



Mit Leichtigkeit zu mehr Effizienz

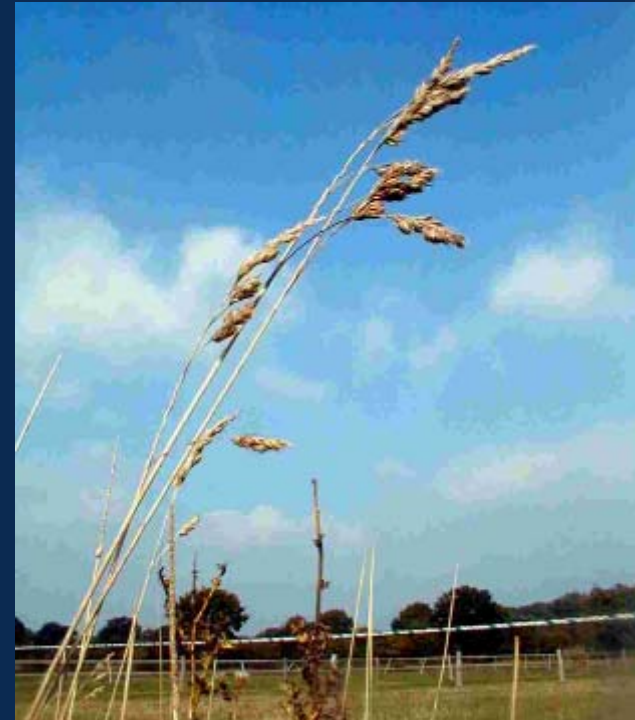
W. Hufenbach, F. Adam, J. Werner

VDI-Expertenforum
Energie- und materialeffiziente Produktion -
Herausforderungen und Chancen für die deutsche Industrie
Dresden, 16. Februar 2007



- Leichtbau in Natur und Technik
- Effizienter Leichtbau
- Effizienzsteigerung durch Stoffleichtbau
- Effizienzsteigerung durch Gestaltleichtbau
- Nachhaltige Effizienz durch funktionsintegrativen Leichtbau in Multi-Material-Design
- Zusammenfassung

Ein hervorragender Lehrmeister für einen effizienten, anisotropen Leichtbau ist die Natur mit ihrer (überlebensnotwendigen) Adaptionfähigkeit an äußere Belastungen - mechanisch, thermisch, medial - bei hoher Energie- und Materialeffizienz.



Getreidehalme: Anpassung an unterschiedliche geografische Gebiete mit unterschiedlichsten Umweltverhältnissen wie Klima, Bodenbeschaffenheit, ...

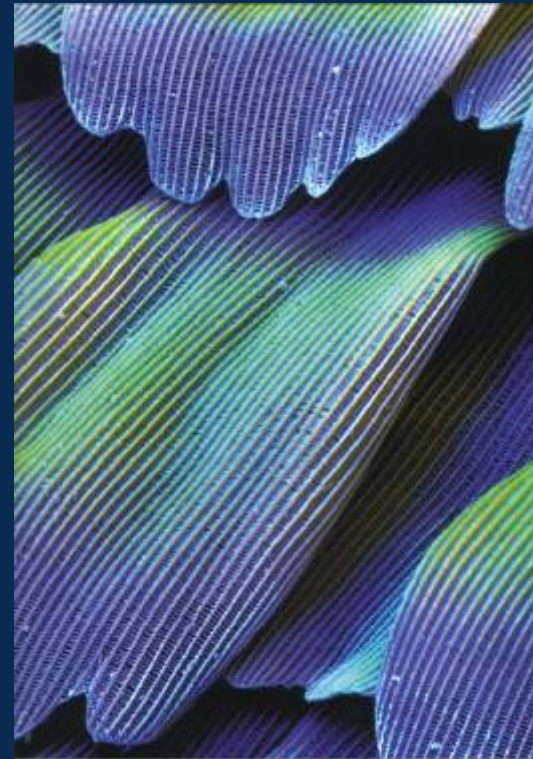
Leichtbau in der Natur - Schmetterlinge



Kleiner Eisvogel



Admiral



Schuppen eines Tagfalters

Leichtbau: Erhöhte Steifigkeit und Stabilität durch beanspruchungsgerechten Strukturaufbau (Materialanordnung)

Bildnachweis: Nachtigall

Leichtbau in der Natur - Vögel



Skelett einer Taube

Vogelskelett: Hohe Steifigkeit und Stabilität bei geringem Strukturgewicht durch Hohlknochen



Albatross: Erhöhte Steifigkeit und Stabilität durch knöcherne Stützbrücken im Knochen



8 - 9 % der Gesamtmasse

Bildnachweis: Nachtigall

Leichtbau im Fahrzeugbau



Hohe Effizienz durch hohe Nutzlast bei geringem Strukturgewicht



Bildnachweis: VW, ILK, DB, DGLR, Learjet, Eurocopter

Leichtbau im Maschinen- und Gerätebau



Energie- und Materialeffizienz
durch Leichtbau
bei schnellbeschleunigten und bewegten Massen

Bildnachweis: ITB, ILK, Canon



Nutzung neuester Erkenntnisse

- Gestaltleichtbau
- Stoffleichtbau
- Bedingungsleichtbau

Konstruktive Realisierung / Fertigungstechnische Umsetzung

- Differenzialbauweise
- Integralbauweise
- Hybrid-/Mischbauweise
- Modul-/ Segmentbauweise

