
Leichtbau durch Hybridbauweisen und Topologieoptimierung

Dipl.-Ing. Carsten Lies, Fraunhofer IWU

INHALT

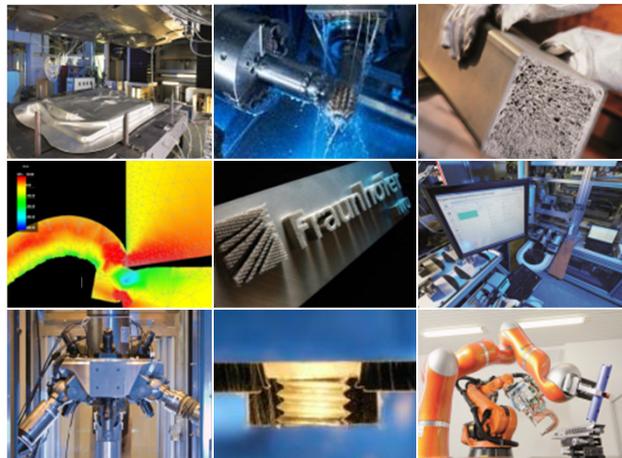
- Das Fraunhofer IWU
- Abteilung Funktionsintegrierter Leichtbau
- Leichtbau durch Hybridbauweisen und Topologieoptimierung

Das Fraunhofer IWU im Profil

- Gründung am 1. Juli 1991
- ca. 590 Mitarbeiter
- 37,6 Mio Euro Jahresetat
- Standorte: **Chemnitz**, Dresden, Zittau, Augsburg, Wolfsburg



Forschung unter dem Leitthema »Ressourceneffiziente Produktion«



Wissenschaftsbereiche

- Mechatronik und Funktionsleichtbau
- Werkzeugmaschinen und Produktionssysteme
- Umformtechnik und Fügen
- Zerspanungstechnik

Das Fraunhofer IWU im Profil

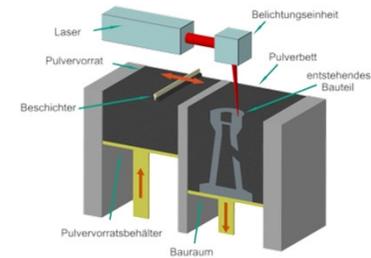
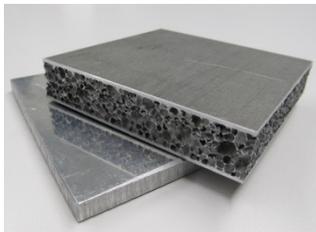
Organisationsstruktur

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU									
Institutsleitung					Prof. D. Landgrebe (geschäftsführend) Prof. W.-G. Drossel Prof. M. Putz				
Wissenschaftsbereich Mechatronik und Funktionsleichtbau Prof. W.-G. Drossel		Wissenschaftsbereich Werkzeugmaschinen, Produktionssysteme und Zerspanungstechnik Prof. M. Putz				Wissenschaftsbereich Umformtechnik und Fügen Prof. D. Landgrebe			
Mechatronik	Funktions- leichtbau	Werkzeug- maschinen und Automatisierung	Zerspanungs- technik	Produktions- management und Montage	Projektgruppe RMV (Augsburg)	Blech- umformung	Massiv- umformung	Fügen	
Adaptronik und Akustik	Funktions- integrierter Leichtbau	Auto- matisierung	Zerspanungs- technologie	Unternehmens- management		Blech- bearbeitung und Grundlagen	Warmmassiv- umformung	Thermisches Fügen	
Medizintechnik	Faserverbund- technologien	Werkzeug- maschinen	Funktionsober- flächen und Mikrosystem- fertigung	Montage- technik		Wirkmedien- umformung/ Werkzeug- konzepte	Kaltmassiv-/ Präzisions- umformung	Mechanisches Fügen	
Projekthaus smart ³									
Strategie und Internationales									
Forschungsplanung					Öffentlichkeitsarbeit				
Betrieb									
Technik					Verwaltung				

