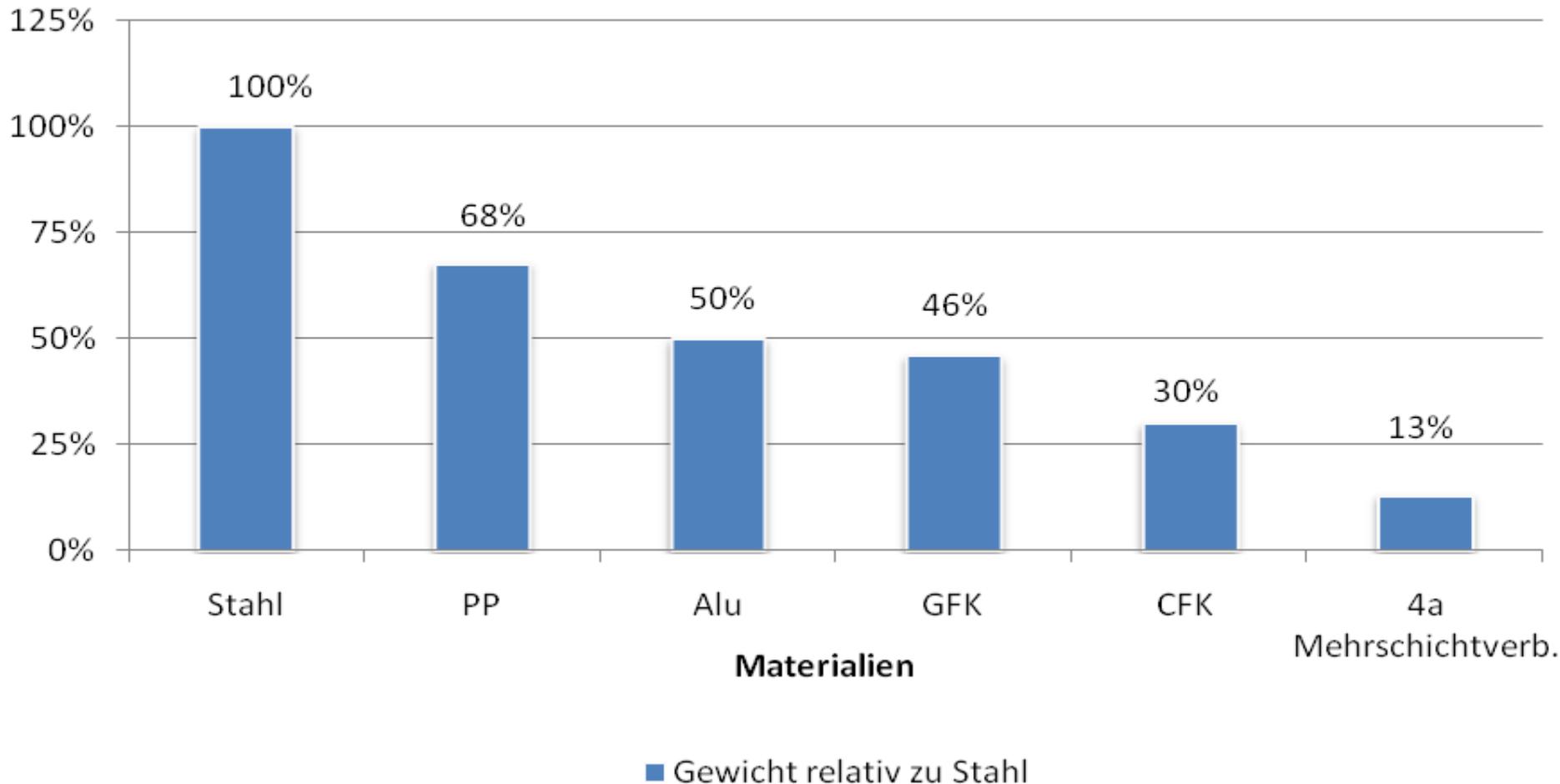
Schubsteifer
Kern



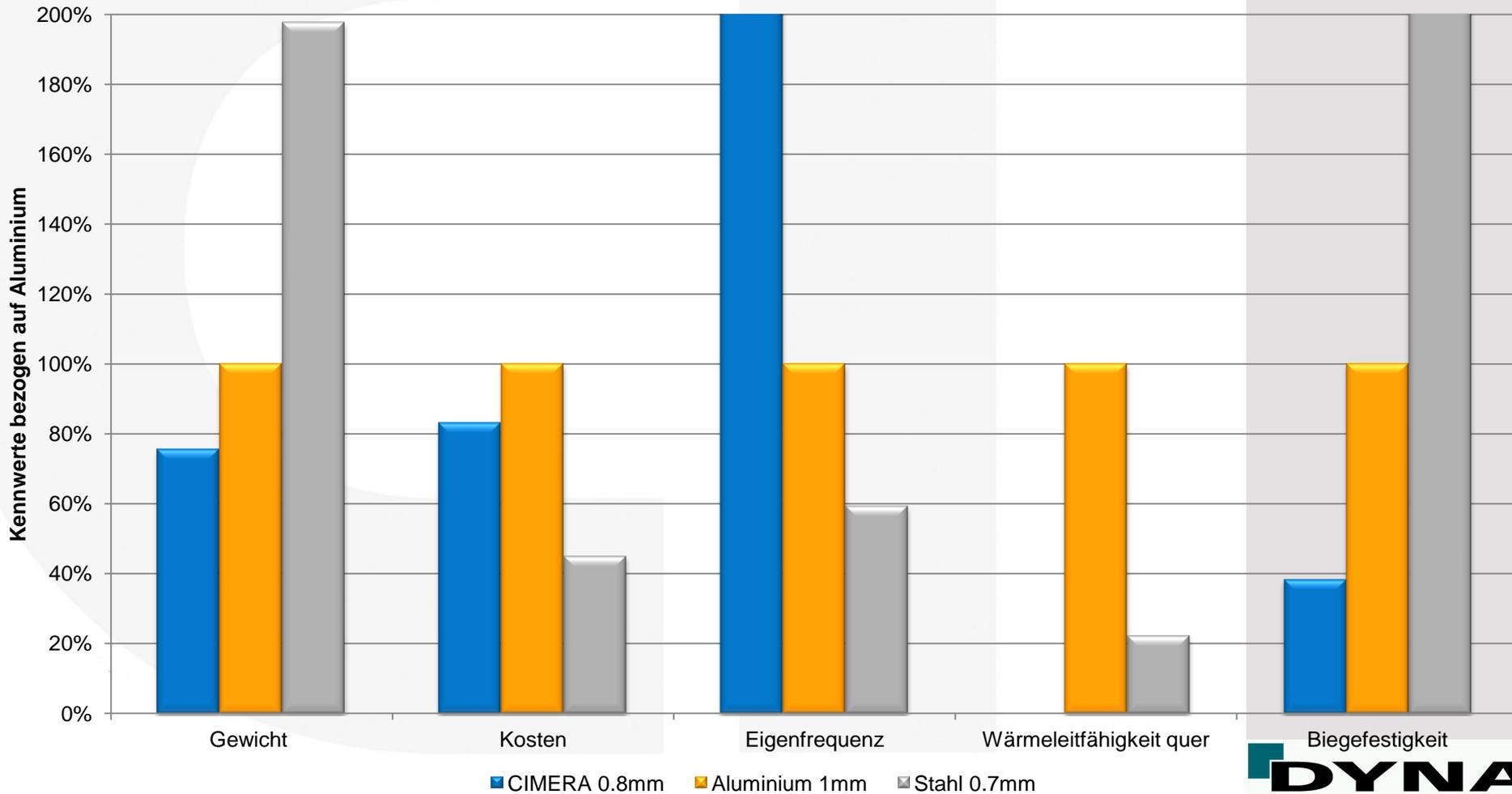
CIMERA



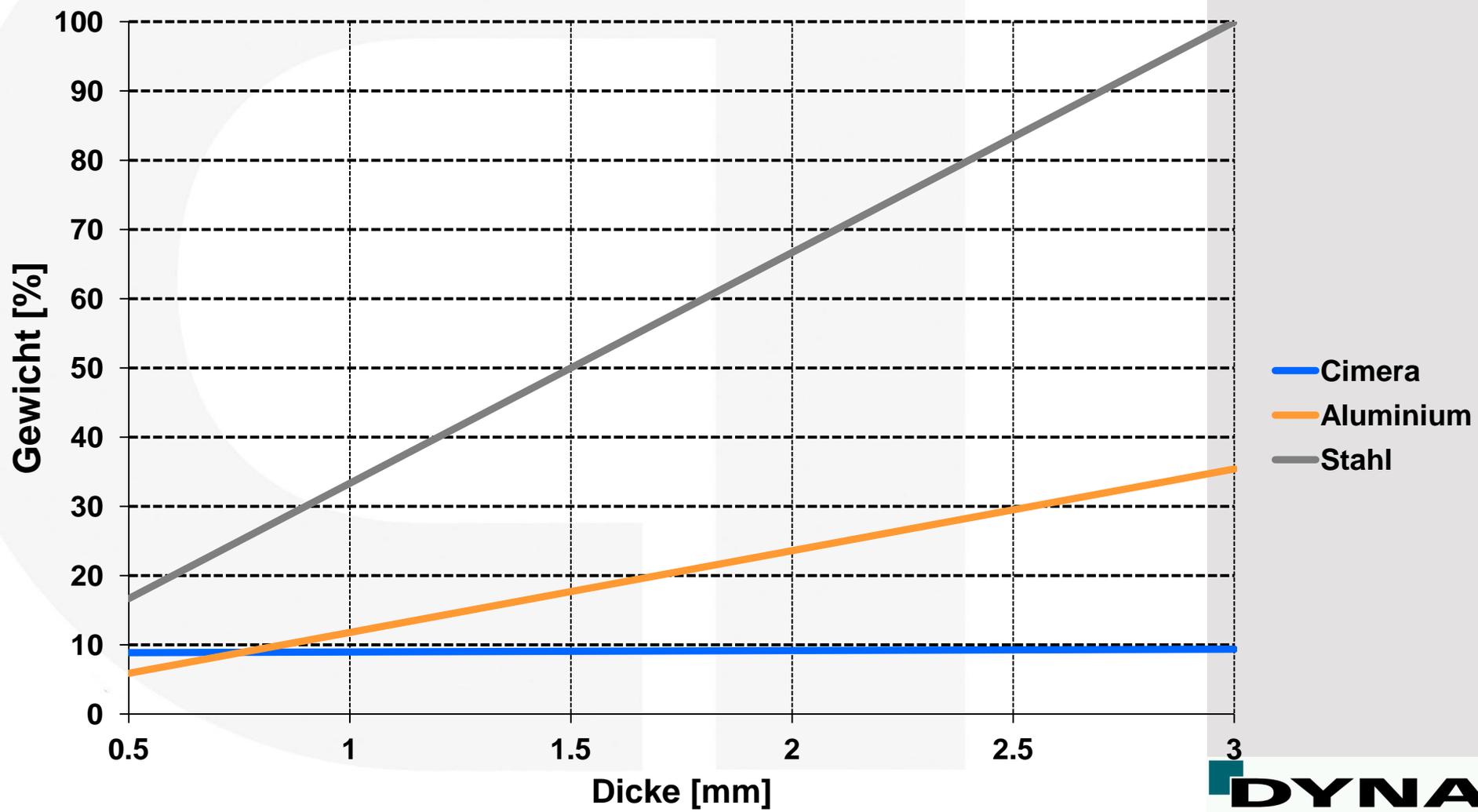
