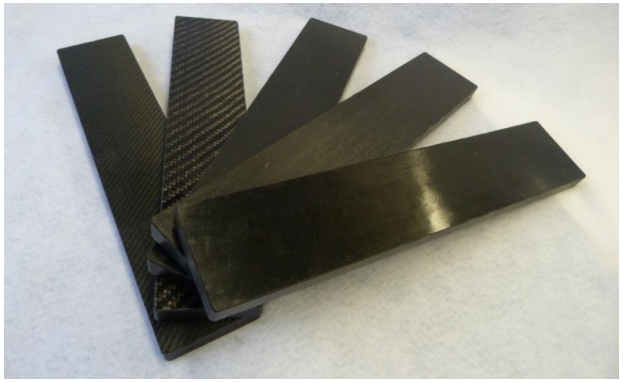
Technologietag 2017 - Leichtbau und Composites

Verfahrenstechnologie zur Herstellung von Sandwichstrukturen aus endlosfaserverstärkten Thermoplastlagen mit Spritzgusskern

Dipl.-Ing. Marcel Meyer[1]
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Nendel[1]
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. L. Kroll[1]
Dipl.-Ing. Wojciech Brymerski[2]



[1] Technische Universität Chemnitz - Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung, Reichenhainer Str. 31-33, D-09126 Chemnitz, Germany
[2] AUDI AG, D-74148 Neckarsulm, Germany

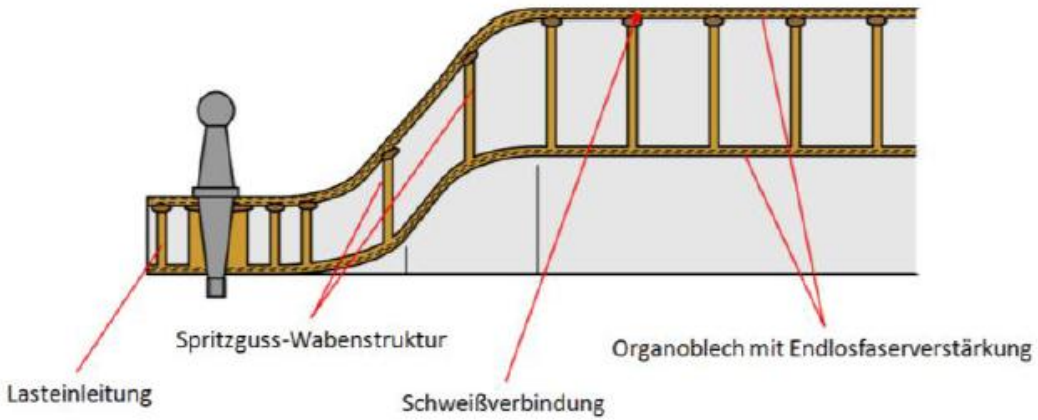
Vortragsgliederung

- Zielstellung des Projektes
- Entwicklung eines Sandwichdemonstrators und Werkzeugkonzeptes
- Prozesskette und Anlagentechnik zur Herstellung der Sandwichstrukturen
- Bauteilcharakterisierung
- Zusammenfassung und Ausblick

Zielstellung

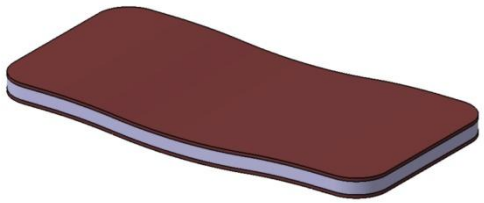
- 2-Schalenbauweise mit dicken-variablen Decklagen aus Tape- oder gewebeverstärkten Laminaten
- Weggang von einer Halbzeuglösung (Schaum etc.) für Sandwichkern-materialien zu prozessintegrierten Kernstrukturen (primär Spritzguss)

Ansatz im Projekt MAI Plast

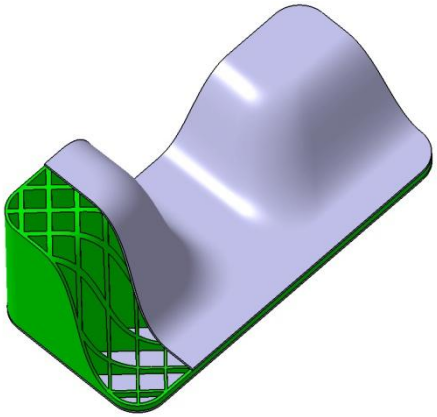


- Teilautomatisierte Verfahrenstechnologie zur Herstellung von thermoplastischen Sandwichbauteilen (optional: Insertintegration)
- Flexibles Werkzeugkonzept zur Herstellung von Kernstrukturen mit oder ohne Decklagen in unterschiedlichen Fertigungstechnologien und aus unterschiedlichsten Materialkombinationen
- Charakterisierung von vergleichbaren Sandwichstrukturen mit Decklagen aus unterschiedlichen Faser-Matrix-Systemen

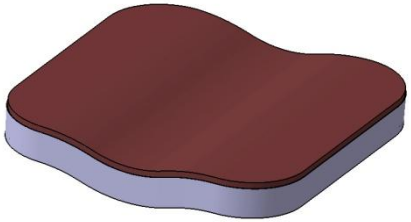
Konzepte für den Sandwichdemonstrator



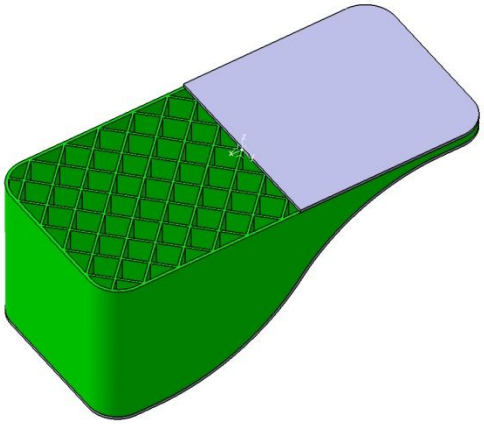
Konzept 1:
Länglich, geringe Umformgrade