„Funktionsintegrierter Leichtbau“

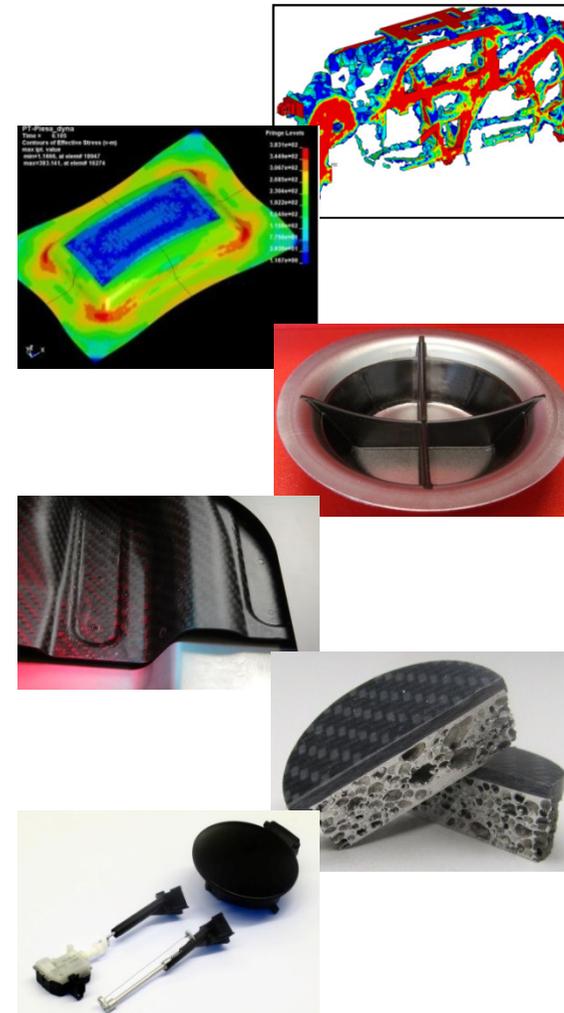
Leichtbaukompetenz am Fraunhofer IWU

Abteilungsleiter: Dr.-Ing. Thomas Hipke



Leichtbau durch Hybridbauweisen

- Werkstoffmodellierung und Bauteilsimulation
- Simulation von Fertigungsverfahren und Produktionsprozessen
- Auslegung und Berechnung hybrider Bauteile
- Herstellung und Formgebung von Metall-Kunststoff-Hybridbauteilen
- Innovative Fügeverfahren für Hybridbauweisen
- Aktor- / Sensorintegration und funktionale Hybridtextilien

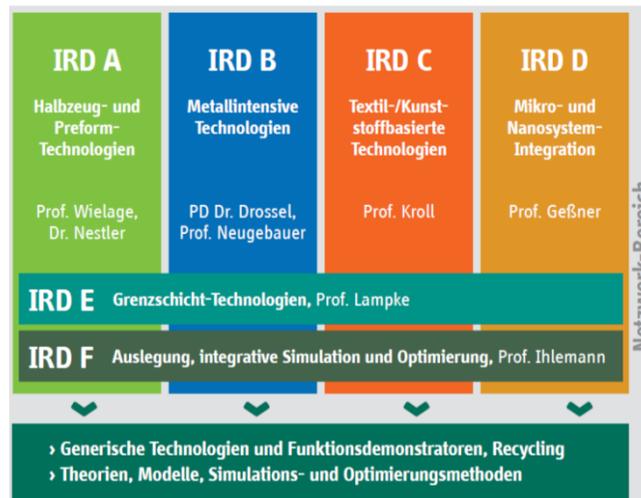


Bundesexzellenzcluster MERGE

Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen

Laufzeit: 01.11.2012 – 31.10.2017; 20 Forschungsinstitute, ca. 100 wissenschaftliche Mitarbeiter

Hautforschungsbereiche

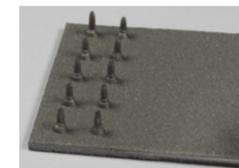


Zielstellung – IRD B (Fraunhofer IWU)