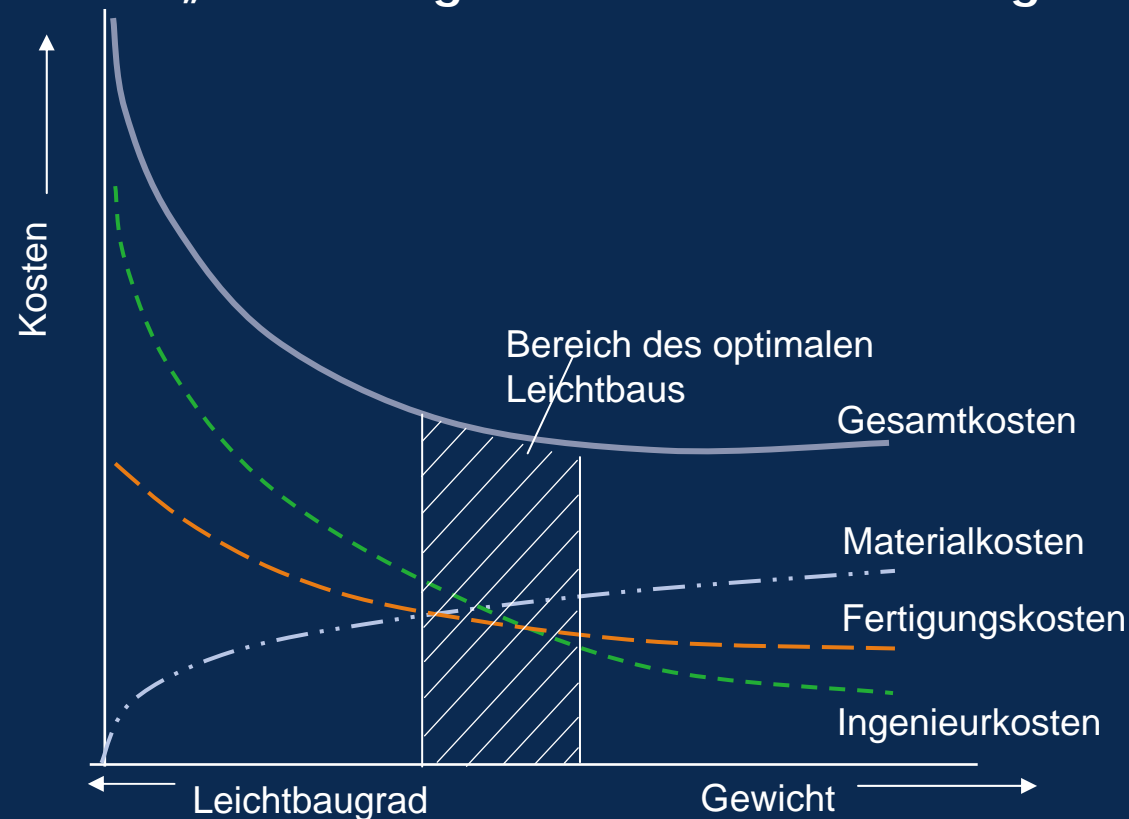
Gewährleistung der Funktionserfüllung
bei optimaler Material- und Energieeffizienz
unter Einhaltung ökonomischer und ökologischer Vorgaben

Effizienter Leichtbau – eine Kosten-Nutzen-Betrachtung



Effizienter Leichtbau:

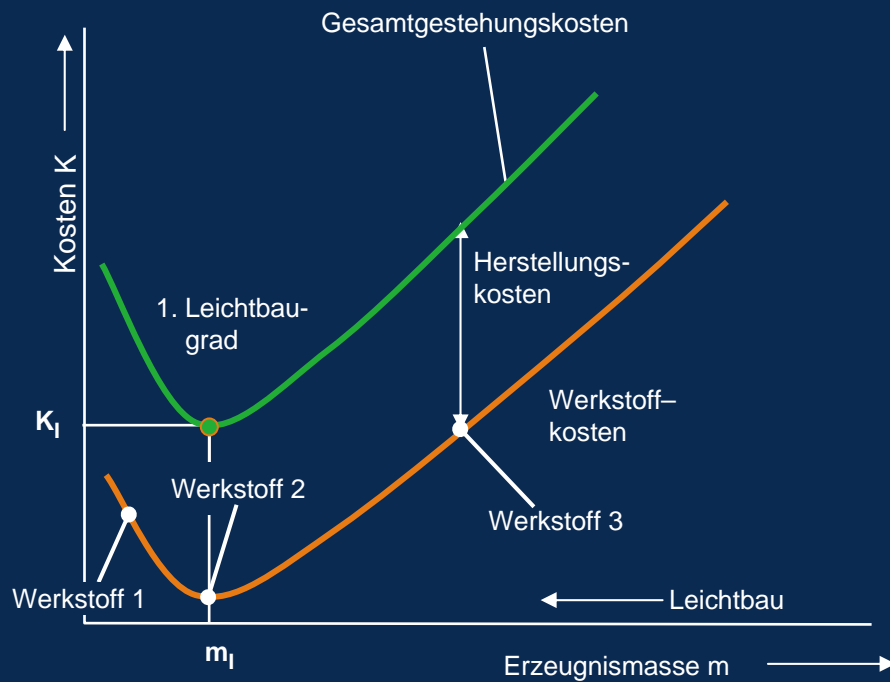
„Das richtige Material an der richtigen Stelle zum richtigen Preis“



