

Wachstumsinitiative Nord II / Initiative Luftfahrtstandort Hamburg

Fach-Workshop

Schifffahrt meets Luftfahrt – Synergieeffekte und übergreifende Projekte

29.10.2009, Hamburg

CFK Anwendung im Flugzeugbau und Schiffbau

Richard Degenhardt^{1,2}, Dr. Andreas Baar³

¹Private Fachhochschule Göttingen

²DLR, Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik

³CFK-Valley Stade e.V.

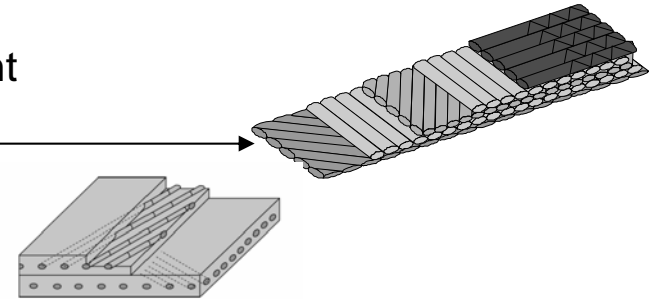
Übersicht

1. Einführung
2. CFK-Anwendungen im Flugzeugbau
3. CFK-Anwendungen im Schiffbau
4. CFK-Valley
5. DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik

Was sind Faserverbundwerkstoffe

Material, das aus mindestens 2 Komponenten besteht

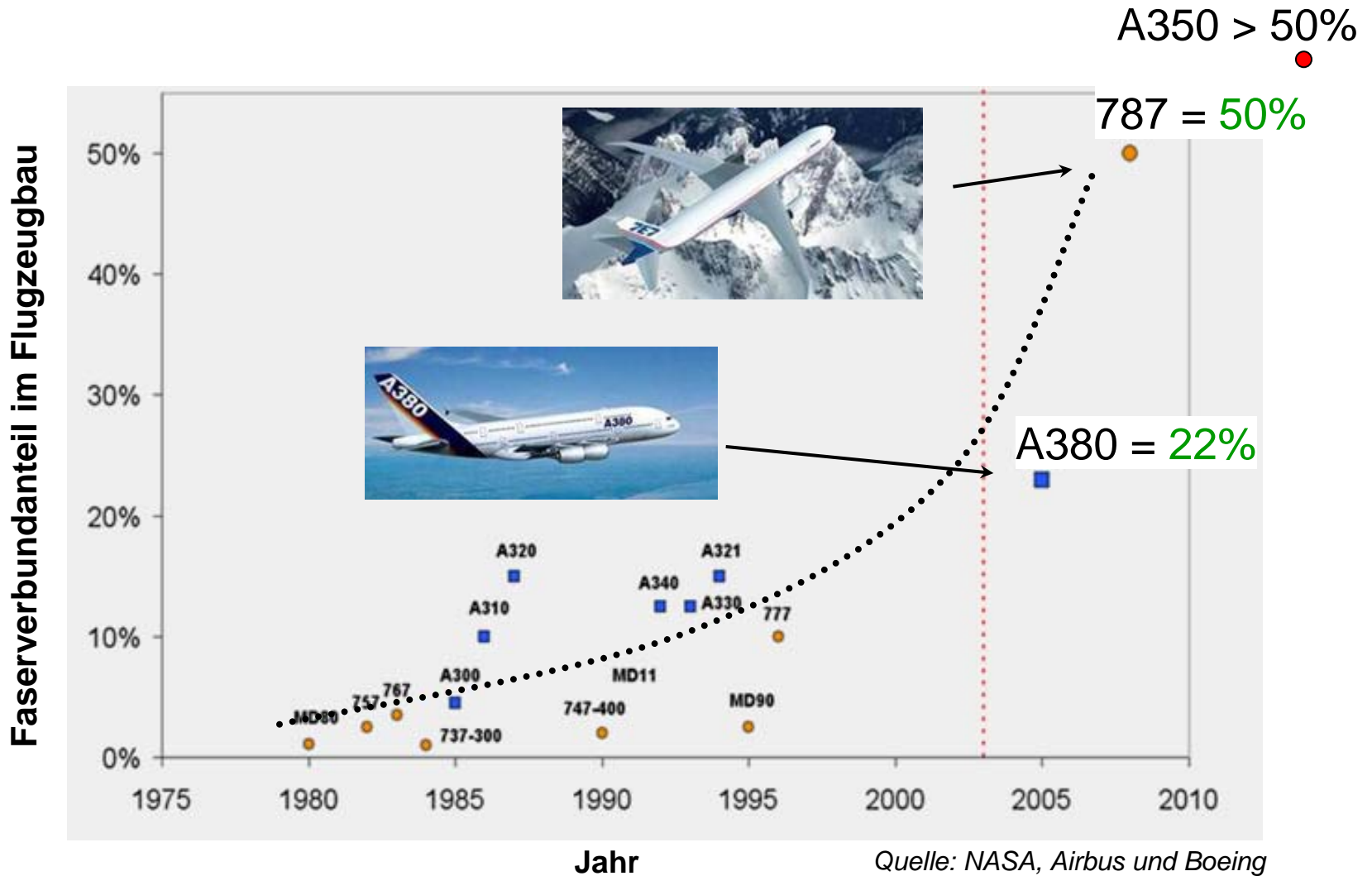
- zugfeste Fasern
- umgebendes weiches Material (Matrix)