Gewichtvergleich von Platten gleicher Biegesteifigkeit



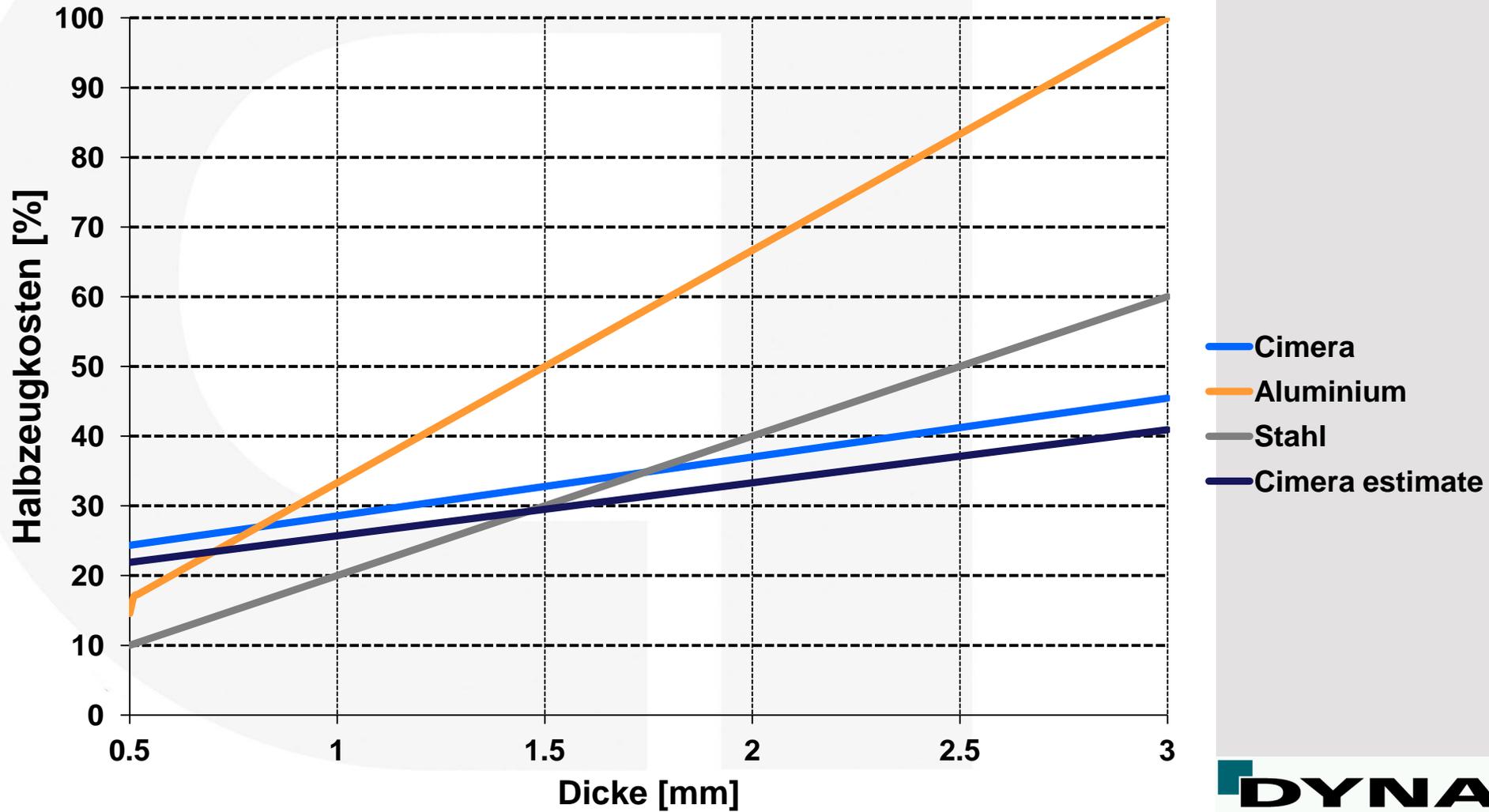
Gegenüberstellung CIMERA - Aluminium - Stahl bei gleicher Biegesteifigkeit