Funktionale Erweiterung metallintensiver Technologien zur Herstellung hybrider Metall-Kunststoff-Verbunde

Forschungsschwerpunkte

- B1** – FKV-Metallschaum-Hybridstrukturen
- B2** – Wirkmedienbasierte Herstellung von Metall-Kunststoff-Hybridbauteilen
- B3** – Funktionale Metall-Kunststoff-Übergangsstrukturen
- B4** – Ressourceneffiziente Prozesse für die Herstellung von hybriden Strukturen
- B5** – Funktionale Hybridtextilien mit Metallfilamenten



TRUMPF CFK-Querbalken einer Laserschneidanlage

Merkmale

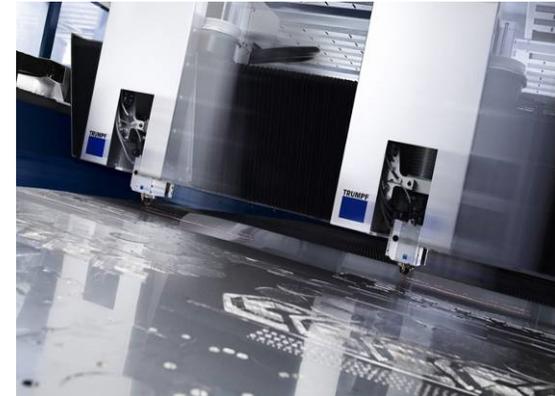
- 2 asynchron arbeitende Lasereinheiten
- Sehr hohe Dynamik des Balkens:
Beschleunigungen bis 2,5 g

Vorteile gegenüber Stahl-Variante

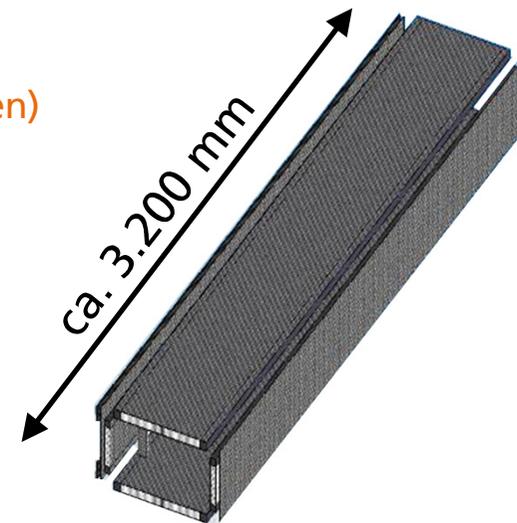
- 50 Prozent Masseinsparung
- Bis zu 100 Prozent Erhöhung der Bauteilsteifigkeit
- ➔ dyn. Steifigkeitserhöhung um Faktor 4
- ➔ Resultat: **70% Produktivitätssteigerung**
(CFK-Baugruppe etwa 4x teurer, Amortisierung nach 3,5 Monaten)

Differential-Bauweise

- CFK-Aluwaben-Sandwiches
- CFK-Gurte
- Stahl-Auflager
- Fügen der kompletten Struktur durch Kleben