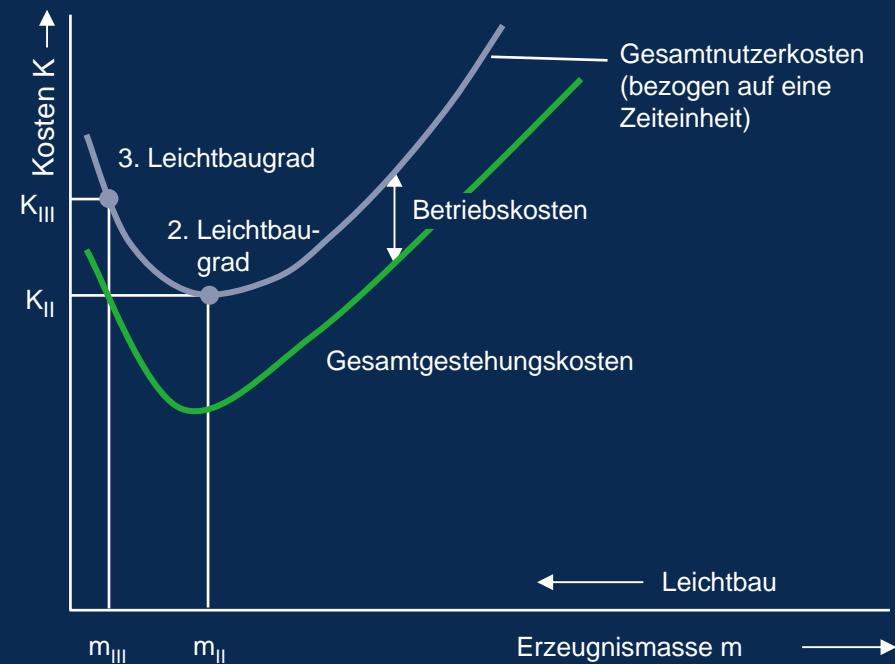
Ein ständiges Abwägen

- Wirtschaftlichkeit – Sicherheit
- Tragfähigkeit – Gewicht
- Individualität – Kosten
- Variation – Fertigung