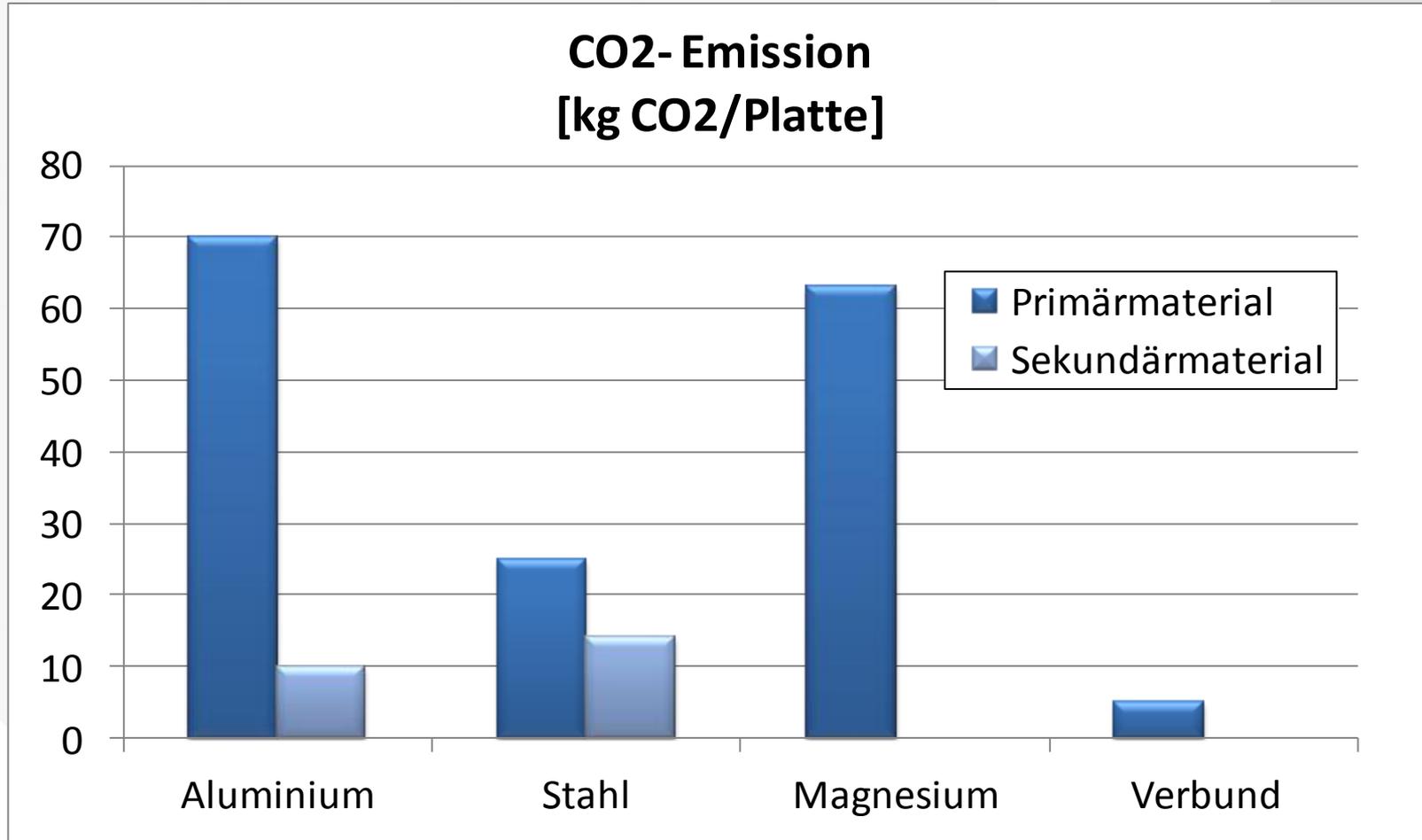


Gewicht / m² über Dicke



Kosten





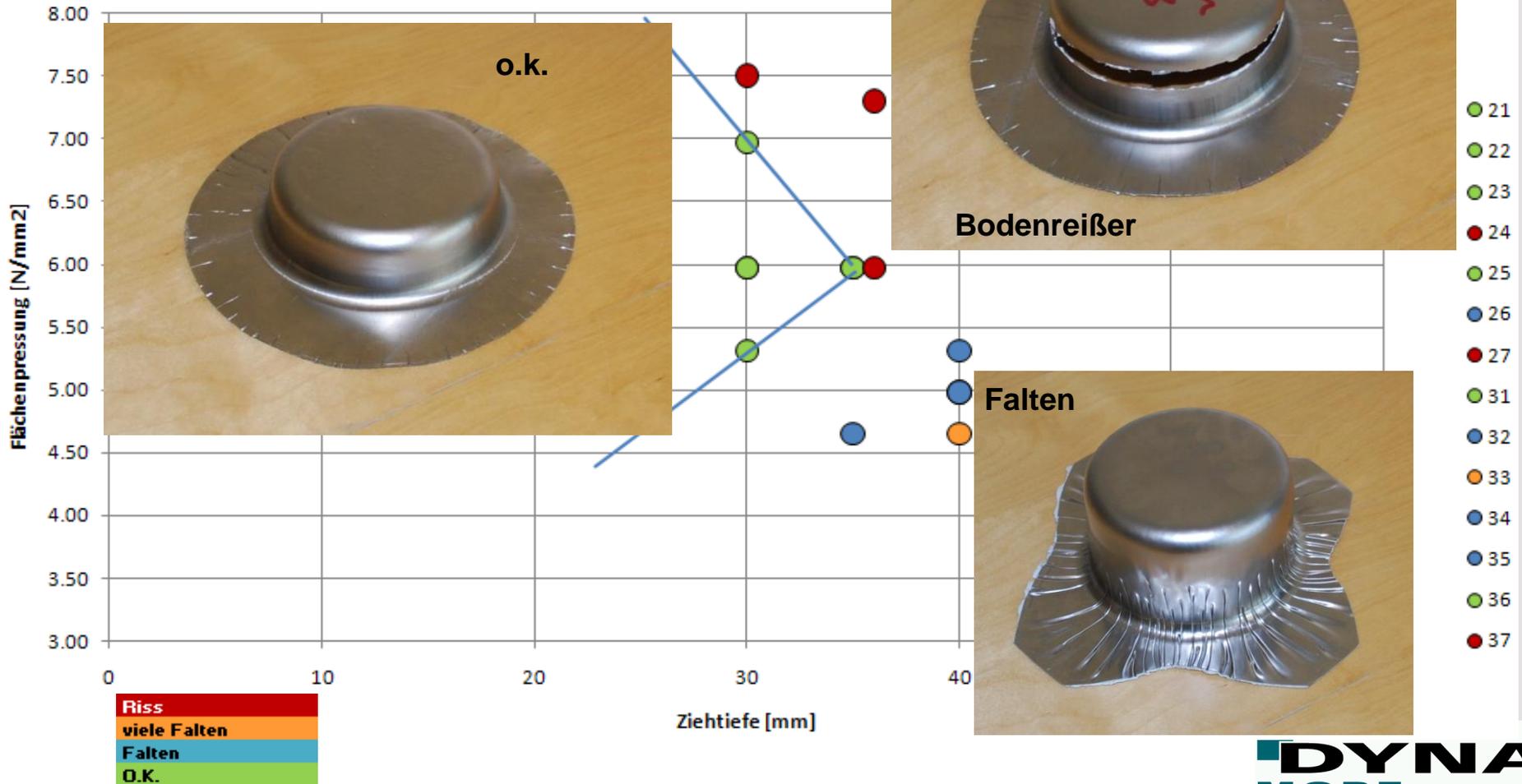
UMFORMEN

➤ **Versuchsbauteil**

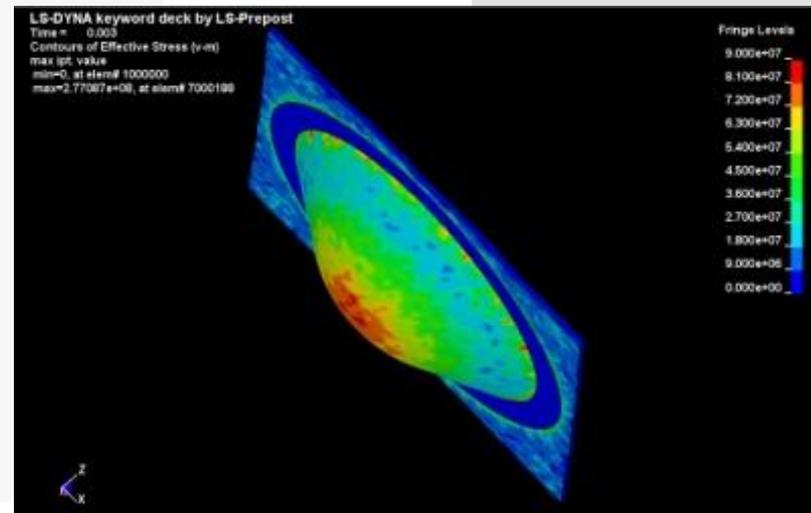
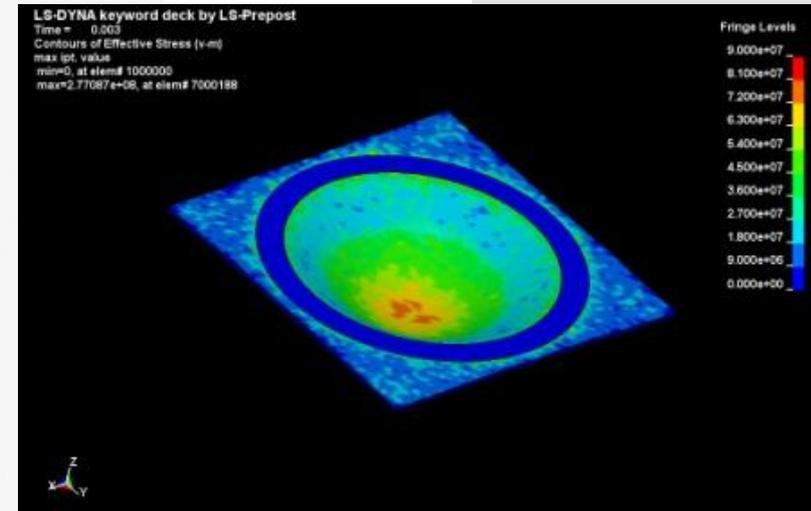
- Tiefziehen
- Streckziehen
- Dehnungen bis 40%
- Abbildung kleiner Radien möglich



➤ Arbeitsbereich



- Gesamtdickenverteilung
- Deckschichtdickenverteilung
- Steifigkeitsänderung
- Versagen der Verbindung
- Decklagenversagen
- Faltenbildung
- Versagen des Kernmaterials