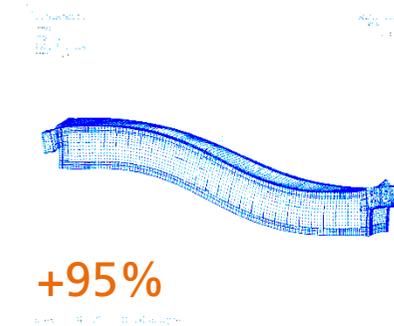
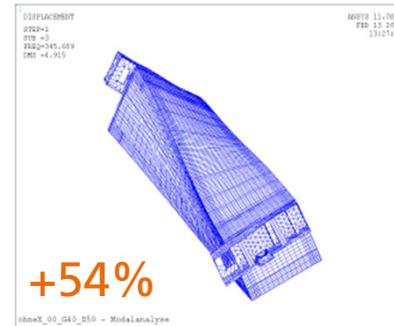
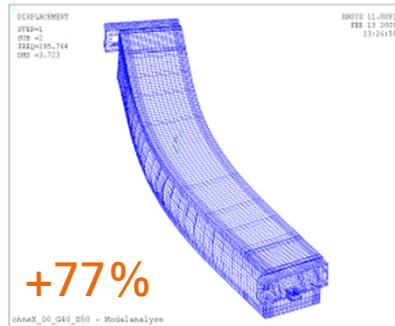
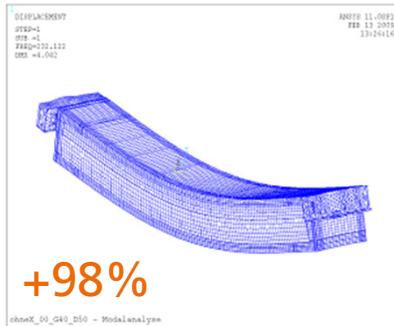
Quelle: Firmenpräsentation TRUMPF
(TruLaser 7040 NEU)



TRUMPF CFK-Querbalken einer Laserschneidanlage

Modalanalyse mittels FEM

Darstellung der ersten vier Eigenfrequenzen (Vergleich zur Stahlvariante)



Modalanalyse mittels Messtechnik

CFK:



Stahl:



Fraunhofer IWU Z-Schieber in Faserverbundbauweise

Leichtbaukonzepte für Werkzeugmaschinen

Ausgangspunkt

- Z-Schieber eines Großbearbeitungszentrums für hochdynamische Bearbeitung
- Konventionell: Stahlgusskonstruktion

Ziel: Massereduzierung & Steifigkeitserhöhung

Realisierung an Demonstrator

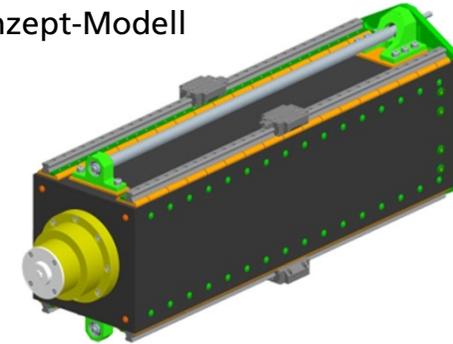
- Faserkunststoffverbund-Differentialbauweise
 - CFK-Platten und CFK-Sandwiches
 - Stahlbauteile an Krafteinleitungspunkten
- Fügen durch Kleben

Ergebnis

- **- 25 %** Masse
- **+ 150 %** Bauteilsteifigkeit

→ mit metallischen Werkstoffen in dieser Form nicht zu erreichen

Konzept-Modell



Umgesetztes Realbauteil



Abmessungen:
1160 mm x 440 mm x 280 mm

Gewicht: 150 kg

MIKRON Z-Schlitten in Faserverbundbauweise

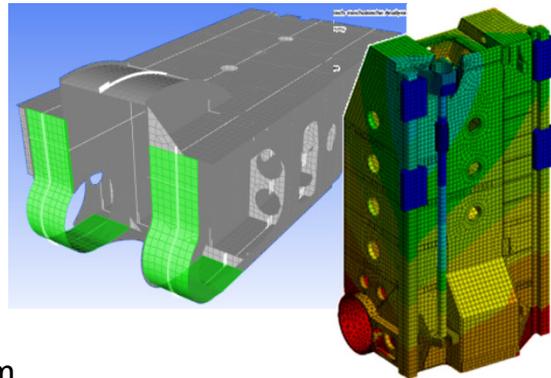
Leichtbaukonzepte mit CFK für Werkzeugmaschinen

- Entwurf, Simulation, Konstruktion und Fertigung eines Z-Schlittens für ein Fräs-Bearbeitungszentrum HPM1850U in CFK-Verbundbauweise