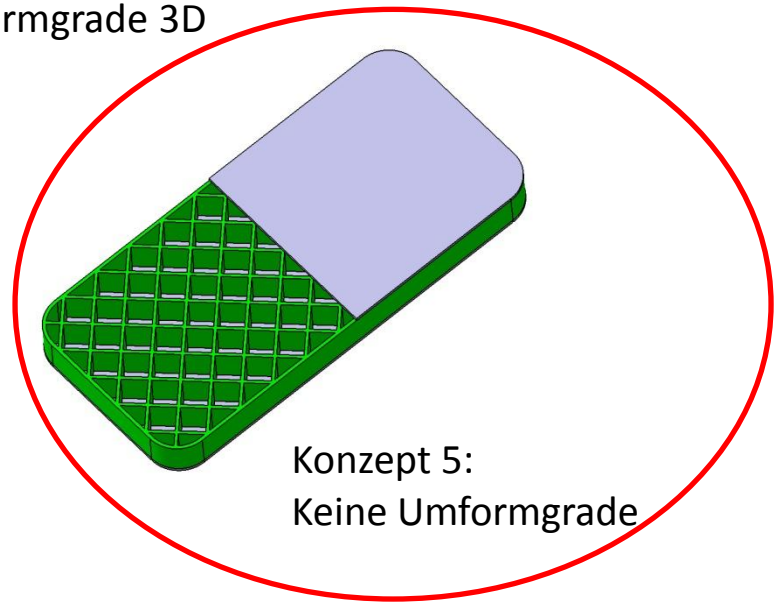
Konzept 2:
Sehr hohe Umformgrade 3D



Konzept 3:
Quadratisch, geringe Umformgrade

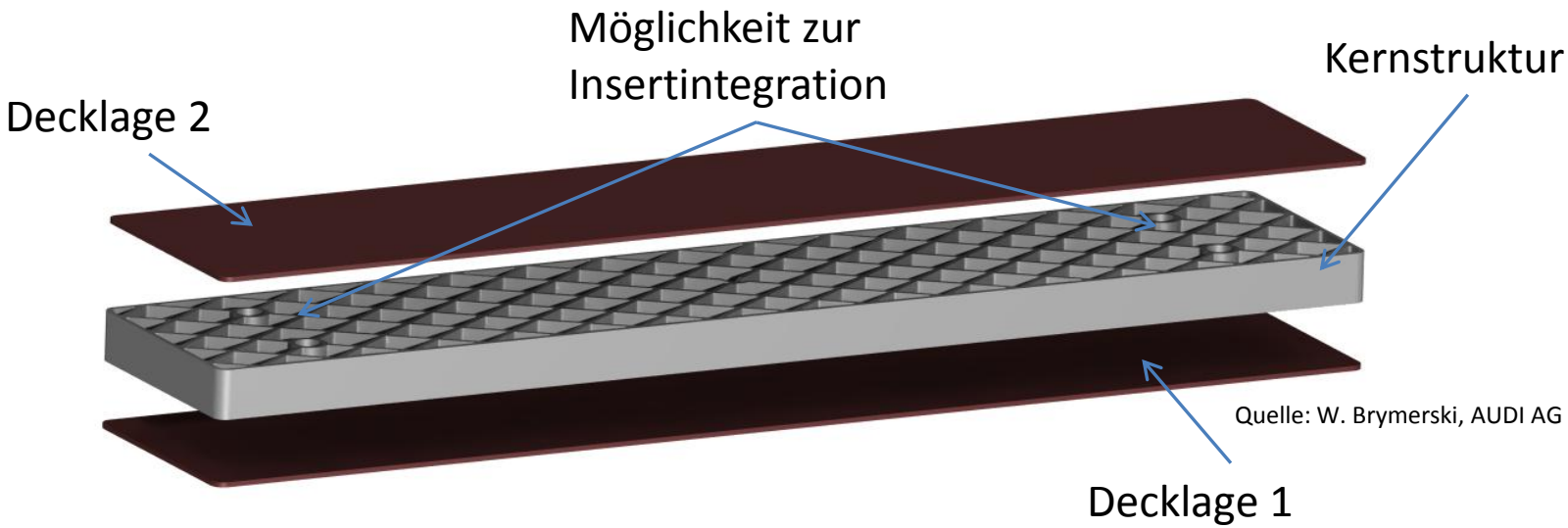


Konzept 3:
geringe Umformgrade 2D



Konzept 5:
Keine Umformgrade

Sandwichdemonstrator aus 2 Decklagen und Kernstruktur



Quelle: W. Brymerski, AUDI AG

<u>Decklagen aus Organoblechen:</u>

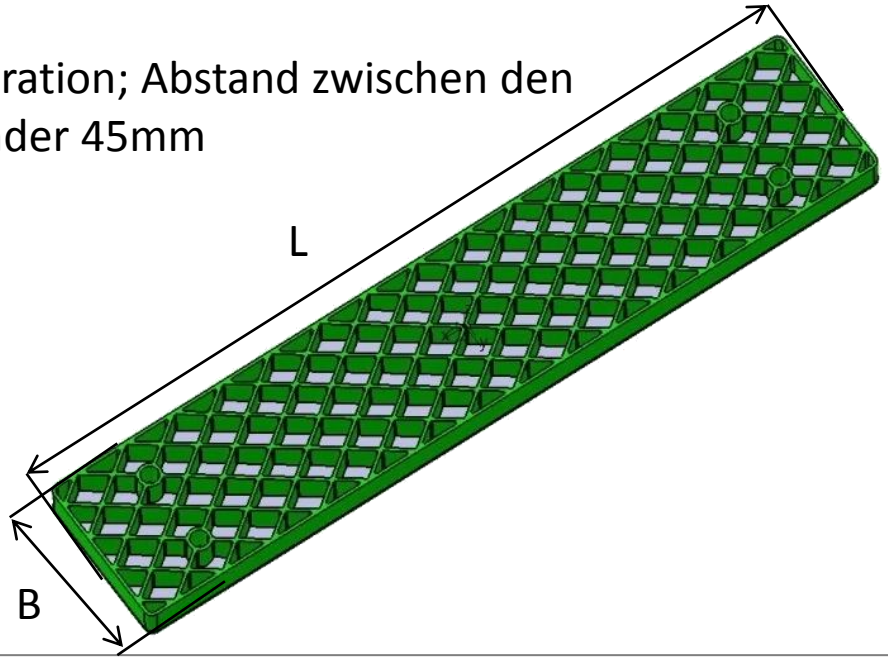
- Verschiedene Matrixsysteme (vorrangig PP, PA)
- Verschiedene Fasertypen (AF, CF, GF, BF)

<u>Kernstruktur:</u>

- Spritzguss-Rippe
- MuCell®-Spritzguss
- LFT-Pressen
- PUR-Schaum (Vollmaterial)

Abmessungen und Kernstruktur

- Bauteillänge 499mm, Bauteilbreite 100mm, Bauteildicke aktuell 20-24mm (anpassbar im Bereich von 1mm bis ca. 40mm
- fertigungs- und belastungstechnisch angepasste Rippenstruktur mit Entformschrägen
- 0° Entformschräge der äußeren Umrandung für variable Dickengestaltung der Grund- und Deckschicht von ca. 0,1mm bis 5mm
- Anpassbare Position der Dome zur Insertintegration; Abstand zwischen den Domen 396mm (Längenrichtung) und zueinander 45mm



Allgemeine Materialkombinationen

Organoblech – Spritzguss-Rippe – Organoblech

Organoblech – Press-Rippe – Organoblech

Organoblech – Wabenstruktur – Organoblech

Organoblech – Schaumkern – Organoblech

Ausgewählte Materialkombinationen zur Charakterisierung

Spritzgusskerne (100x499x20)

Material 1:

PA6-GF30

Material 2:

PA6.6-CF20

Material 3:

PA6-GF40

Material 4:

PA6 unverstärkt

Material Decklagen (100x499x2mm)

Material 1:

GF-Organoblech (PA6) (gewebeverstärkt)