➤ Entwicklung der Simulationstechnik

➤ Modellierung

- Materialmodell
- Netzgröße
- Rechenzeit

➤ Abbildung von Effekten

➤ Dehnungen

- Machbarkeitsbeurteilung
- Werkzeugauslegung

➤ Kraftbedarf

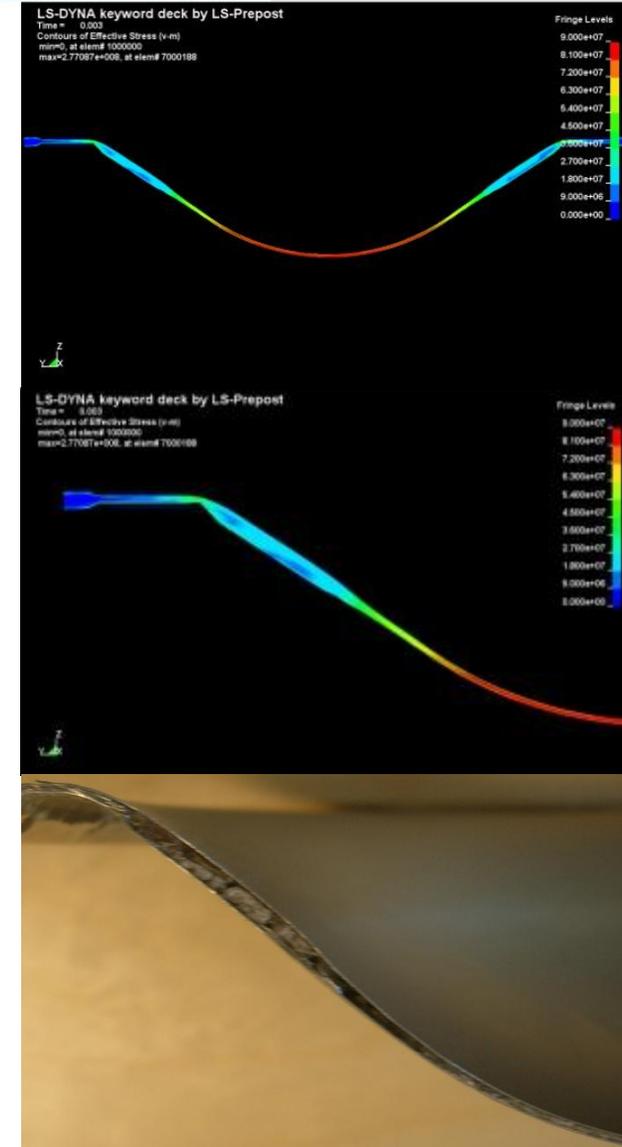
- Werkzeug- bzw. Anlagenauslegung

➤ Dickenverteilung

- Bauteilauslegung (Steifigkeit, Festigkeit)

➤ Faltenbildung

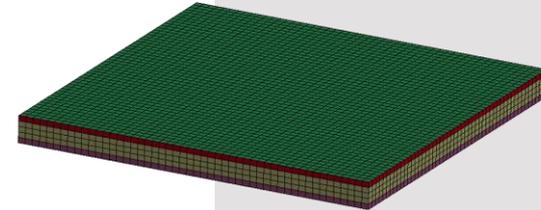
- Machbarkeitsbeurteilung
- Werkzeugauslegung



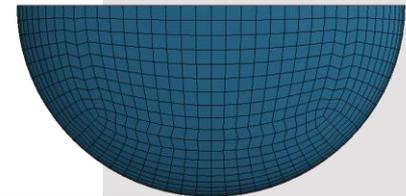
➤ Aktueller Stand der Simulationsmethodik

- Dünne Decklagen
 - Materialmodell DC04 (*MAT_24)
 - Schalenansatz
- Dicke Schaumschicht
 - Materialmodell (FOAM)
 - Mehrere Solids über der Dicke
 - Kompromiss zwischen Abbildbarkeit und Rechenzeit
- Kleberschicht
 - Aktuell nicht berücksichtigt

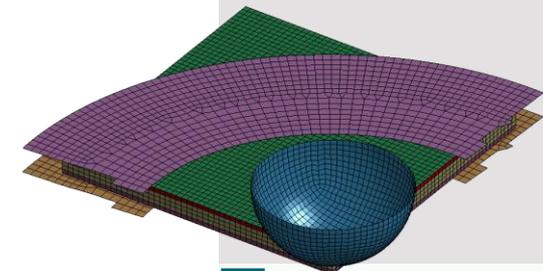
Mehrschichtverbund



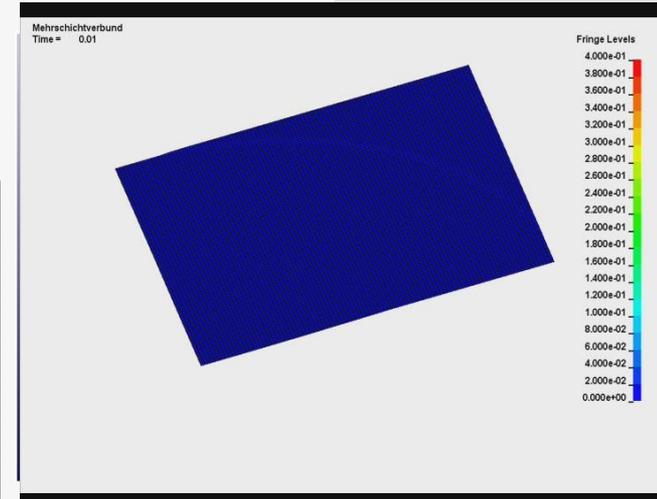
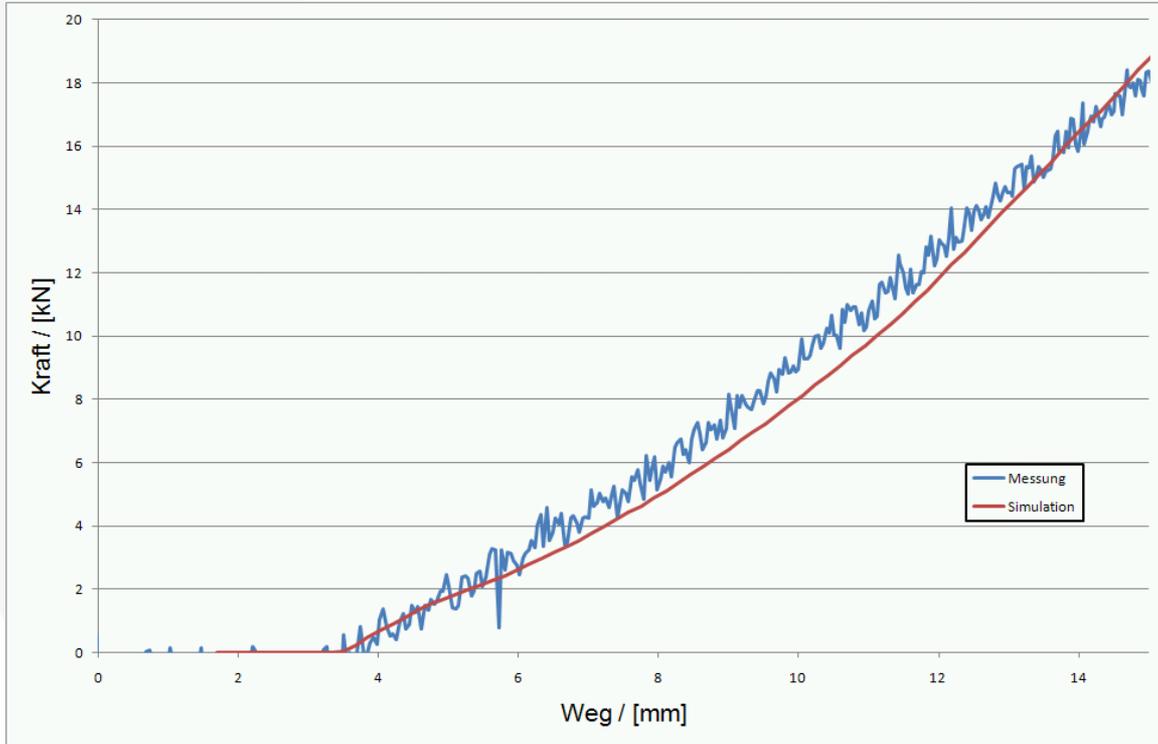
Mehrschichtverbund