Leichtbauziele – Leichtbaugrade

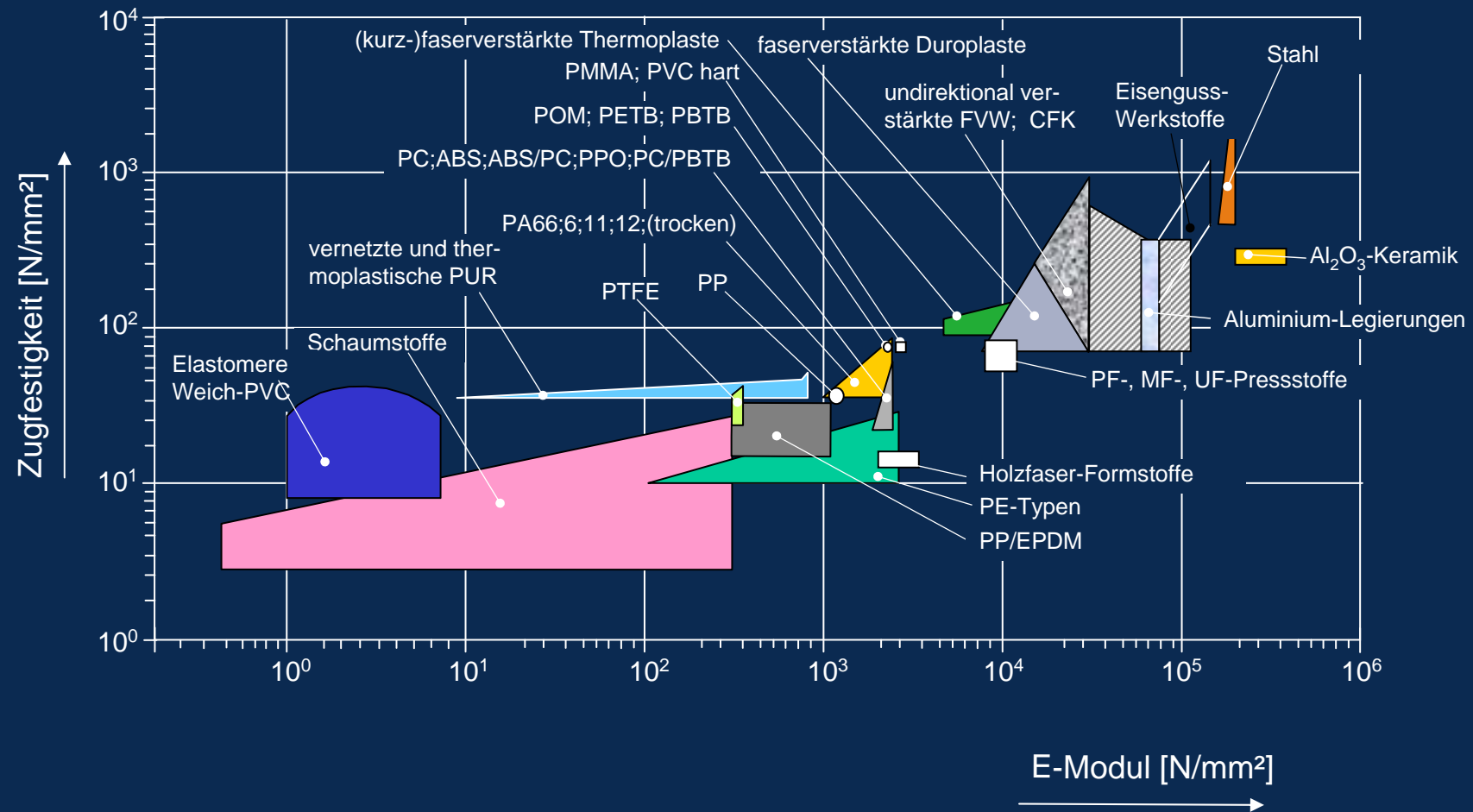


Sparleichtbau

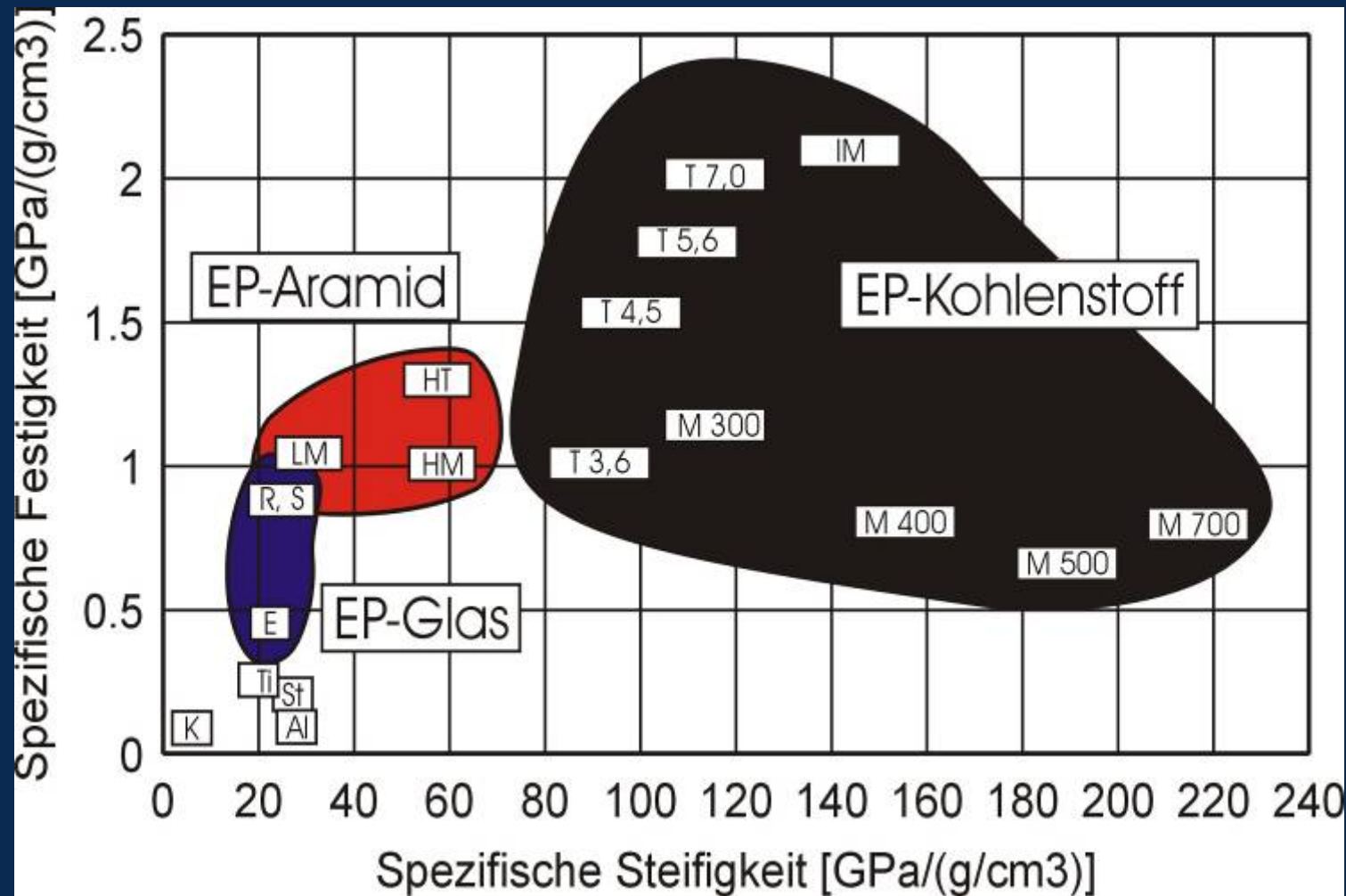


Öko- und Ultraleichtbau

Werkstoffkennwerte



Leichtbaupotential unterschiedlicher Konstruktionswerkstoffe



Multi-Material-Design beim Audi R8



- Aluminium Space Frame
- CFK-Anbauteile

Bildnachweis: Audi

Multi-Material-Design beim Mercedes-Benz SLR McLaren



- CFK-Monocoque mit angeschraubten Aluminium-Vorderwagen
- Crash-Elemente aus CFK

Bildnachweis: DaimlerChrysler

Rohkarosserie BMW 6er Coupe mit Materialmix



SMC-Heckklappe

- 17 % Gewichtsreduzierung
- Einteilige Außenhaut
- Antennenintegration

Aluminium-Frontklappe mit 2K-Kaltverklebung

- Erhöhte Frontklappensteifigkeit
- Tragende Außenhaut
- Strukturelle Verwendung der Unterfütterung
- Gewichtsreduzierung



Al-Türen

- Schalenbauweise
- Versteifungsstreben aus Strangpressprofilen

Thermoplast-Seitenwand

- Inline-Lackierung
- Anbau nach KTL-Trockner

Quelle: ATZ 5/2004, extra Seite 48

Hybridstrukturen durch Umspritzen von Metallteilen



Vorbauklappe des Mercedes-Benz Actros



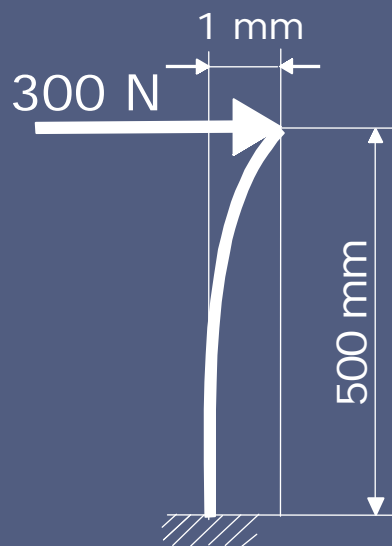
Seitenstreben in Hybridbauweise aus Stahlblech und glasfaserverstärktem PA 6 Durethan® BKV 30 H2.0