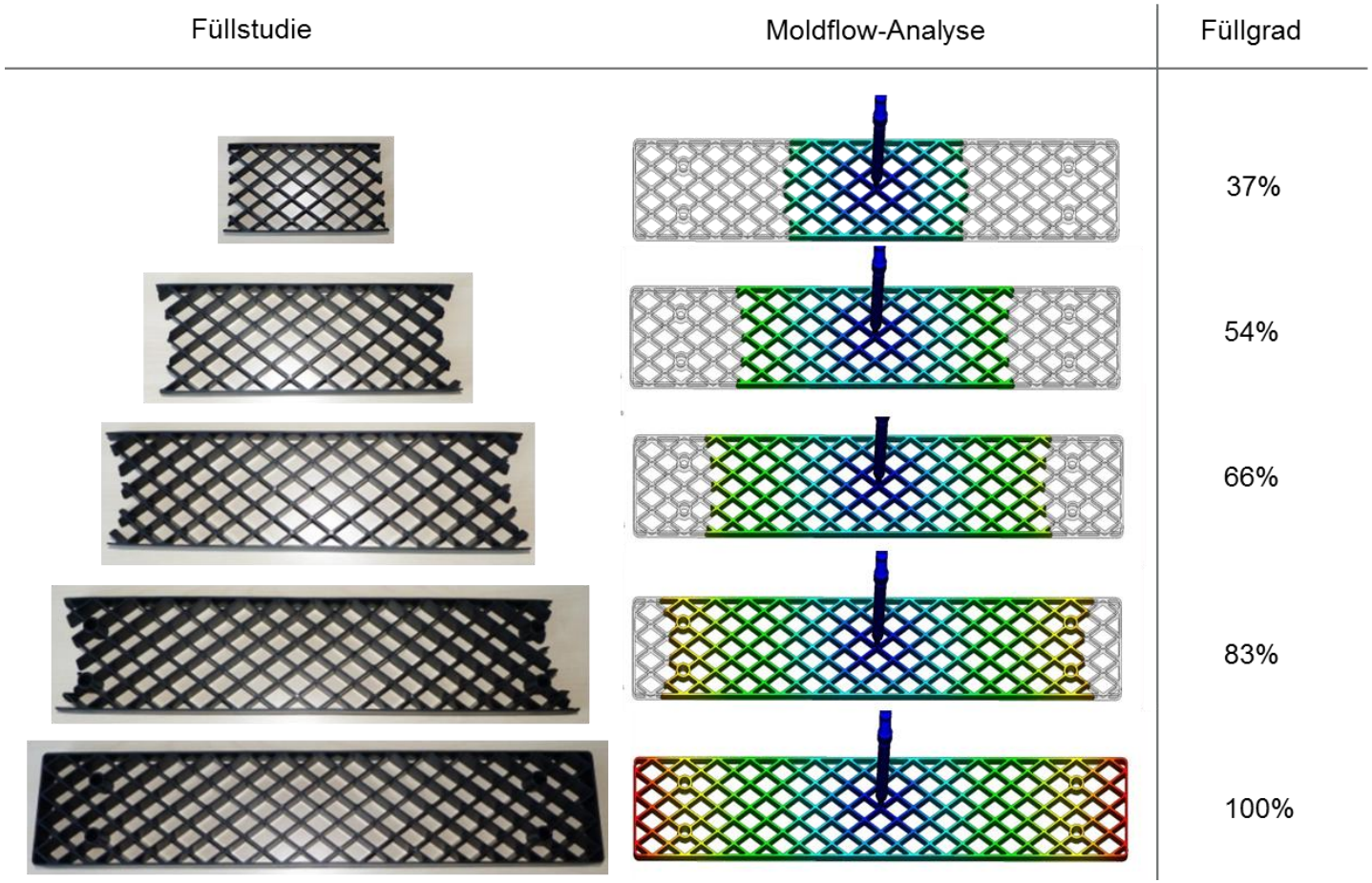
Material 2:

CF-Organoblech (PA6) (gewebeverstärkt)

Material 3:

CF Tapelaminat (PA6)

Entwicklung eines Sandwichdemonstrators
Füllverhalten Spritzguss-Kernstrukturen



Quelle: W. Brymerski, AUDI AG

Vergleich der Ergebnisse für verschiedene Füllgrade bei der Füllstudie (links) und Füllsimulation (rechts) am Wabenkern des Sandwichdemonstrators mit Material PA6-GF35

Randbedingungen

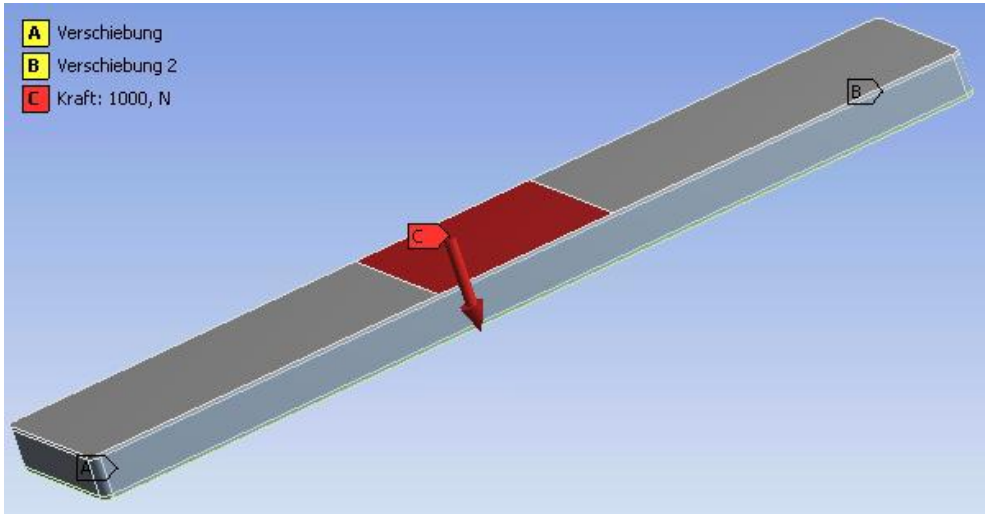
- Lagerabstand 450mm
- 1. Seite Festlager, drehbar um Auflagerlinie (A)
- 2. Loslager, fix nur in Biegerichtung (B)
- Last 1000N – zentral auf einer Fläche 100x100mm verteilt (C)
- Materialkennwerte:

  Spritzguss-Kunststoff :

  E-Modul 9.000MPa

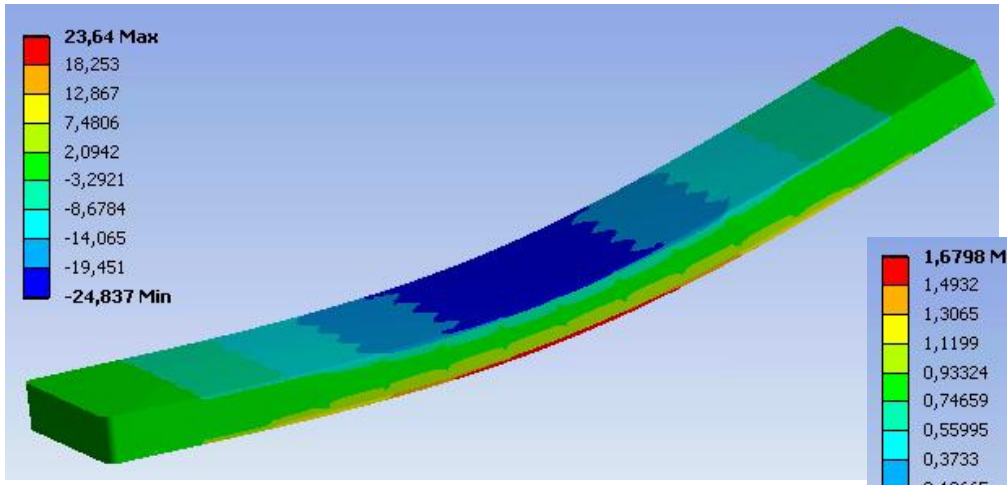
  FKV:

  E-Modul 22.400 MPa

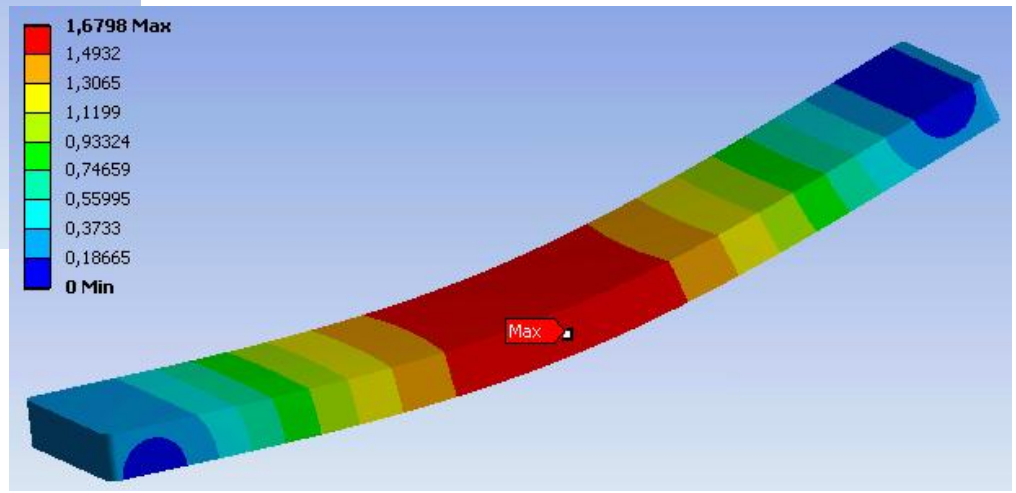


Ergebnisse der Überschlagsberechnung:

- Max. Zugspannungen: 23,64 MPa
- Max. Druckspannungen: -24,8 MPa
- Gesamtverformung/Durchbiegung: 1,7 mm

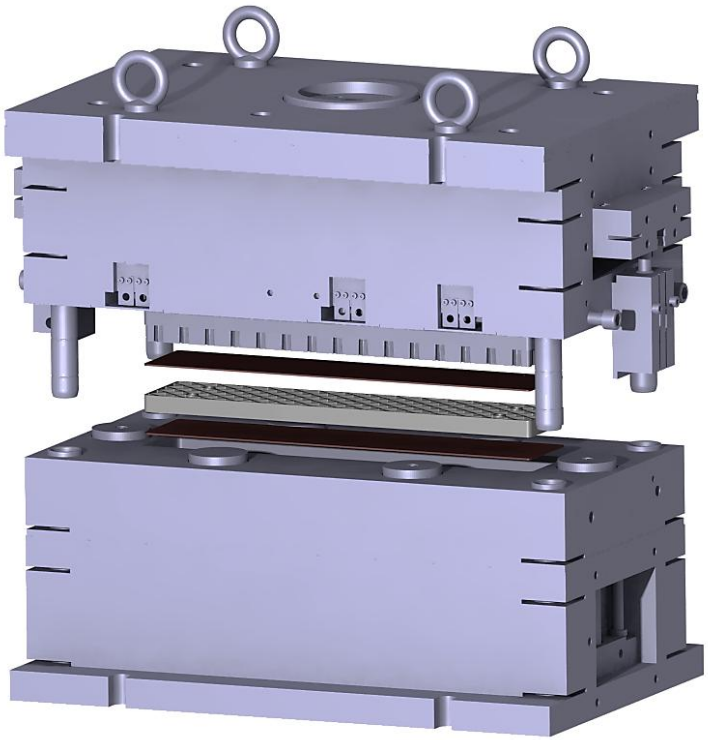


Normalspannung [MPa]

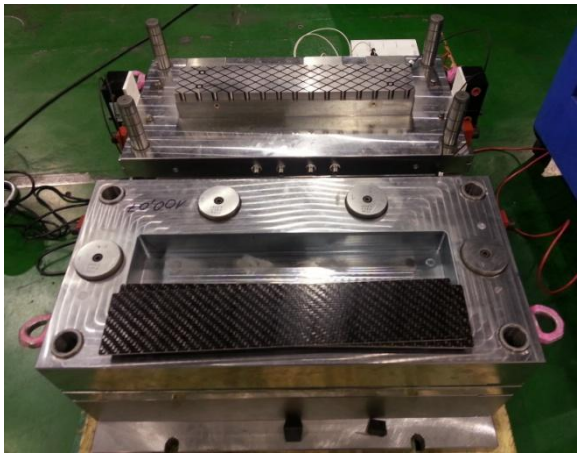


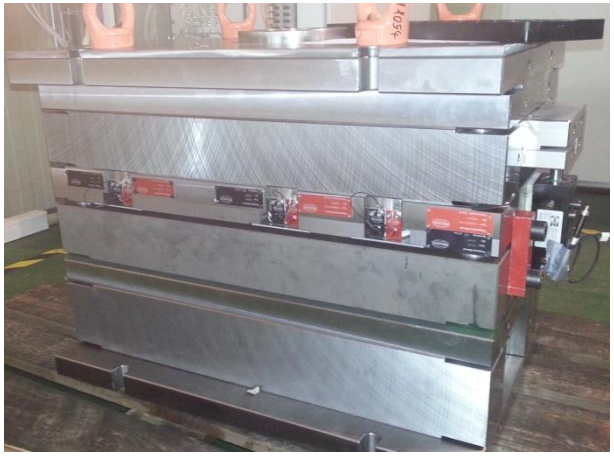
Gesamtverformung [mm]