Mehrschichtverbund

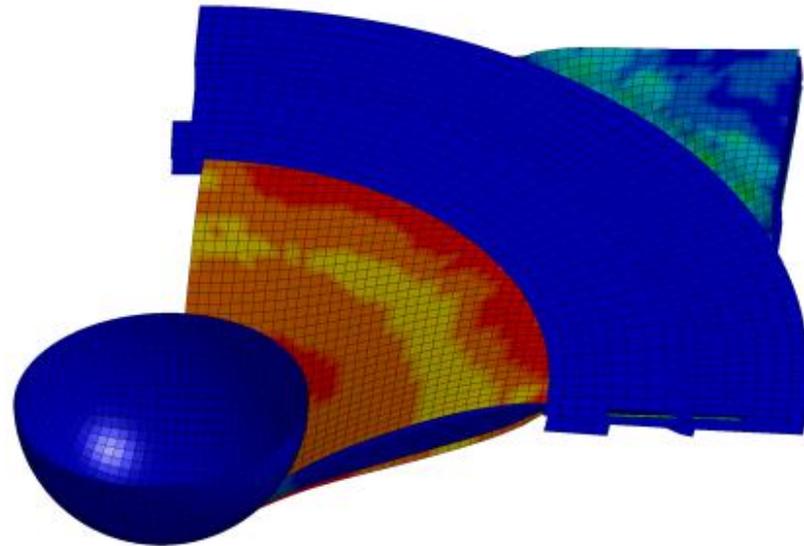
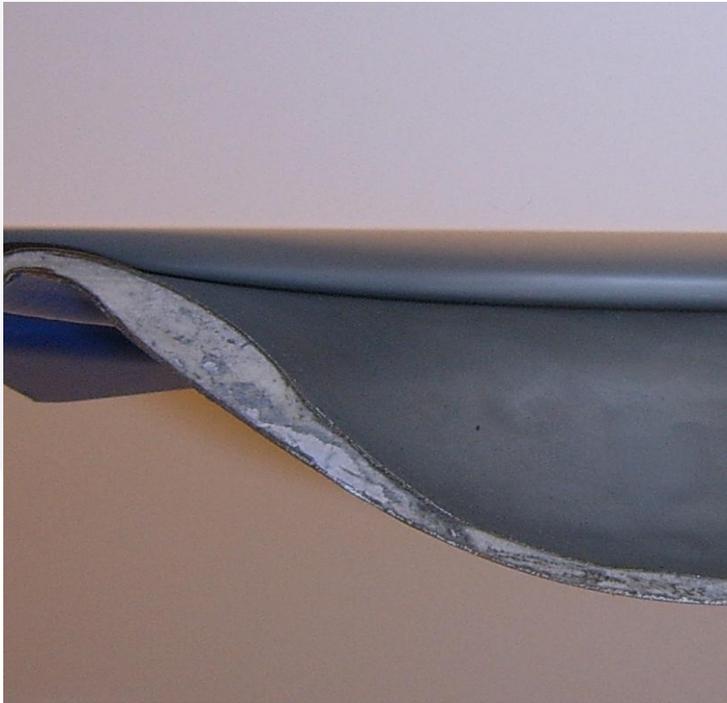


➤ Umformkraft



➤ Dickwandiger Verbund (7mm)

LS-DYNA keyword deck by LS-PrePost
Time = 0.01
Contours of Maximum Principal Stress
reference shell surface
min=-2.981e+07, at elem# 5000279
max=6.13929e+08, at elem# 7001513



MOORE



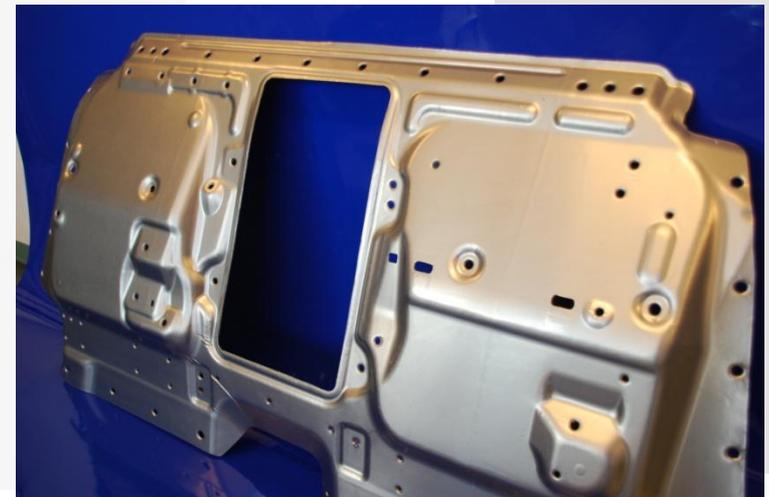
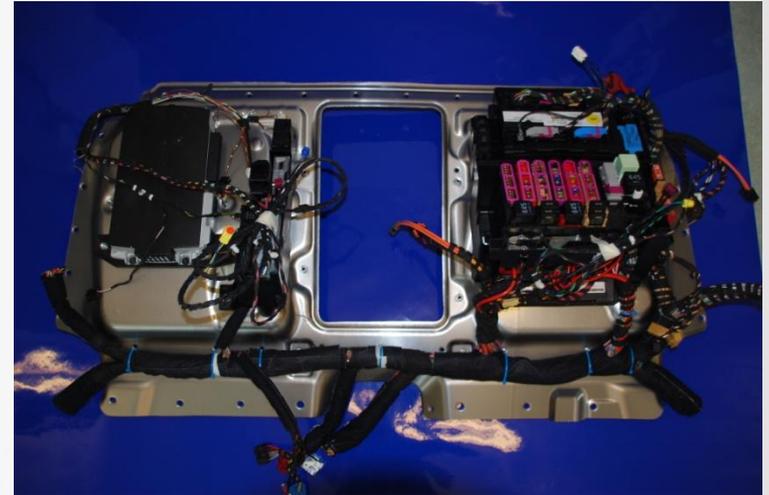
BEISPIELE



➤ Referenzmaterial: Aluminium 1,2 mm

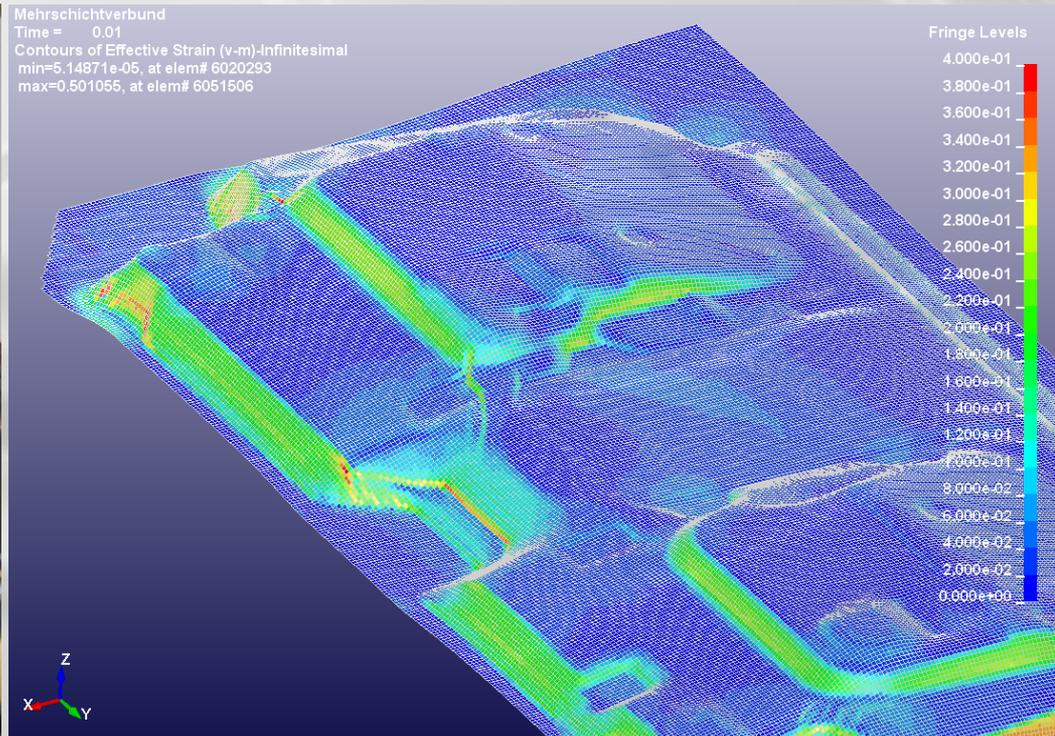
Zielsetzung:

- analoge Steifigkeit
- gleiche Dicke
- Erfüllung Test „Schutz vor Ladung“
- Erfüllung 300.000 km Test
- geringeres Gewicht
- geringere Kosten