Ausgangsbauteil



Leichtbaukonzept - CFK



Realisiertes CFK-Bauteil



Abmessungen:
1800 mm x 890mm x 760 mm

Ergebnisse

- 64 % Massereduktion
- Identische Steifigkeitseigenschaften

Konventionell

1080 kg

Metallschaum-Bauweise

780 kg

CFK-Verbundbauweise

380 kg

-64 %

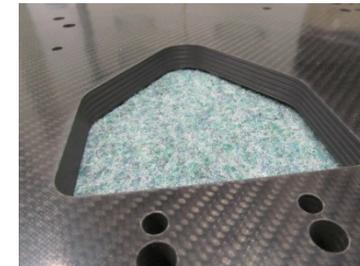
Leichtbau-Betriebsmittel im Multi-Material-Design

Ausgangspunkt:

- Konventionelle Betriebsmittelstrukturen: → klassische Metallbauweise
→ flexibel, wirtschaftlich
- Zunehmende Größe und Komplexität der zu fertigenden Bauteile → **Gewicht!**
- CFK bietet höchstes Leichtbaupotential, verursacht aber hohe Materialkosten

Lösungsweg:

Konstruktion / Simulation ausgewählter Betriebsmittel
im Multi-Material-Design / Differentialbauweise



Ergebnisse:

- **Standardisierbares Leichtbaukonzept für Betriebsmittel**
- **Energieeinsparung durch kosteneffizienten Leichtbau**



Mobile Schweißvorrichtung

Ausgangssituation

Stahlprofil-Schweißkonstruktion

Ziel

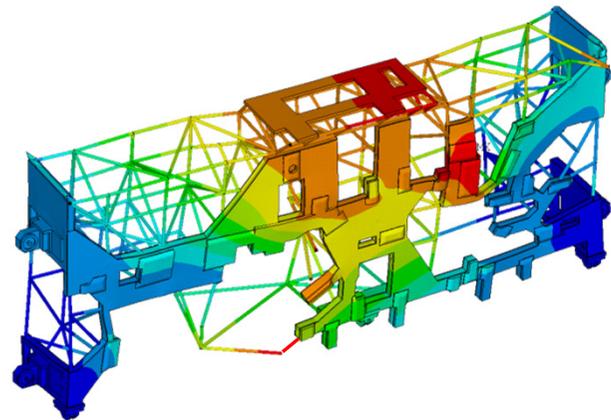
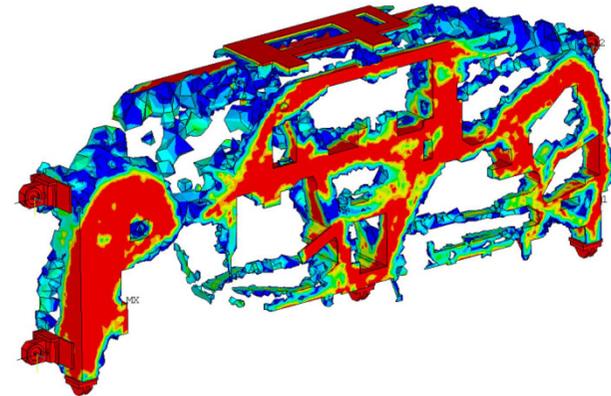
- Reduzierung von Antriebsenergien & Taktzeiten
- Massereduzierung bei gleichbleibender Steifigkeit

Angewandte Leichtbauprinzipien

- **Material**-Leichtbau:
Hybridbauweise (CFK, Stahl, Aluminium)
- **Struktur**-Leichtbau:
Topologieoptimierung, Fachwerk, Sandwiches

Ergebnisse

- Bauteilsteifigkeit: **unverändert**
- Bauteilmasse: **-51 Prozent**



Beinplatte für OP-Tische in CFK-Verbundbauweise

Motivation

- Massereduzierung (Ziel: 7 kg)
- möglichst ohne Kostenerhöhung
- Gewährleistung/Verbesserung der Röntgentransparenz

Umsetzung

- Topologieoptimierung metallischer Baugruppen
- Tragstruktur: CFK-Kunststoffschaum-Sandwich
- Funktionsintegration von Gelenkfixierung & Normschiene

Ergebnis

- Masse alt: 9,5 kg
- Masse neu: 6,4 kg
- Einsparung: 3,1 kg

alt



Prototypische Umsetzung



Das Fraunhofer IWU im Profil

Regionale, nationale und internationale Netzwerke

Regional

Kompetenzzentrum
Maschinenbau



INDUSTRIEVEREIN SACHSEN
1828

VE.MAS
innovativ



ANREIZSYSTEME WERKZEUGMASCHINEN
IN SACHSENTHÜNDINGEN e.V.