Entwicklung eines Versuchswerkzeugs



Quelle: W. Brymerski, AUDI AG

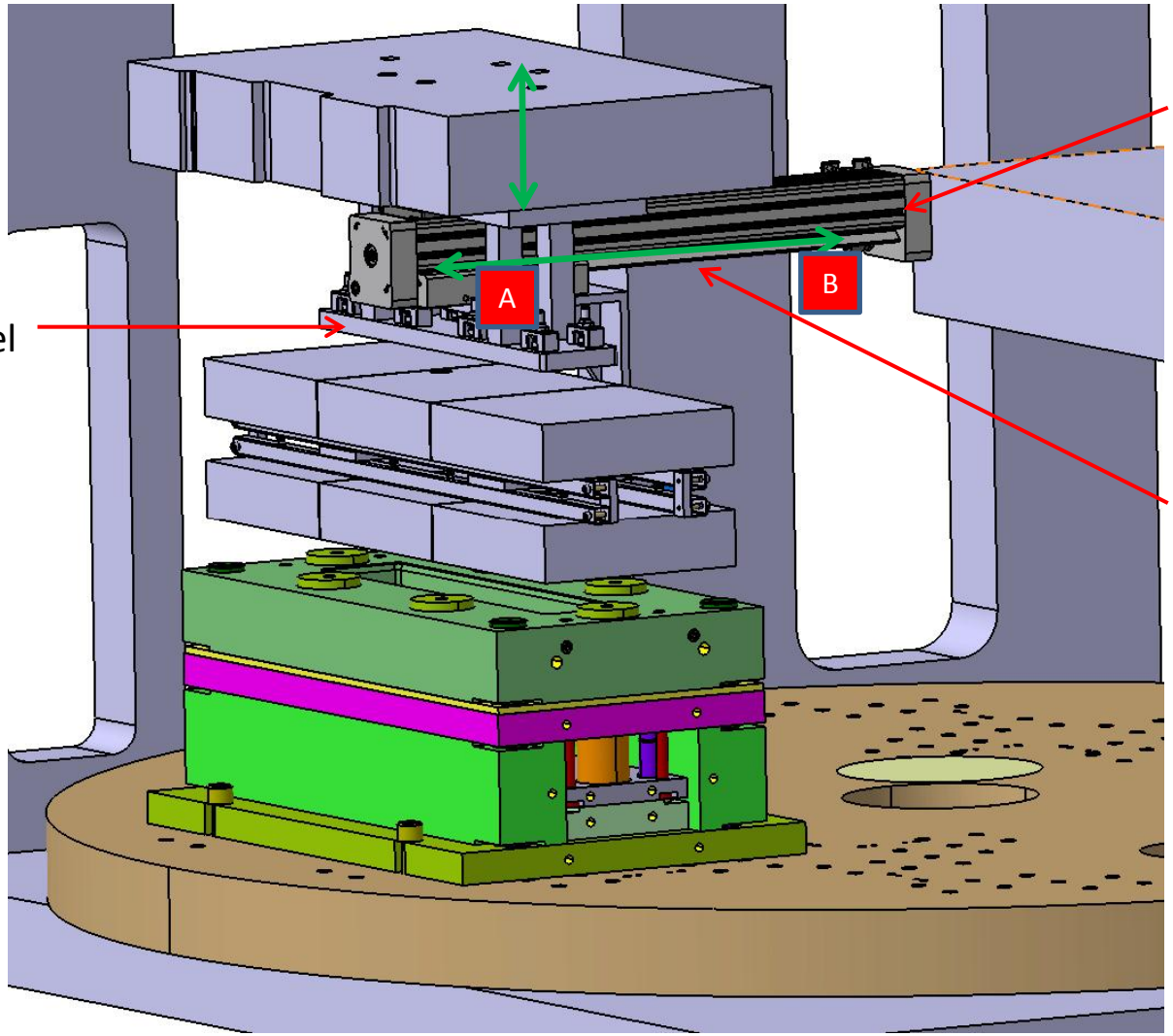




Zur Fertigung des Sandwichdemonstrators mit variablen Deckschichten kam ein Tauchkantenwerkzeug zur individuellen Anpassung der Bauteildicken zum Einsatz

Fertigungszelle mit Aufheiz- und Pressstation (im Vordergrund) und Spritzgießstation (im Hintergrund) an der TU Chemnitz/SLK

Entwicklung einer automatisierten Prozesskette
Installation der Anlagentechnik



Pneumatik-zylinder

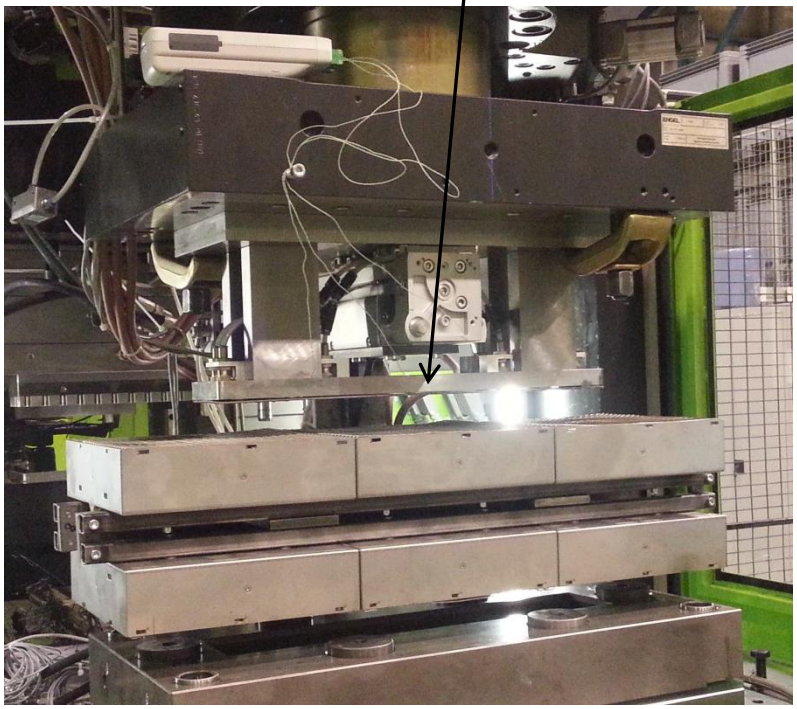
Press- und Fixierstempel Deckschicht

Verfahrbewegung
A: Heizposition
B: Pressposition

Versuchsaufbau Aufheizvalidierung

FKV-Decklage (Unterform)

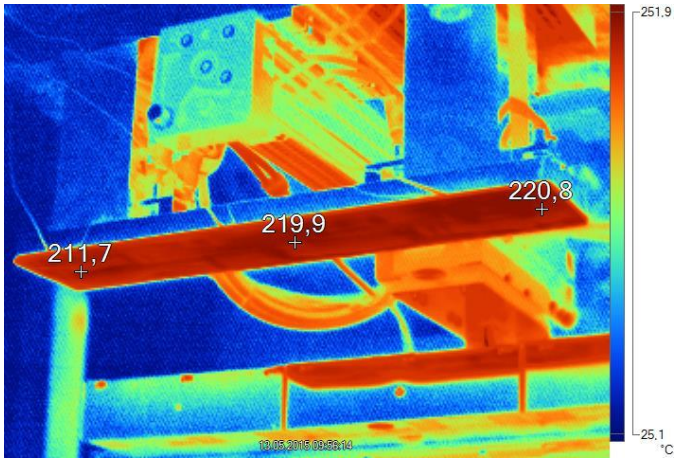
FKV-Decklage (Oberform)

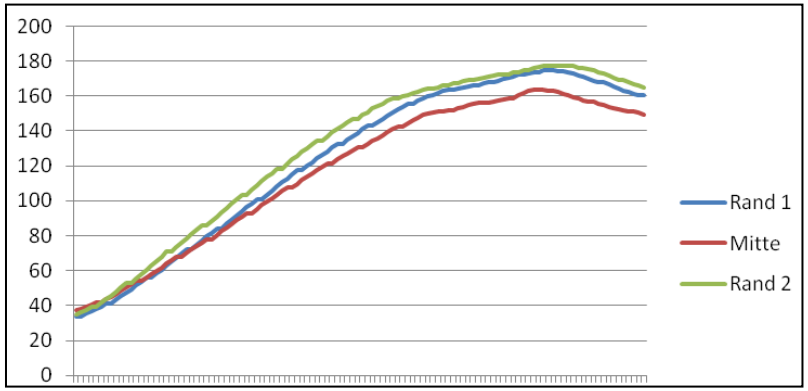


T1, links, 50mm vom Rand
T2, mittig, 249,5mm vom Rand
T3, rechts, 50mm vom Rand

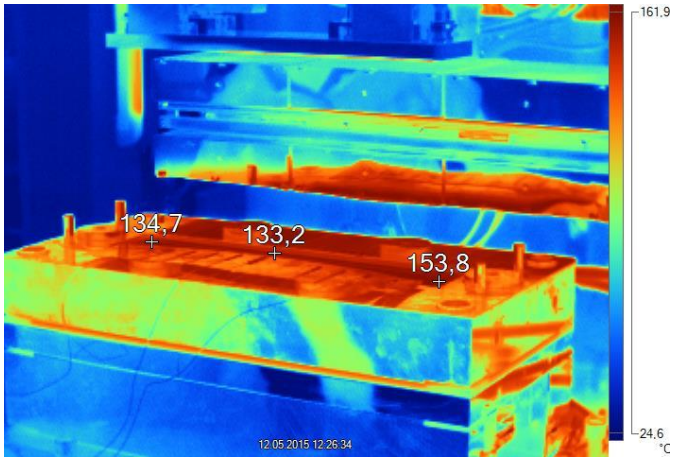
Ergebnisse des Aufheizverhaltens der Wärmebildkamera und Temperatursensoren

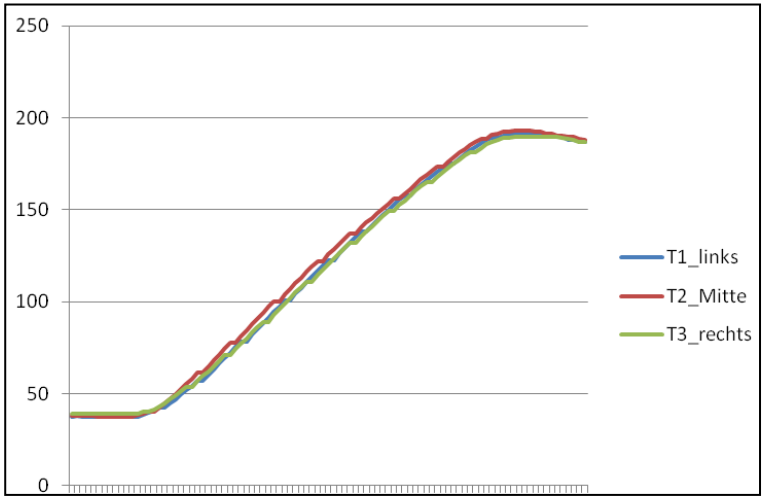
FKV-Decklage (Oberform)