- **Gewichtsreduktion -30%**
- **Kostenreduktion -25%**

➤ Vergleich mit der Simulation



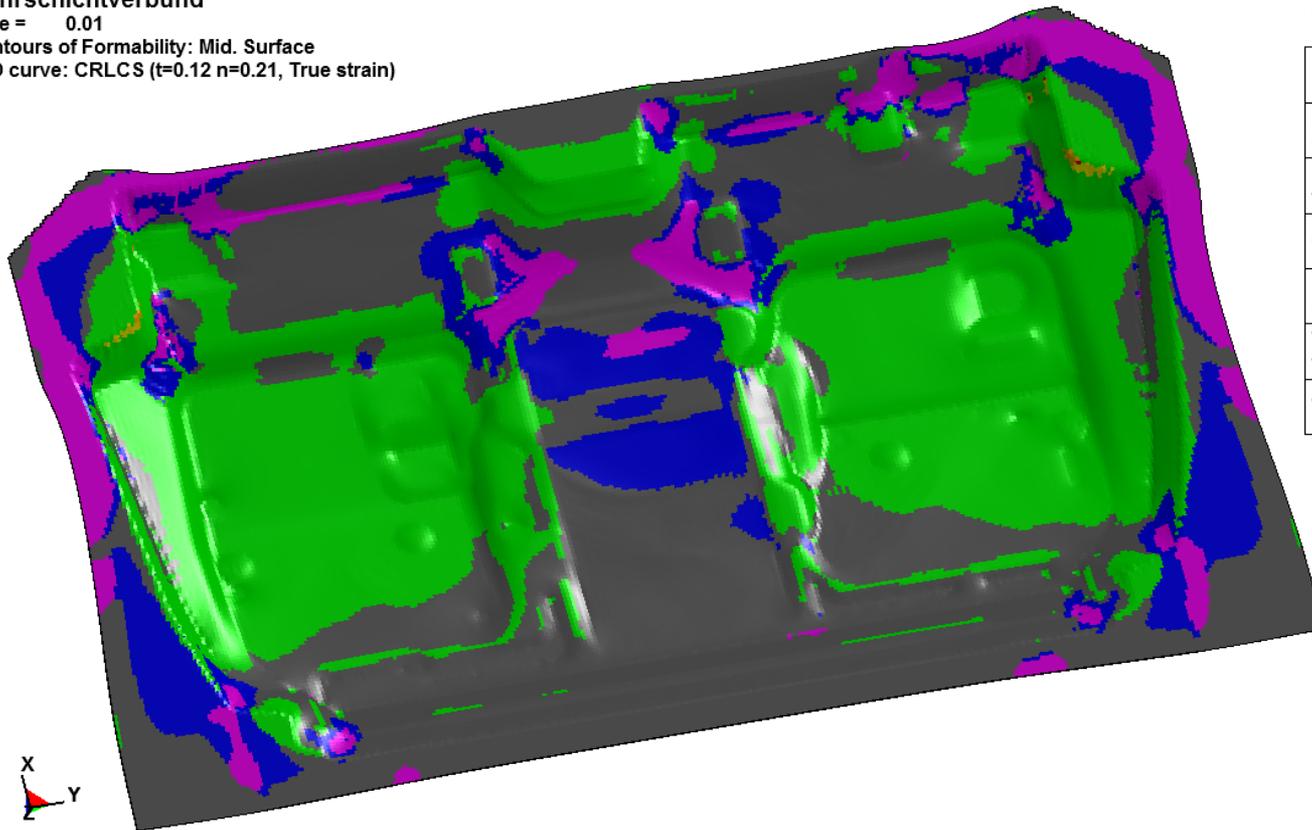
➤ FLD Analyse

Mehrschichtverbund

Time = 0.01

Contours of Formability: Mid. Surface

FLD curve: CRLCS (t=0.12 n=0.21, True strain)

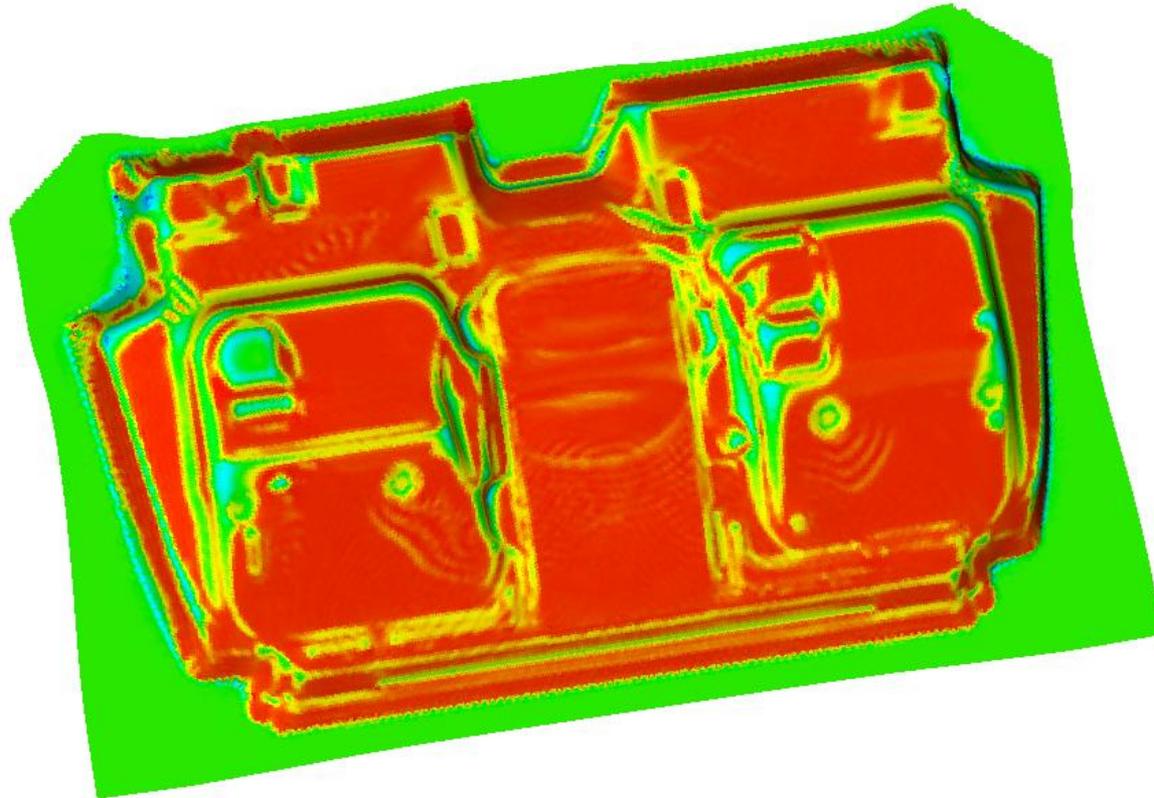


Formability key

Cracks	Red
Risk of cracks	Yellow
Severe thinning	Orange
Good	Green
Inadequate stretch	Grey
Wrinkling tendency	Blue
Wrinkles	Purple

➤ Verteilung der Gesamtdicke

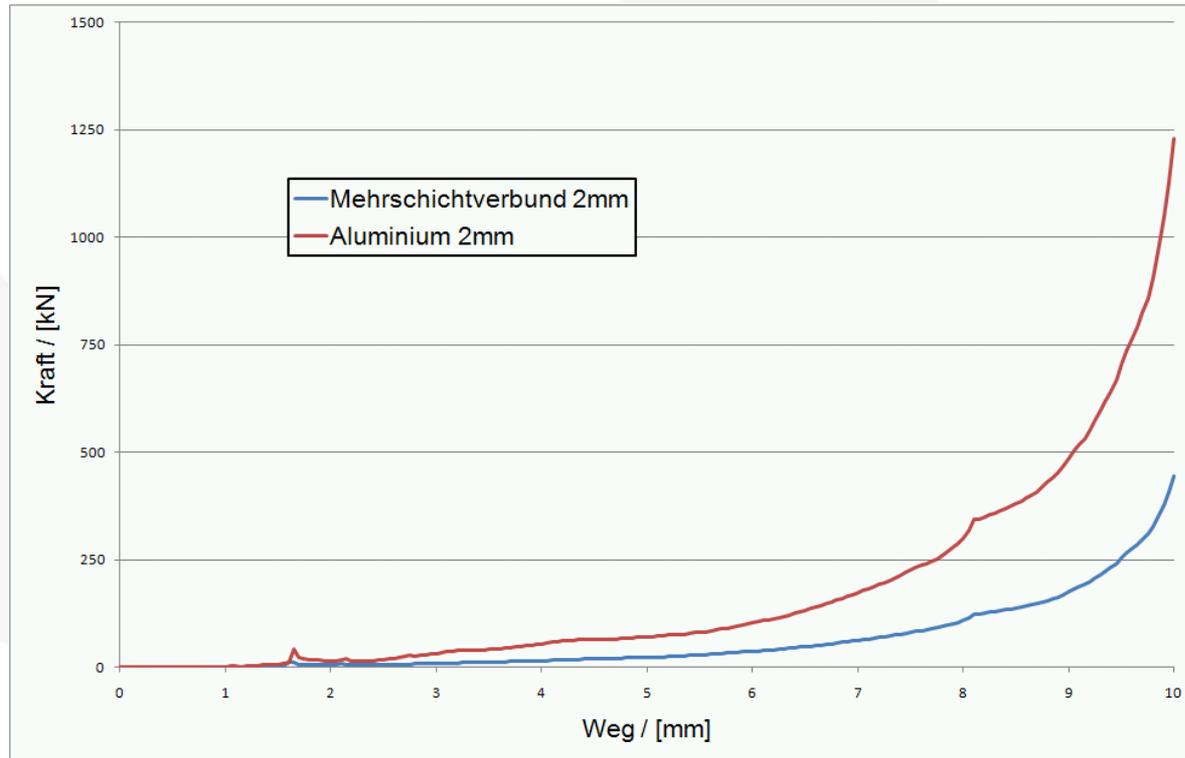
Mesh Thickness Diagnostic [mm]



➤ Umformkraft

- ca. 15% der Umformkraft im Vergleich zu Stahl
- ca. 30% der Umformkraft im Vergleich zu Aluminium

➤ Kraft-Weg Verlauf Simulation





• **Gewichtsreduktion**
-30%

• **Kostenreduktion**
-25%

• **Reduzierung der**
Sicken

Sitzpfanne

- Material: Aluminium

Zielsetzung:

- analoge Steifigkeit
- gleiche Dicke
- Verringerung der Sicken
- geringeres Gewicht
- geringere Kosten