Dresdner Gesprächskreis
der Wirtschaft und
der Wissenschaft e.V.

National

Wissenschaft

Fraunhofer

zwanzig20
PARTNERSCHAFT FÜR INNOVATION

Industrie

EFB

FVA
Forschungsvereinigung
Antriebstechnik e.V.

WGP
Wissenschaftliche
Gesellschaft für
Produktionstechnik

AGU
Arbeits-
gemeinschaft
Uniformtechnik

impulse
für wachstum
ZIM
Zentrales Innovationsprogramm
Mittelstand

VDW

FOSTA

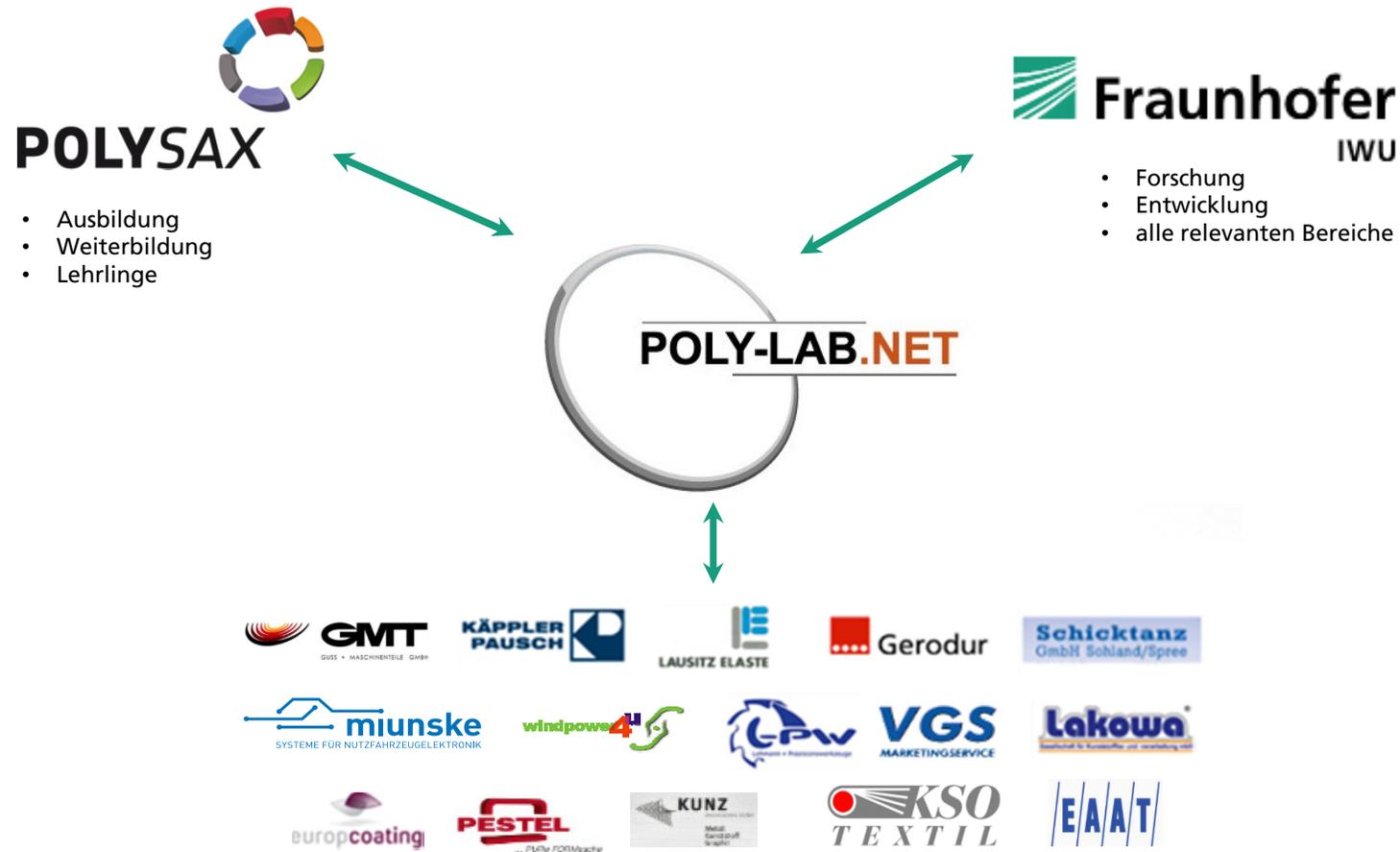
International



Petersburger
DIALOG
Петербургский
ДИАЛОГ

Netzwerk POLY-LAB.NET

Polymere Leichtbaustrukturen für Nutzfahrzeuge



POLY-LAB.NET

Technologie-Demonstrator KULAN