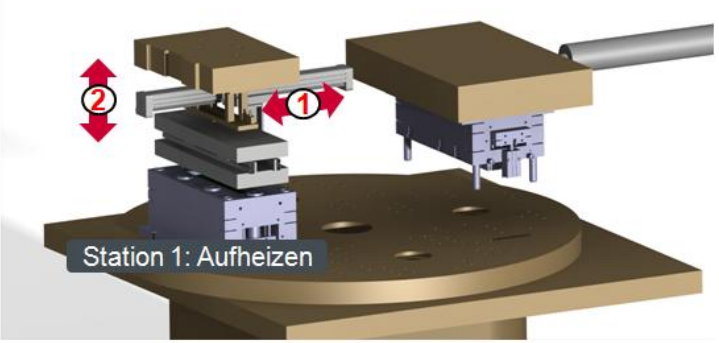
FKV-Decklage (Unterform)





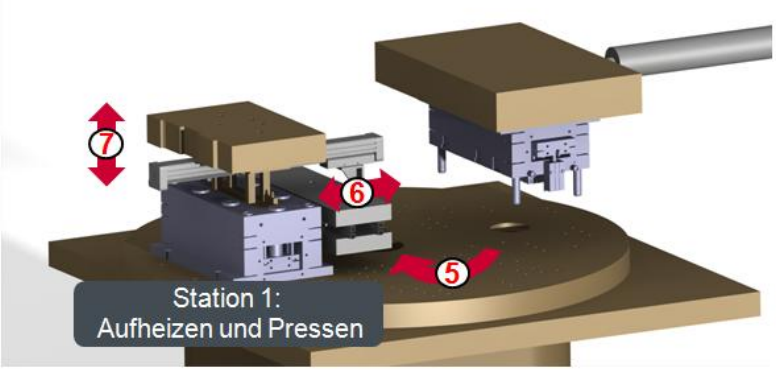
Geschlossene Prozesskette auf der Rundtischanlage mit Spritzguss- und Pressstation

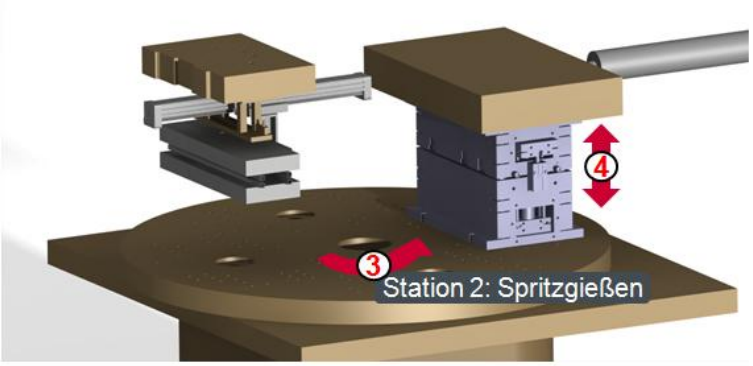
1. Positionierung beider FKV-Decklagen in Vorrichtung und Werkzeug



2. Aufheizen der ersten FKV-Decklage mit unterem IR-Strahler

5. Fügen der zweiten FKV-Decklage mit der Wabenstruktur



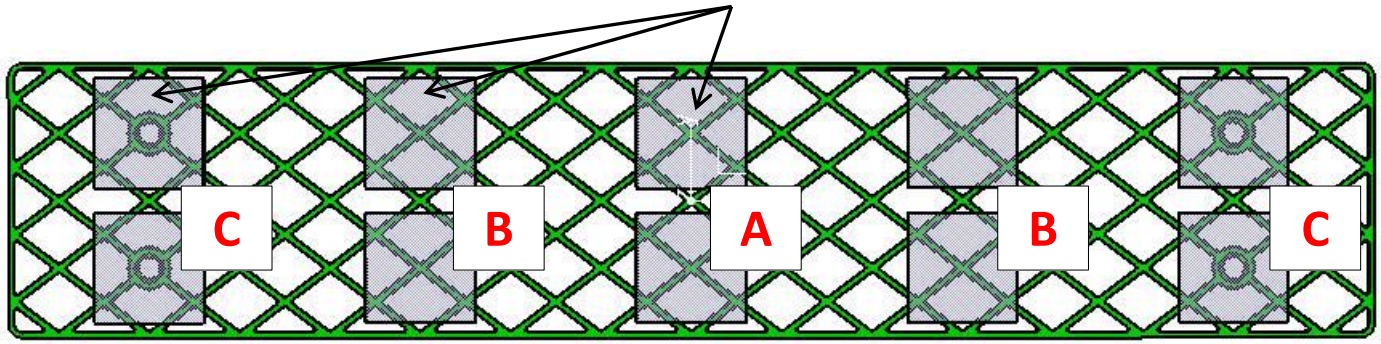


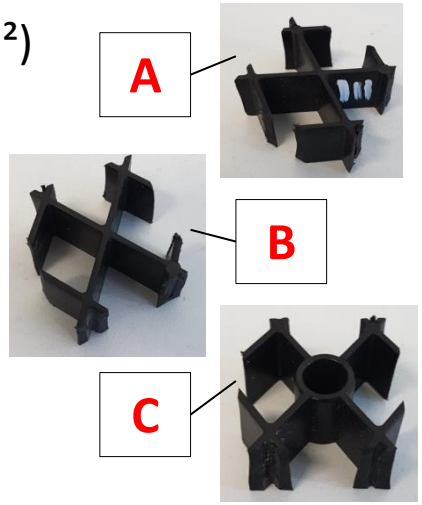
4. Aufheizen der zweiten FKV-Decklage und der Wabenstruktur mit beiden IR-Strahlern

3. Tisch um 180° drehen und Anspritzen der Wabenstruktur

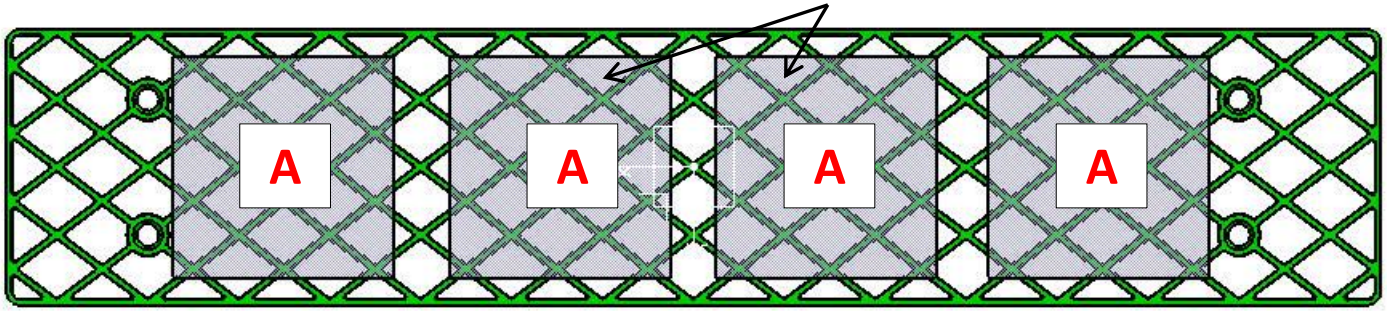
Entnahme der Proben aus den Kernstrukturen