MORE

Bestehendes Material

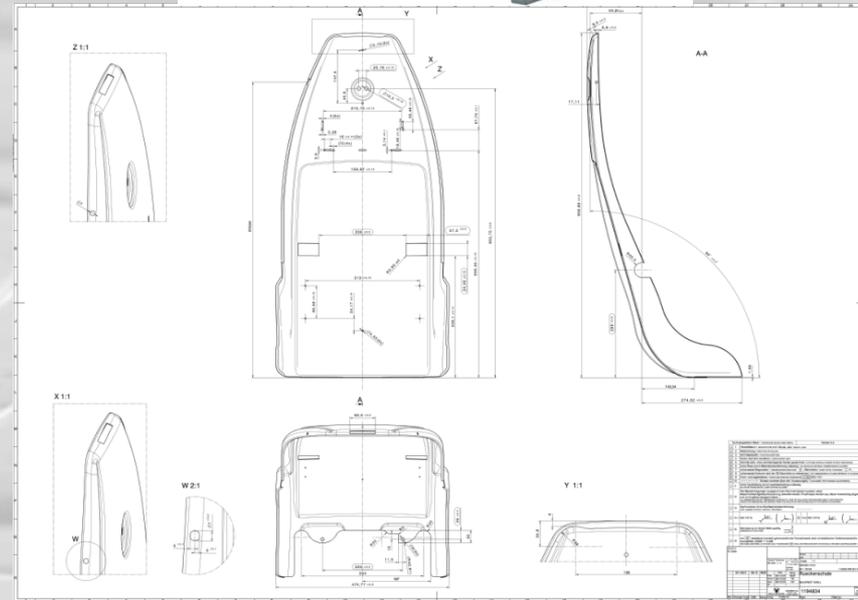
- DC04: 1.0338
- Dehnung : ~ 38%
- Materialdicke: 1 mm
- FG: 7.85 kg/m²



4a_Verbund mit analoger Steifigkeit zu 1mm Stahl

- Deckschichten DC04:
- Dehnung: ~ 40%
- Verbunddicke: 1.5 mm
- Verbundgewicht: 2.1 kg/m²

Gewicht - 73%



BEISPIEL - Kofferraumboden

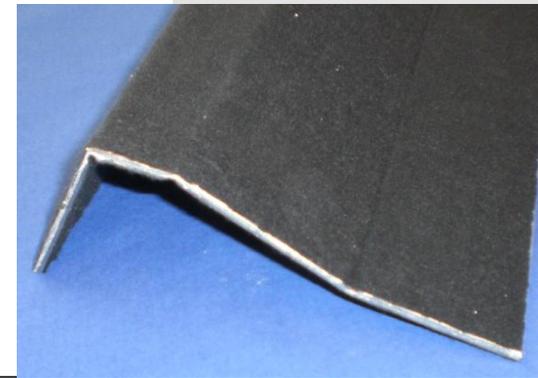
Bestehendes Material:

- PUR-Wabe mit Nadelvlies kaschiert
- Gewicht 965 g

Zielsetzung:

- analoge Steifigkeit
- Gewichtsreduktion
- Kostenreduktion
- Integration der Auflage in den Teil

- **Gewicht : – 25%**
- **Integration der Auflage noch in Entwicklung**



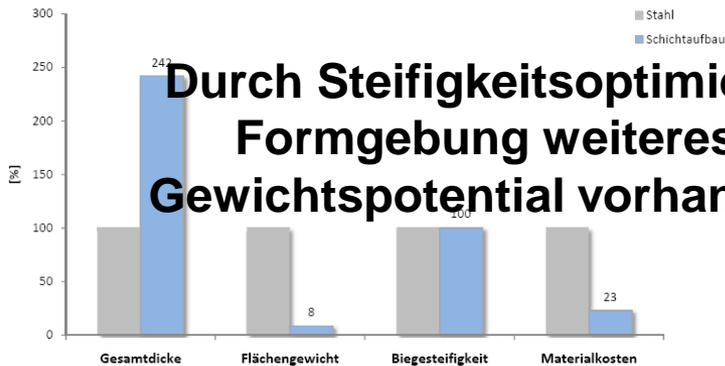
4a Gepäckraumdeckel

- Stahlverbund
- Gesamtverbunddicke: 4.2 mm
- Flächengewicht: 1.46 kg/m² → 57%



Gewicht -43%

Vergleich mit homogenen Material



Durch Steifigkeitsoptimierte Formgebung weiteres Gewichtspotential vorhanden

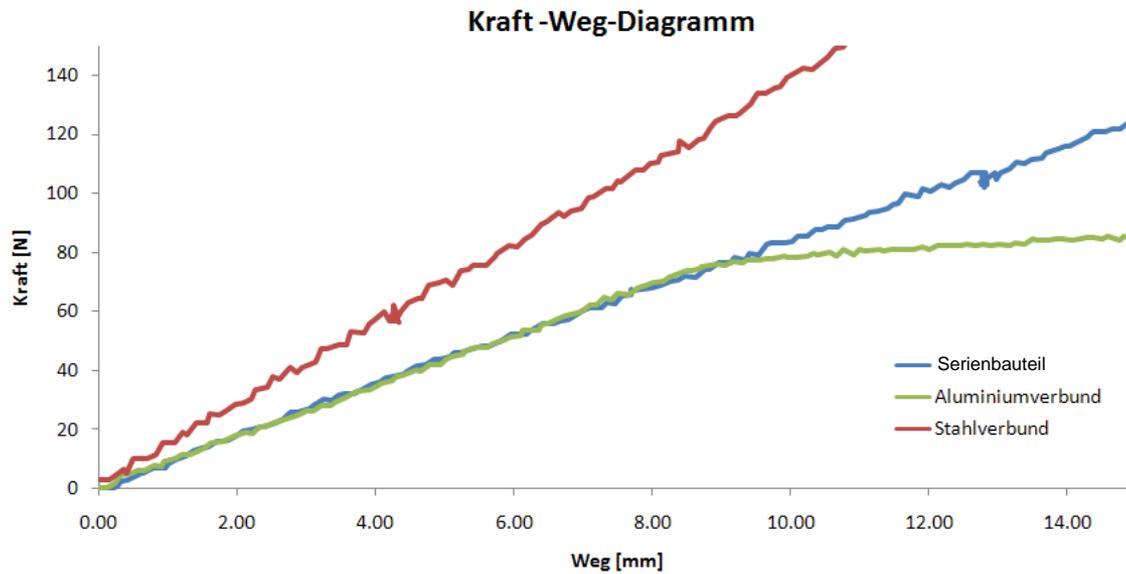
	Stahl	Schichtaufbau
Gesamtdicke	[mm] 1.73	→ 4.18
neutrale Faser	[mm] 0.87	→ 2.09
Flächengewicht	[kg/m ²] 13.58	→ 1.15
Dichte	[kg/m ³] 7850	→ 274
Biegesteifigkeit	[Nmm ²] 38509270	→ 38511058
EI / Breite	[Nmm] 90610	→ 90614
Elastizitätsmodul	[N/mm ²] 210000	→ 14888

Schichtaufbau

Schicht_1	Schicht_2	Schicht_3	Schicht_4	Schicht_5	Schicht_6	Schicht_7
Stahl	Kleber	Schaum70	Kleber	Stahl	--	--
Dicke [mm] 0.07	Dicke [mm] 0.04	Dicke [mm] 4	Dicke [mm] 0.04	Dicke [mm] 0.07	Dicke [mm] 0	Dicke [mm] 0
E-Modul [Mpa] 210000	E-Modul [Mpa] 800	E-Modul [Mpa] 150	E-Modul [Mpa] 800	E-Modul [Mpa] 210000	E-Modul [Mpa] 0	E-Modul [Mpa] 0
Dichte [kg/m ³] 7850	Dichte [kg/m ³] 1000	Dichte [kg/m ³] 70	Dichte [kg/m ³] 1000	Dichte [kg/m ³] 7850	Dichte [kg/m ³] 0	Dichte [kg/m ³] 0
Stahl	Alu PP PP-GF30 CFK-uni GFK Kleber Rohacell -- PAR	-- PP PP-GF30 CFK-uni GFK PET GFK_vlies GFK/90 Aramid0/90	Alu PP PP-GF30 CFK-uni GFK Kleber Rohacell -- PAR	Stahl	PP PP-GF30 CFK-uni GFK Kleber Rohacell -- PAR CFK	Stahl Alu PP PP-GF30 CFK-uni GFK Kleber Rohacell --
Bauteilbreite	b	[mm]	425			
Bauteillänge	l	[mm]	980			
Gesamtdicke	[mm]	4.22				
neutrale Faser	[mm]	2.11				
Flächengewicht	[kg/m ²]	1.46				
Dichte	[kg/m ³]	346				
Biegesteifigkeit	[Nmm ²]	54254877				
EI / Breite	[Nmm]	127659				
Elastizitätsmodul	[N/mm ²]	20384				
Masse	[kg]	0.608				