Quelle: Bayer



Anforderung: Konstante Biegesteifigkeit

Querkraftbiegung



Vorgabe: Rundstab Vollquerschnitt

Magnesium

Aluminium

CFK T3,6

Stahl



Vorgabe: $D_{\max} = 50$ mm

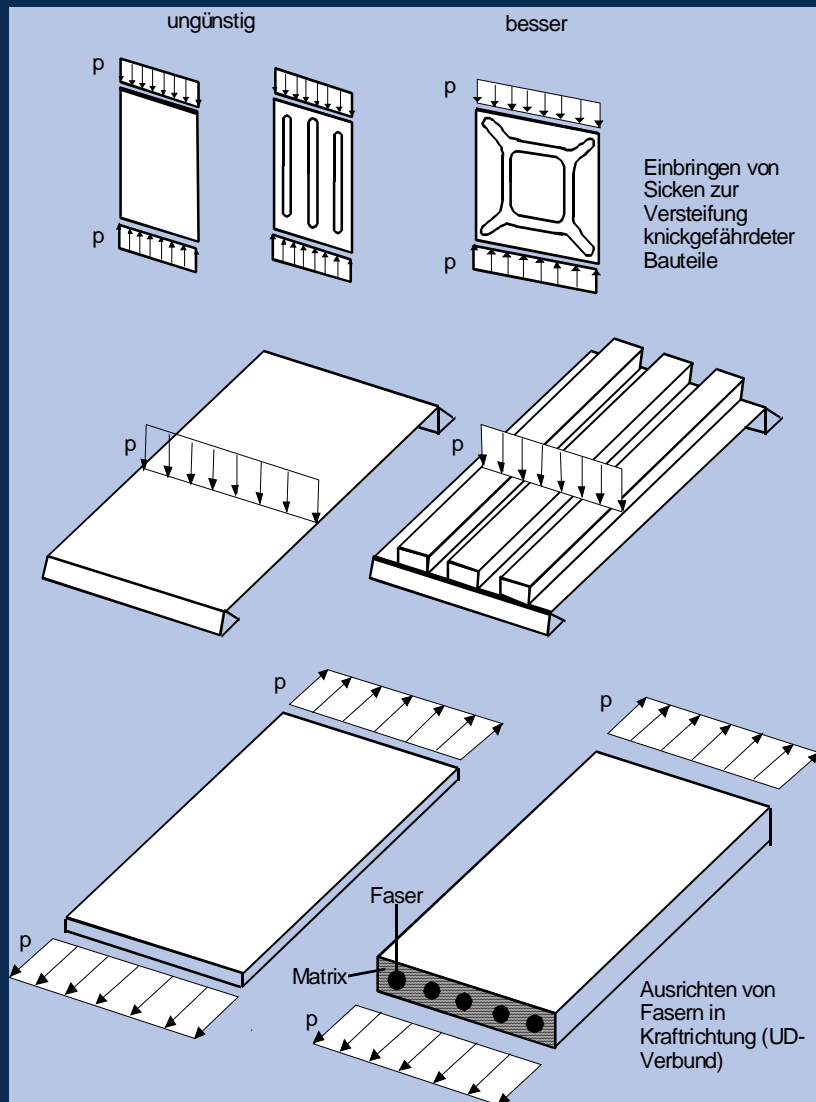
Magnesium

Aluminium

CFK T3,6

Stahl





Versteifte Bauelemente

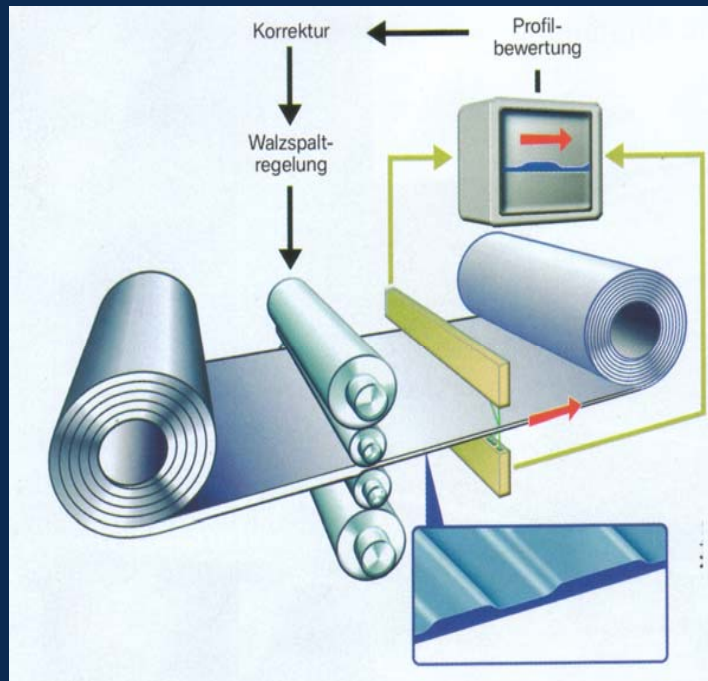
Durch gezielte Einbringung von Anisotropien kann die Steifigkeit eines Bauteils in bestimmten Richtungen angehoben werden.