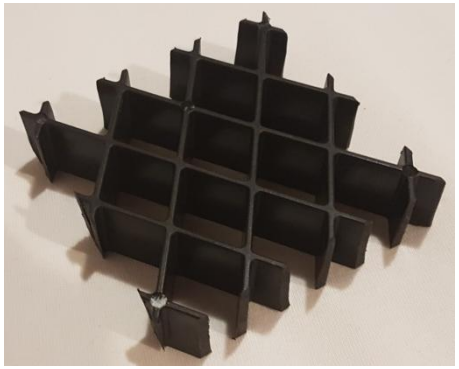
Entnahmepositionen der Druckprüfkörper klein (40x40x20mm; 1600mm²)



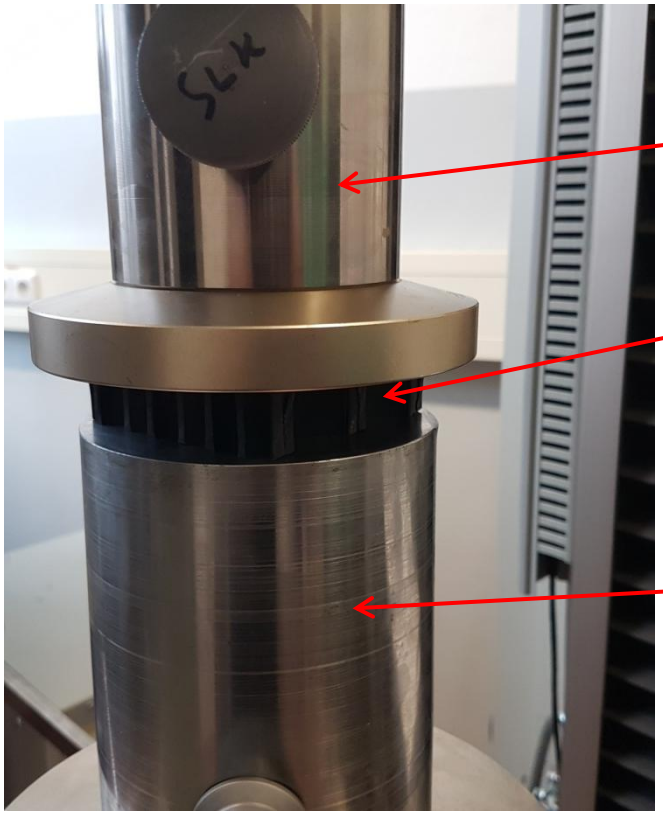


Entnahmepositionen der Druckprüfkörper groß (80x80x20mm; 6400mm²)





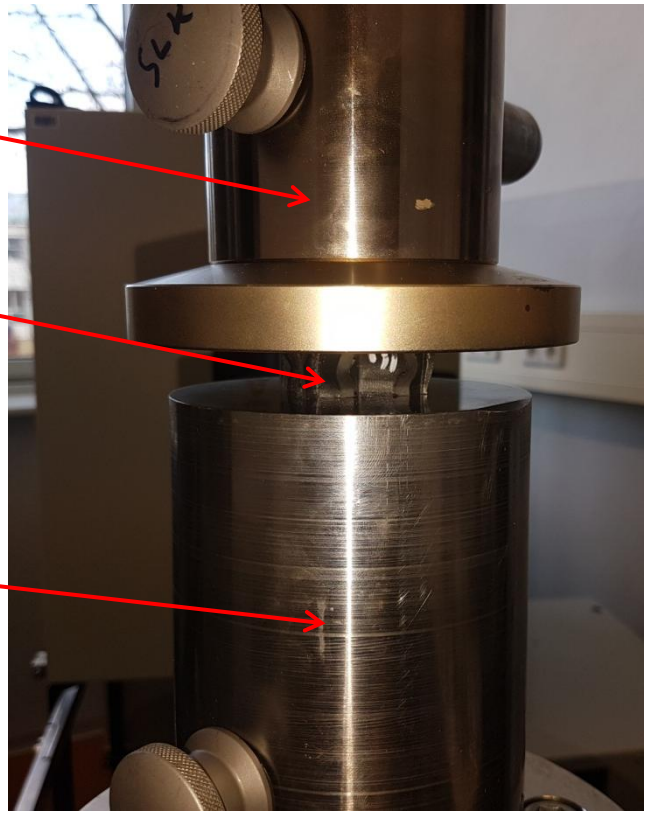
Prüfaufbau für Druckprüfung der Kernstrukturen



Druckstempel

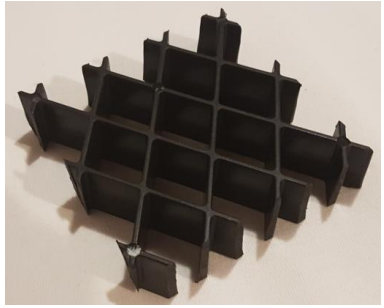
Probe groß/klein

Grundplatte feststehend

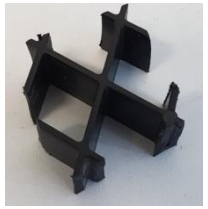


Ergebnisse Druckprüfung

Kern-Material	Dichte (kg/m³)	Druckfestigkeit [MPa]	Druckmodul [MPa]
PA6-GF35	301	8,22	72,6
PA6-CF20	269	9,59	90,7
PA6-GF40	311	8,2	69,1
PA6 unverstärkt	249	6,43	51,7
Airex T90.210	210	3,8	170