- Technische Daten:
 - Masse ca. 300 kg, Zuladung max. 1000 kg
 - Reichweite ca. 300 km bei Topspeed von 50 km/h
 - Derzeit 2 Radnabenmotoren mit jeweils 2 kW Leistung



Leichtbaupotentiale und Forschungsfelder

Aluminiumschaum-PUR-Sandwiches

Pepural ® * = Leichtbaumaterial für maximale Anforderungen

Materialkombination aus einem Aluminiumschaumkern und Decklagen aus Polyurethan mit Glas- bzw. Kohlenstofffaserverstärkung

Anwendungsbeispiele:

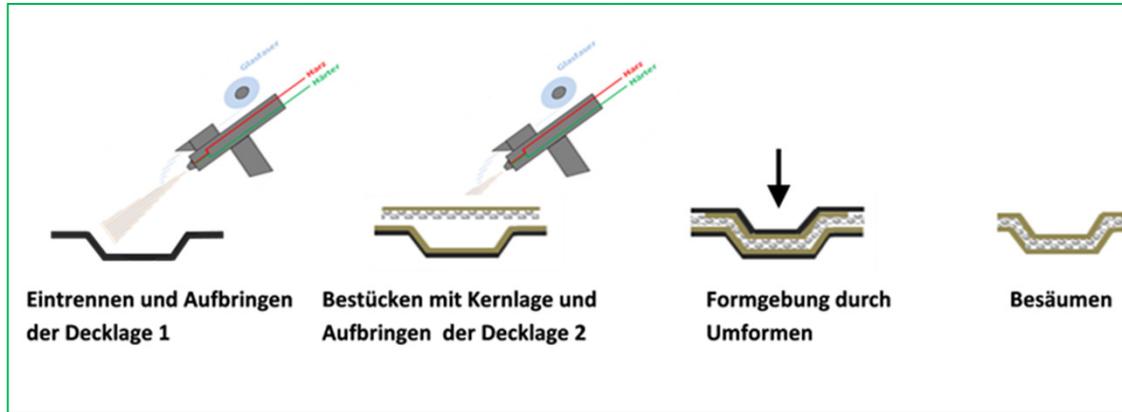
- Bodenplatten für leichte Nutzfahrzeuge
- Klappen/Blenden von Fahrzeugen
- Verstärkte Bauteile