Nutzung konstruktiver oder werkstoffmechanischer Anisotropien

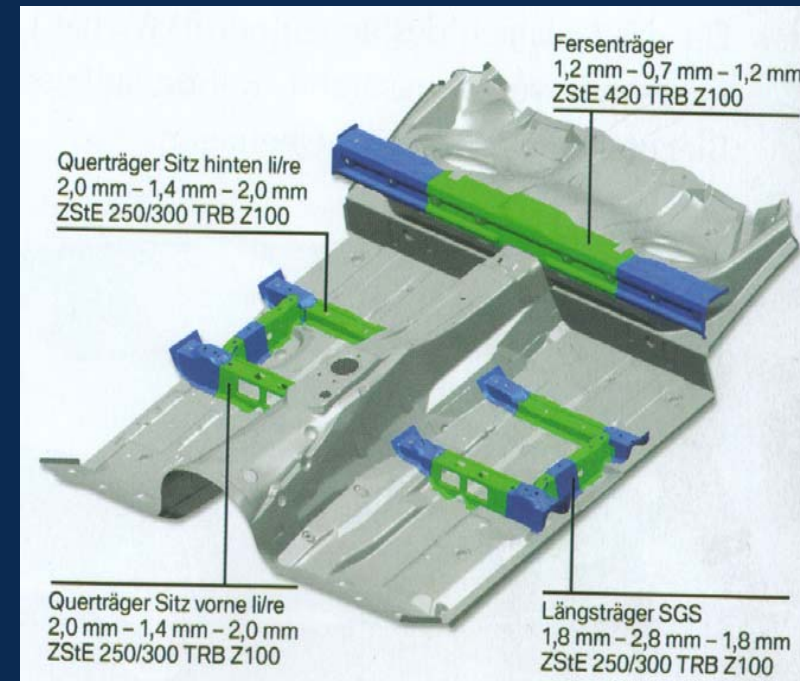
Tailor Rolled Blanks



Walzprozess der Tailor Rolled Blanks Platine



Mit Tailor Rolled Blanks gefertigte Bauteile



Materialeffizienz durch wandstärkengerechte Halbzeuge

Quelle: ATZ 5/2004 extra, Seite 42

IDS Hubschraubergetriebe



Getriebegehäuse
in textilverstärkter Leichtbauweise
mit beanspruchungsgerechten
Krafteinleitungsbereichen



CFK-Hybridgehäuse
im Getriebeprüfstand
der ZF Luftfahrttechnik GmbH, Kassel
Gewichtsreduzierung: 35%

Vergleich konventioneller und neuartiger Fahrkorbvarianten



Stahl-Fahrkorbkonstruktion

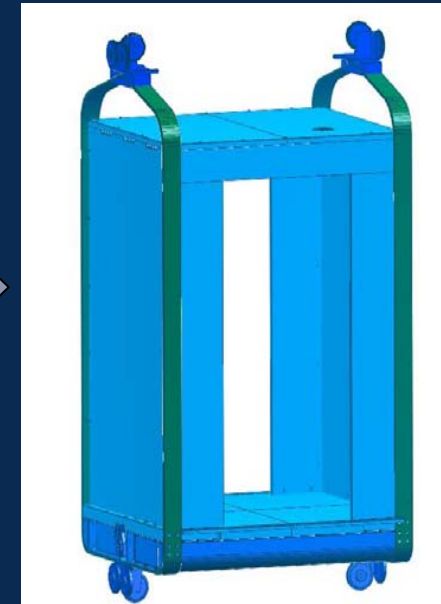
Gewicht: 795 kg



- Konstruktive Teilung von Fangrahmen und Fahrkorb
- Stahlkonstruktion
- Kein Stoffleichtbau
- Aufwändigere Antriebskonzepte

Leichtbaufahrkorbkonstruktion

Gewicht: ~400 kg



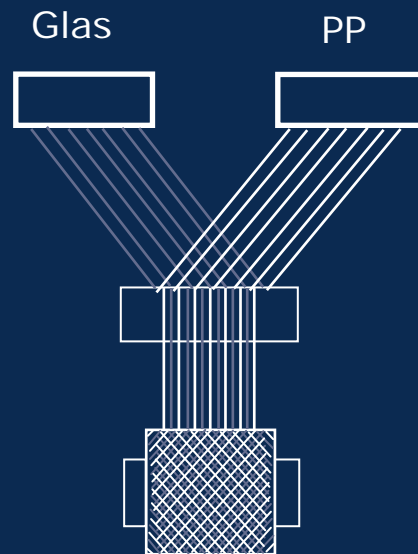
- Integration von Fangrahmen in Fahrkorb
- Einsatz moderner Leichtbauwerkstoffe
- Gewichtsoptimiert
- Funktionsintegration
- Einfacheres Handling
- Möglichkeit neuer Antriebskonzepte
- Reduzierung von Maschinenräumen

50 %-ige
Gewichtsreduktion

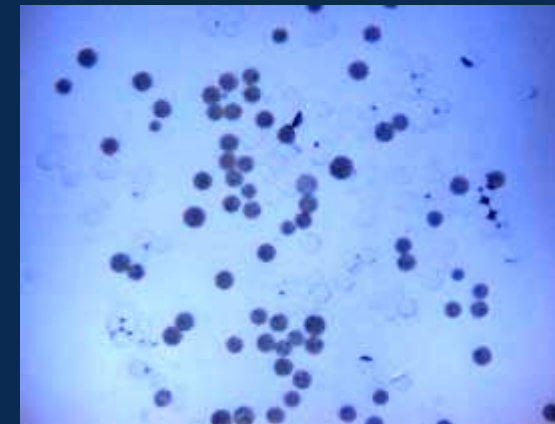
Online-Hybridgarnspinnen



SFB 639
Quelle: IPF



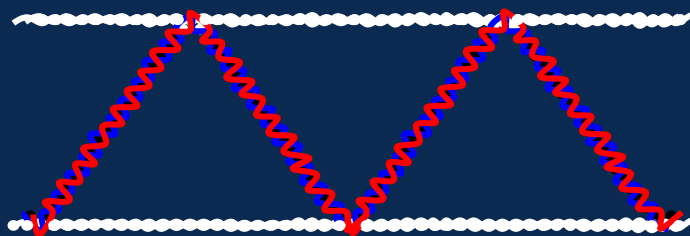
Hybridspinnanlage



Schliffbild Filamentmischung

Textile Preform: spacer fabrics

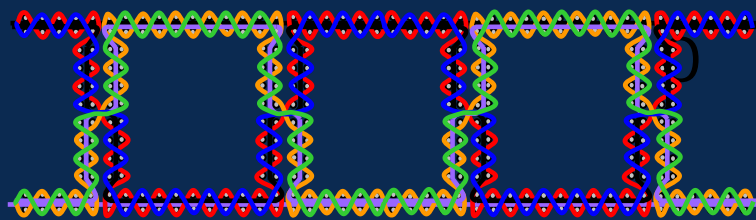
SFB 639
Quelle: ITB



Struktur V



Gestricktes spacer fabric



Struktur U



3D-Bandgewebe mit gewebten Stegen

Definierte Ausformung der Innenkontur



Konfektionierte textile
Preform (genäht)