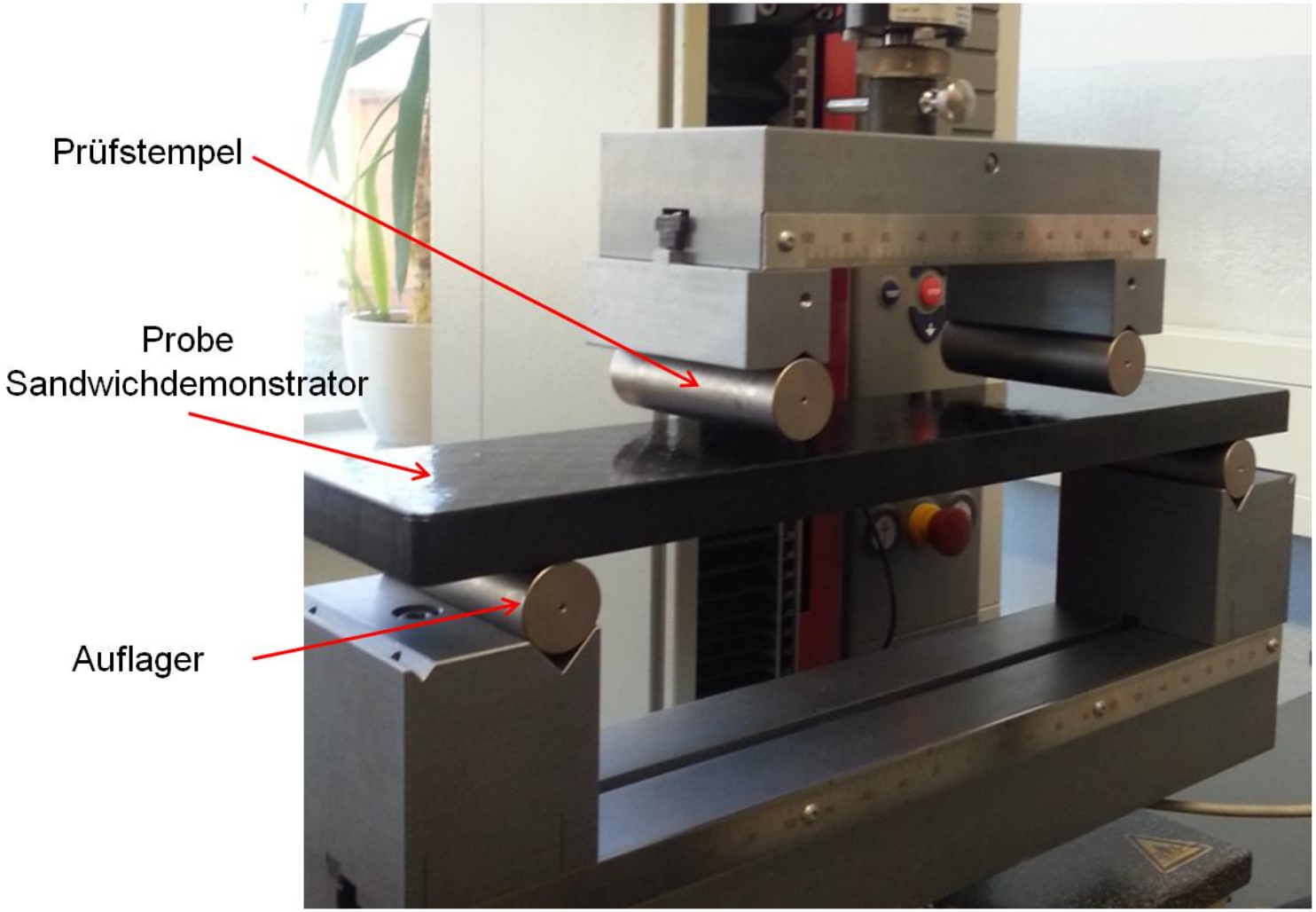


Quelle: 3A Composites



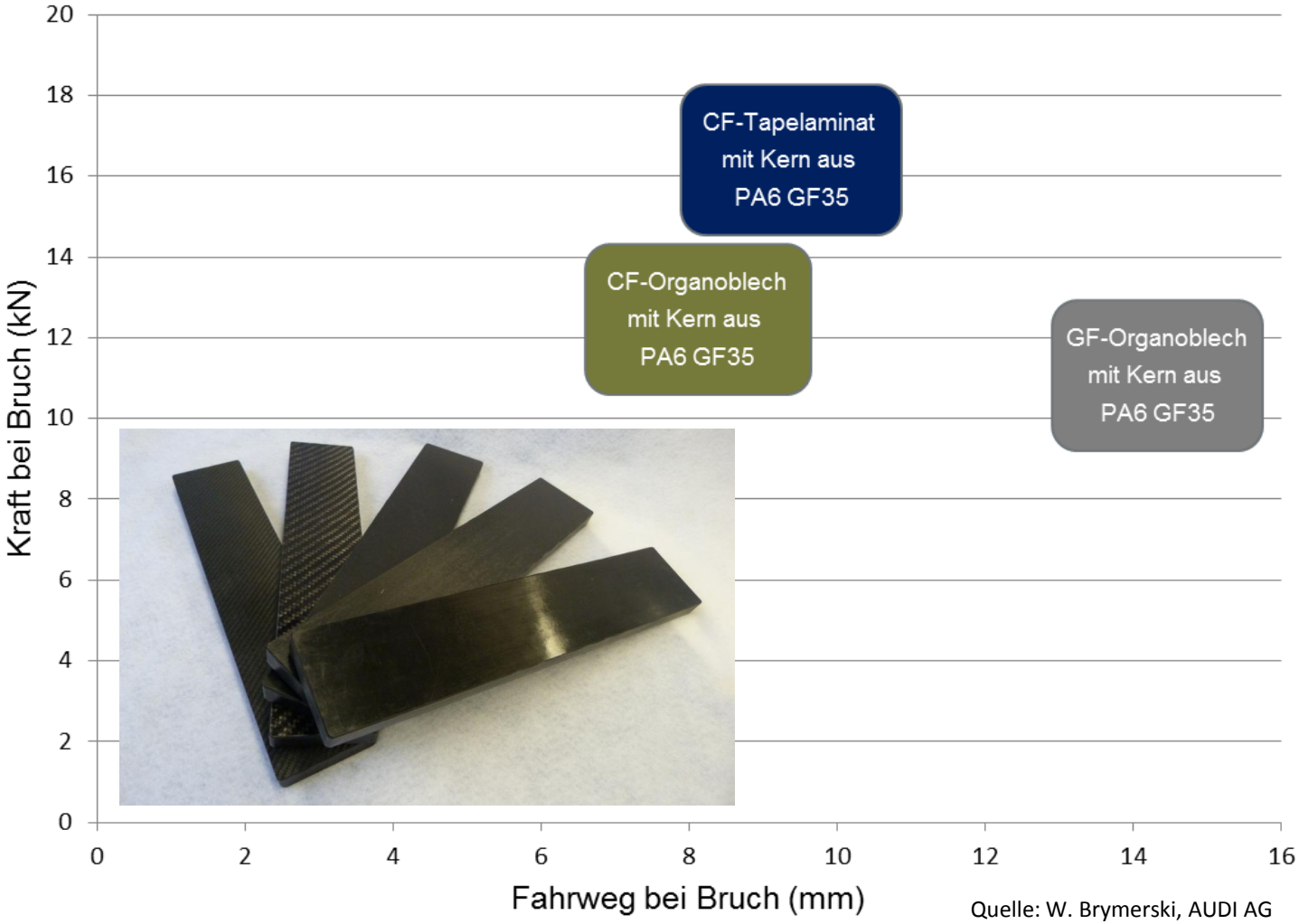
Steigerung der Druckfestigkeit und des Druckmoduls um ca. 30% für PA6-GF35!

Bauteilcharakterisierung
Aufbau 4-Pkt.-Biegeprüfung



Prüfaufbau der Vierpunktbiegevorrichtung nach DIN 53293 mit Sandwichdemonstrator

Darstellung der Kraft-Weg-Bereiche beim Bruch aus Vierpunktbiegeprüfung nach DIN 53293 für verschiedene Materialkombinationen



Quelle: W. Brymerski, AUDI AG

Zusammenfassung / Ausblick

Spritzgusskerne

- Höhere gewichtsspezifische Druckfestigkeiten als klassische Schaumstrukturen erreichbar (geometrieabhängig)
- Einfache lokale Festigkeit- und Steifigkeitserhöhung durch Geometrieanpassung möglich

Sandwichstrukturen mit Grund- und Decklagen

- Höchste Festigkeiten und Steifigkeiten bei Sandwichstrukturen mit Tapelaminaten
- Höchste Verformung bei Sandwichstrukturen mit Decklagen aus Endlos-GF

Werkzeug und Anlagentechnik

- Nutzbar für weiterführende Materialcharakterisierung von Sandwichstrukturen

Danksagung Fördermittelgeber:

Dieser Vortrag beruht auf Ergebnissen, die im Vorhaben „MAI Plast“ (Förderkennzeichen 03MAI01A) des Spitzenclusters MAI Carbon entstanden sind.

Fundamental parts of the work was performed within the Federal Cluster of Excellence EXC 1075 “MERGE Technologies for Multifunctional Lightweight Structures” and supported by the German Research Foundation (DFG).

Projektpartner:

TU Chemnitz - SLK
Reichenhainer Straße 31-33
D-09126 Chemnitz (Germany)

AUDI AG
D-74148 Neckarsulm (Germany)

Kontakt: Marcel Meyer
Telefon: +49 371 / 531 36774
Telefax: +49 371 / 531 8 36774
E-Mail: marcel.meyer@mb.tu-chemnitz.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!