Stahl	0.07
Kleber	0.04
Schaum70	4
Kleber	0.04
Stahl	0.07
--	0
--	0

MORE



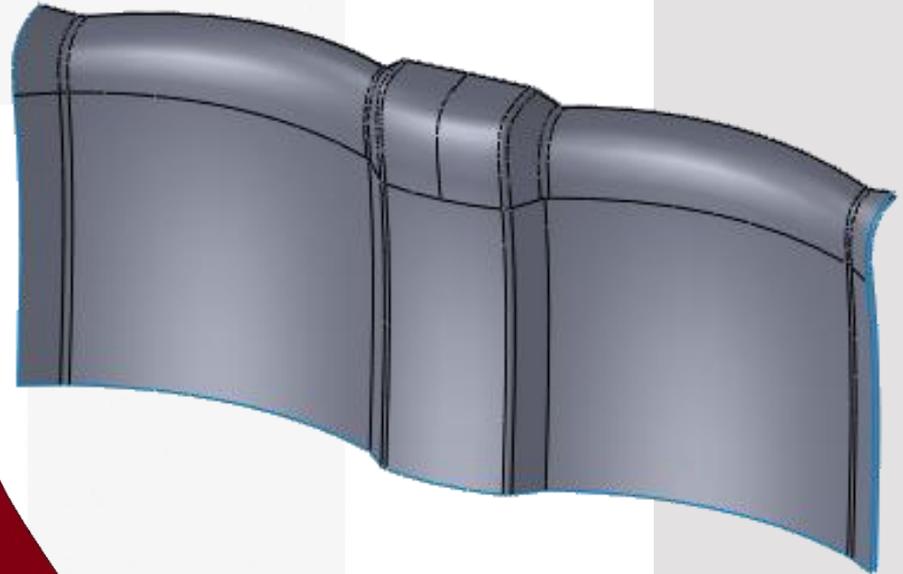
**4a Gepäckraumdeckel
Aluminiumverbund**

**Gewicht
-28,5%**

**4a Gepäckraumdeckel
Stahlverbund**

**Gewicht
-18%**

➤ **Dicke 7mm**

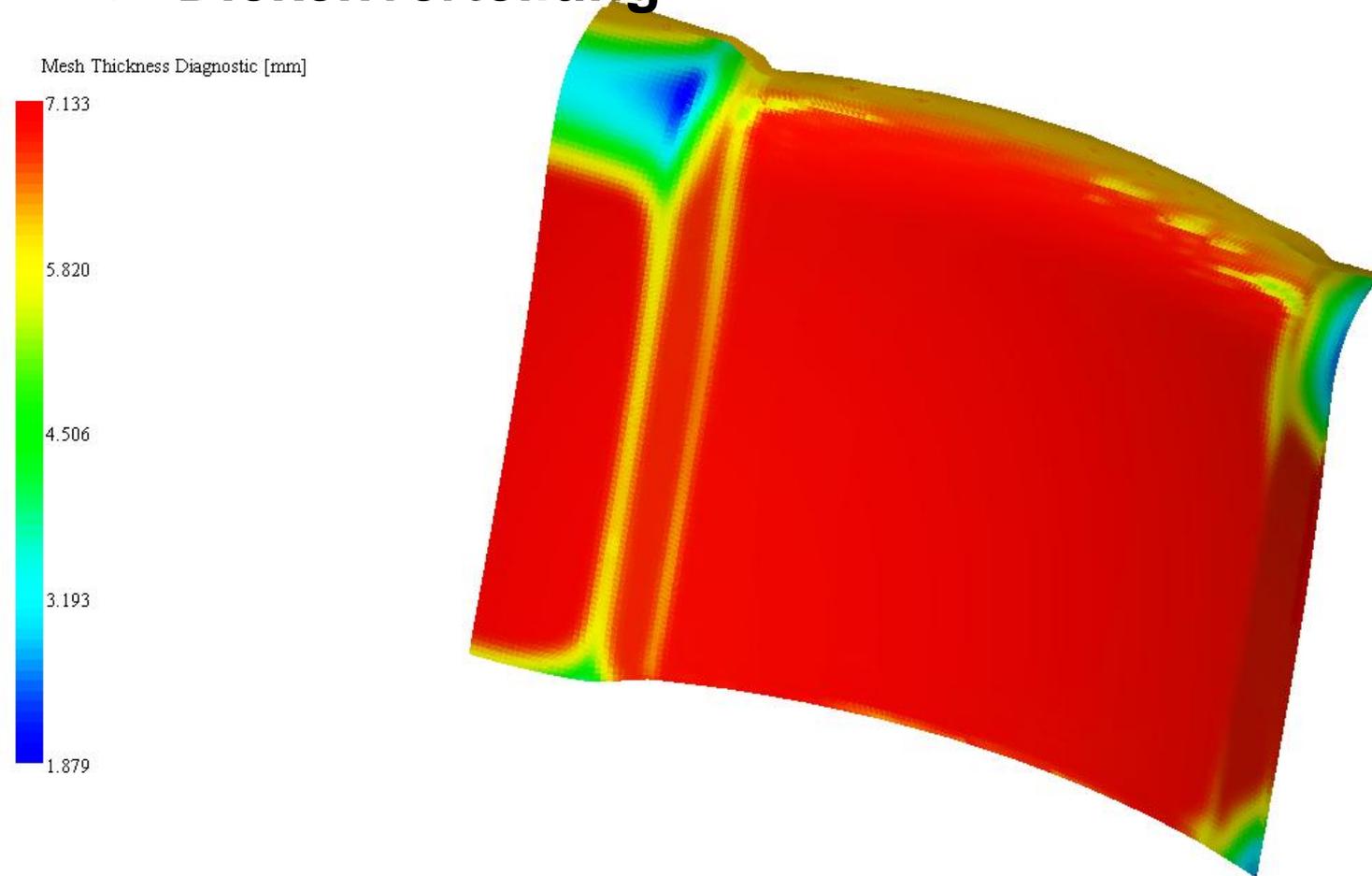


LS-DYNA keyword deck by LS-PrePost



➤ Dickenverteilung

Mesh Thickness Diagnostic [mm]

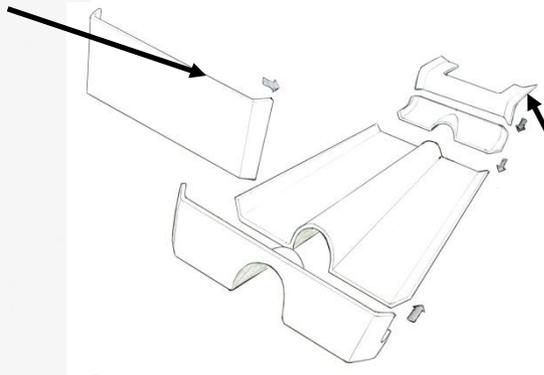


CULT - THE COOPERATIVE PROJECT FOR EFFICIENT CO₂ REDUCTION

MILA Aerolight – MAGNA STEYR Designstudie mit Leichtbaufokus auf dem Auto Salon Genf 2011



Stirnwand (Firewall)



Rückwand (RSB)

Market requirements:

... a lightweight, modern,
efficient, minimalistic lifestyle vehicle =
„The optimal material at
the optimal place“

- 49 g CO₂/km auf CNG-Basis
(ca. 2l Benzin/ 100km)
- CO₂ Neutral (Biogas)
- A-Segment (z.B. Fiat 500)
- 4-Sitzer
- Konkurrenzfähige Fahrwerte
- Zielgewicht 600kg
- Konkurrenzfähiger Preis



Cult - The cooperative project for efficient CO₂ Reduction



Production processes for light-weight materials
WWW.UNILEOBEN.AC.AT



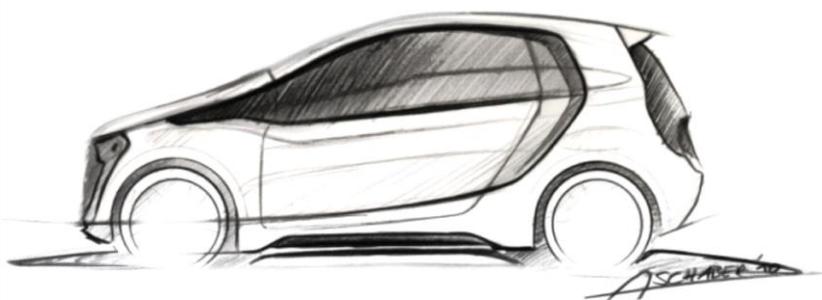
ÖGI Österreichisches Gießerei-Institut
Metallic lightweight cast materials



Aeronautic component development and production



Polymer Competence Center Leoben
Fibre-reinforced plastics



CULT (Cars' UltraLight Technologies)



Engine/transmission



Sandwich parts (CIMERA material)



Complete vehicle development and production



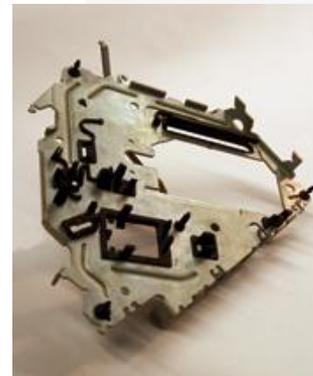
KTL-Tauglichkeit



Erfüllung Maritimer-Salzwasseranforderungen



Erfüllung Brandnormen



Outsert-Technik

- Enormes Leichtbaupotential
- Sehr hohe Steifigkeit bei niedrigem Gewicht
- Sehr gute Umformbarkeit
- Sehr gute Dämpfungseigenschaften
- Variationsvielfalt durch verschiedenen Werkstoffkombinationen