Leichtbau und Formflexibilität

* ... in Kooperation mit PESTEL PUR-Kunststofftechnik

Leichtbaupotentiale und Forschungsfelder Aluminiumschaum-PUR-Sandwiches



Herstellungsprozess



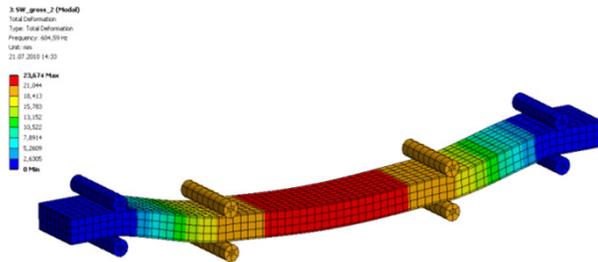
Pepural®

- ✓ hohe Steifigkeit bei geringem Gewicht
- ✓ gute Warmformbeständigkeit
- ✓ hohes Energieabsorptionsvermögen
- ✓ Resistenz gegenüber chemischen Einflüssen und Feuchtigkeit
- ✓ Verformbarkeit des Kernes bei dem Verpressen möglich
- ✓ Konventionelle Bearbeitung möglich

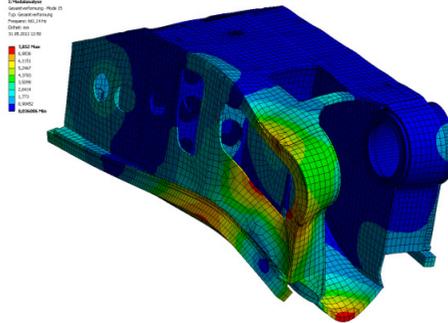


Leichtbau durch Simulation / Topologieoptimierung

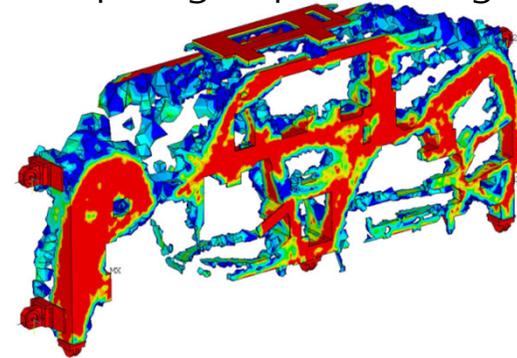
Statische Simulation



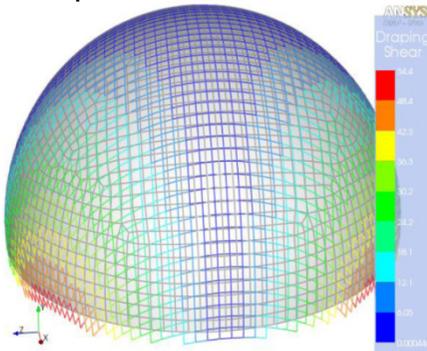
Dynamische Simulation



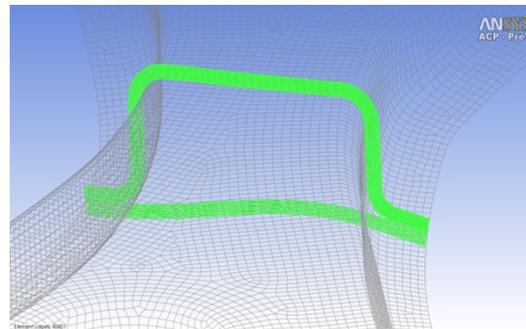
Topologieoptimierung



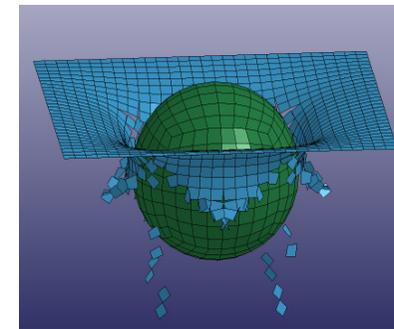
Drapierverhalten FKV



Lagenaufbau FKV



Crash



Dipl.-Ing. Carsten Lies

Software:



Ansys Composite PrepPost (ACP)



FKV – Faser-Kunststoff-Verbund

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Kontakt

Fraunhofer-Institut Werkzeugmaschinen und
Umformtechnik
Reichenhainer Str. 88
09126 Chemnitz

Dipl.-Ing. Carsten Lies

Tel.: 03 71 / 53 97 – 19 41

Fax: 03 71 / 53 97 – 17 96

Email: carsten.lies@iwu.fraunhofer.de