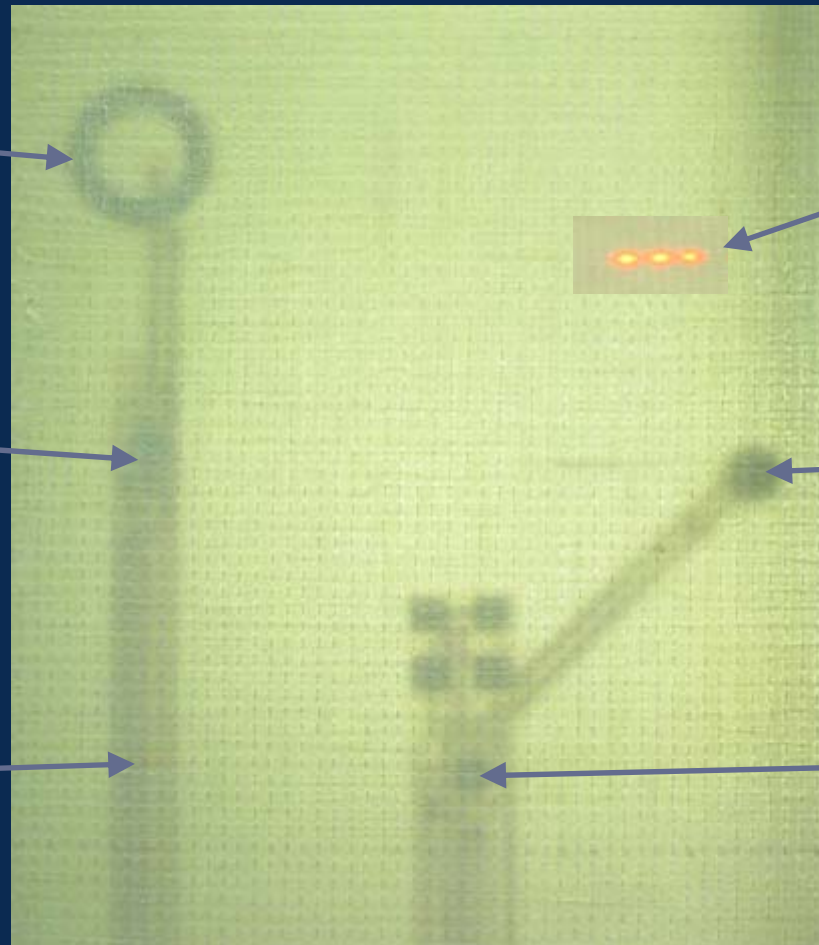
SFB 639
Quelle: ITB, IFKM

Konsolidiertes textilver-
stärktes spacer fabric
(Sandwich)

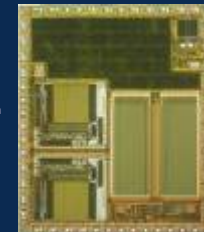


Einsatz angepasster Konsolidierungskinetiken

Integrierte Messsysteme und Visualisierung der auftretenden Belastung



optische Anzeige

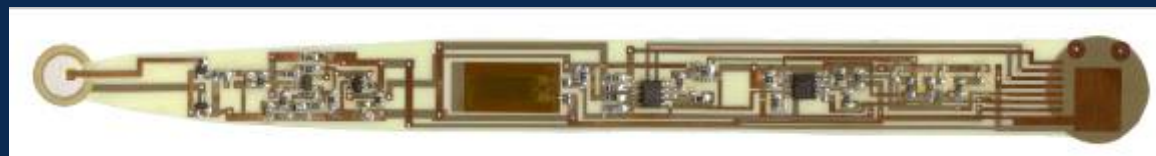


SFB 639
Quelle: IAS

Demonstrator - Leuchtbieger

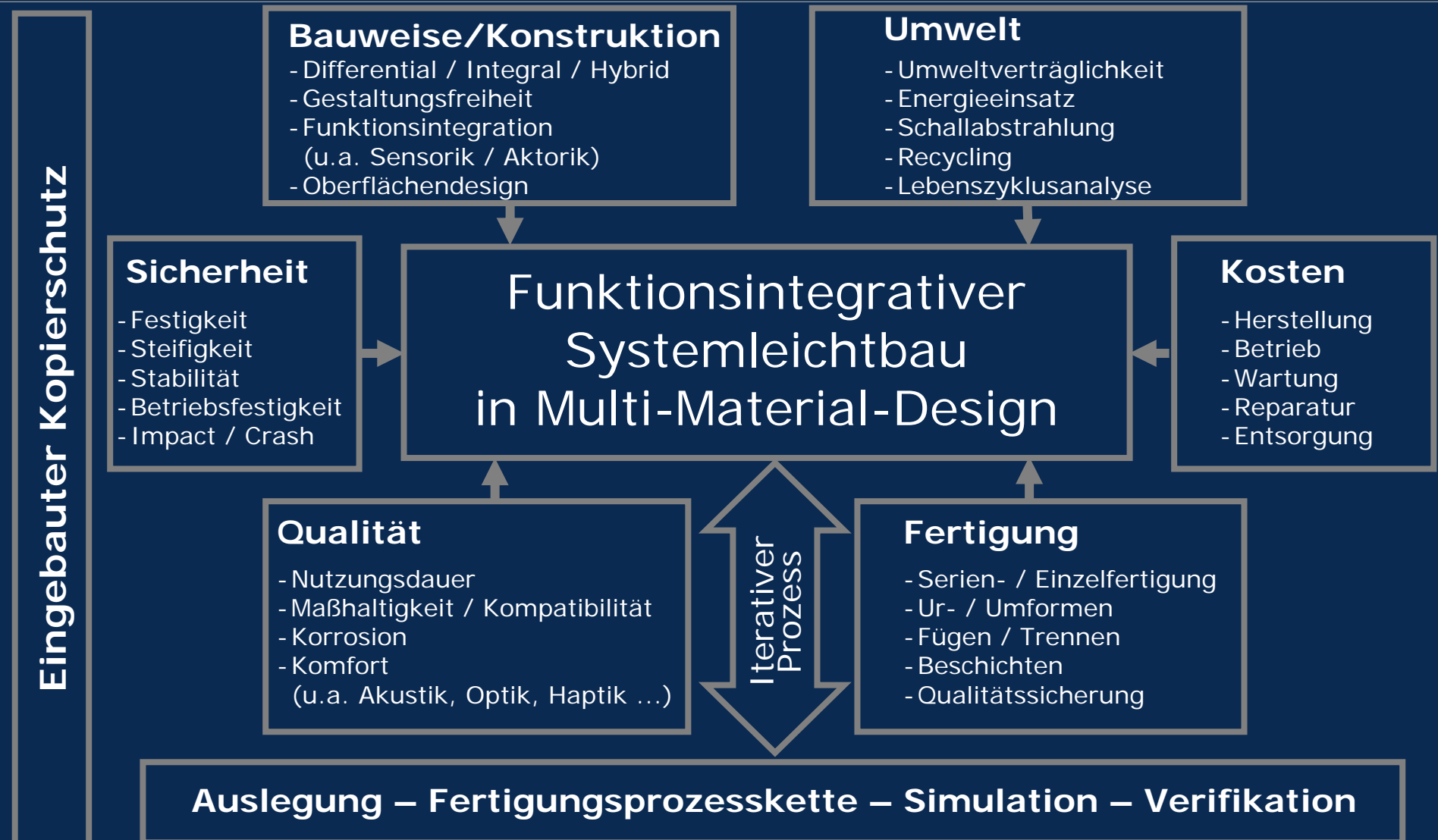


SFB 639 Quelle: IAS



Patentanmeldung
Az. 102006035274.2

ILK-Leitidee: Werkstoff- und produktübergreifender Leichtbau



Mitarbeiter am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik



Entsprechend der Institutsphilosophie „Leichtbau aus einer Hand“ ist das Team des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik fachlich und personell breit aufgestellt.

Derzeit sind am ILK ca. 150 Mitarbeiter beschäftigt, im wesentlichen

- Ingenieure (Maschinenbau, Werkstoffwissenschaften, Elektrotechnik, Bauingenieurwesen)
- Technomathematiker
- Physiker
- Wirtschaftsingenieure

sowie technische Angestellte und wissenschaftliche oder studentische Hilfskräfte

Diese rekrutieren sich insbesondere aus der unikalen Studienrichtung Leichtbau mit ca. 50 Absolventen/Jahr.



Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet innovativer Leichtbaustrukturen aus Hochleistungs-Werkstoffen

- Werkstoffmechanische Charakterisierung unverstärkter und verstärkter Werkstoffe (Stahl, Aluminium, Magnesium, Titan, Composite (CFK, GFK, CFC, CCSiC, MMC))
- Entwurf, Konstruktion, Strukturanalyse, Simulation und Optimierung von Leichtbaustrukturen aus isotropen und anisotropen Materialien
- Experimentelle Verifikation und Tests an Bauteilkomponenten und Prototypen

Anwendungsbeispiele



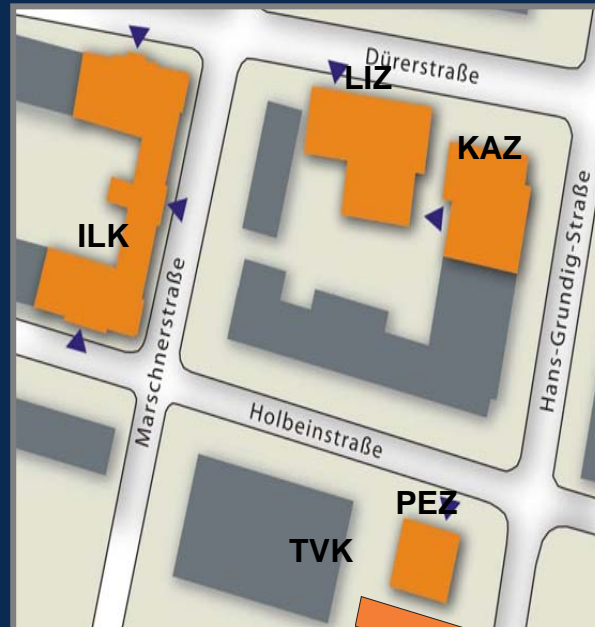
Bildnachweis: Porsche, ILK, Airbus

Standorte des ILK



Leichtbaucampus Dresden

Leichtbau-Innovationszentrum (LIZ)
mit Fallturm (h = 27 m)



Kunststoff-Anwendungs-Zentrum (KAZ)



Büro- und Laborgebäude (EG, 4.Stock)
Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH



Pressen- und Extruderzentrum (PEZ)



Textilverbundkeramik-Labor
(TVK)





14.-16. Juni 2007

Material-effizienz durch Systemleichtbau Den Fortschritt nachhaltig gestalten

<http://www.leichtbausymposium.de/>