Die gewählten Beispiele im Vortrag sind Strukturen aus CFK (Kohlenstoff-Faserverstärkter Kunststoff, C = Carbon)

Vergleich gegenüber Metallwerkstoffen	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ➤ höhere spezifische Festigkeit ➤ geringeres Gewicht ➤ höheres Ermüdungsverhalten ➤ Fasern können Kraftpfaden angepasst werden ➤ integrale Bauweise mit weniger Fügungen ➤ bessere Strukturdämpfung ➤ geringere Wärmeleitung ➤ höhere Korrosionsbeständigkeit ➤ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ teurer ➤ geringere Bruchdehnung (spröde) ➤ Bruchverhalten unterschiedlich ➤ geringe Festigkeit gegen Impact ➤ geringe Temperaturbeständigkeit der Matrix ➤ geringe Resistenz gegen UV-Strahlung ➤ aufwendigeres Recycling ➤ ...

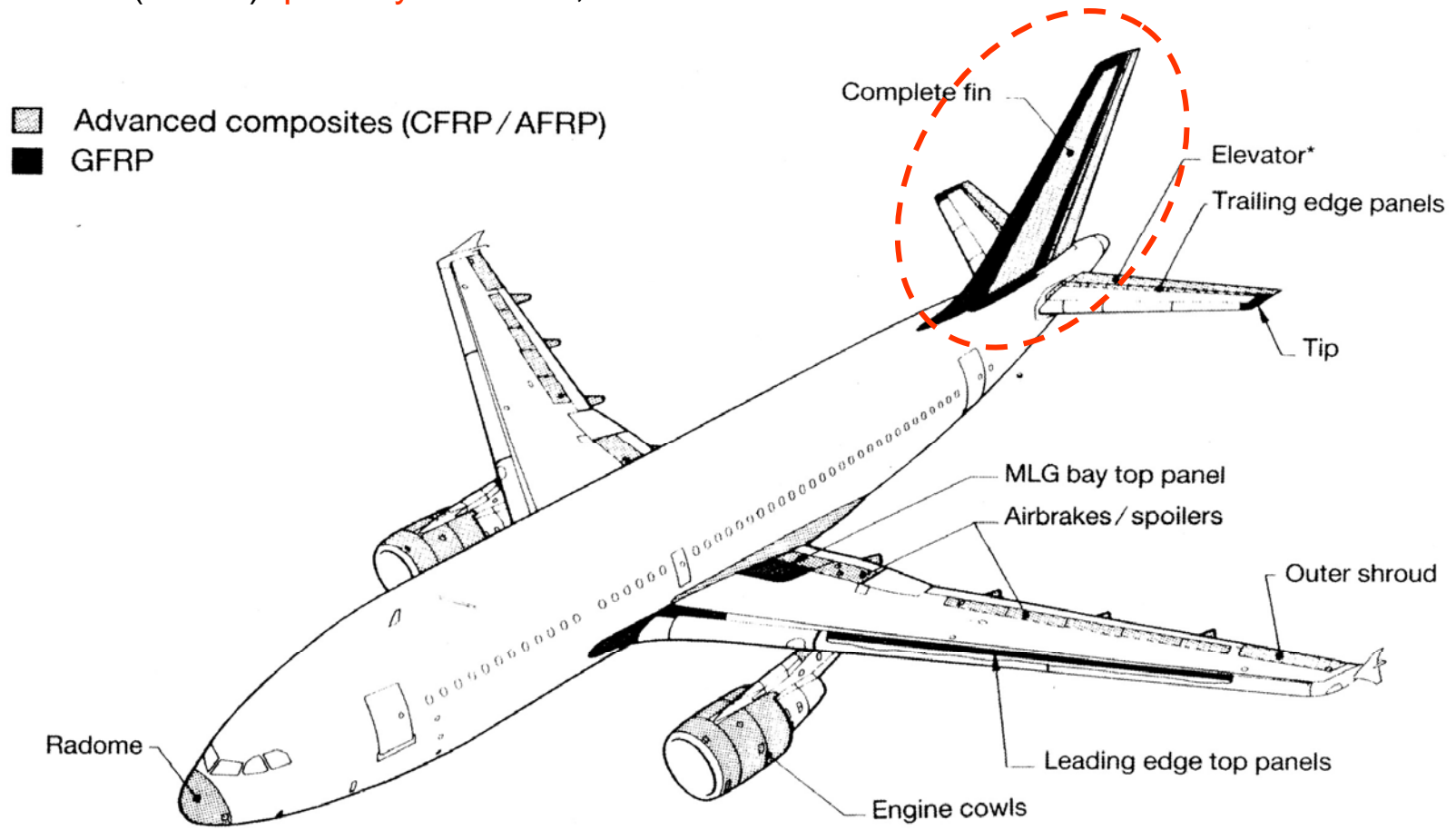
Faserverbunde im Flugzeugbau



Commercial Aircraft

A310-300 composite applications First Flight 8. July 1985

First commercial aircraft with a Carbon Fiber Reinforced Plastic (CFRP) **primary structure**, the fin.



Commercial Aircraft

A320 composite applications First Flight 22. Feb. 1987

- CFRP
- AFRP
- GFRP
- Hybrid (G+C)
- QFRP



Commercial Aircraft

A340-600 composite applications First Flight 23. Apr. 2001

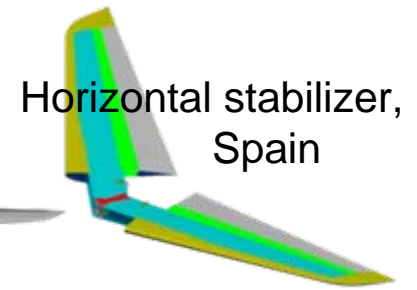


J-Nose, Fokker
Special Products, NL

Engine cowlings, Spain



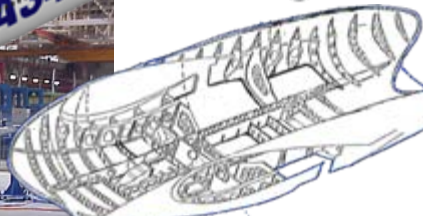
Vertical stabiliser,
Germany



Horizontal stabilizer,
Spain



Keel Beam,
St.Nazaire, France



Belly Faring,
France

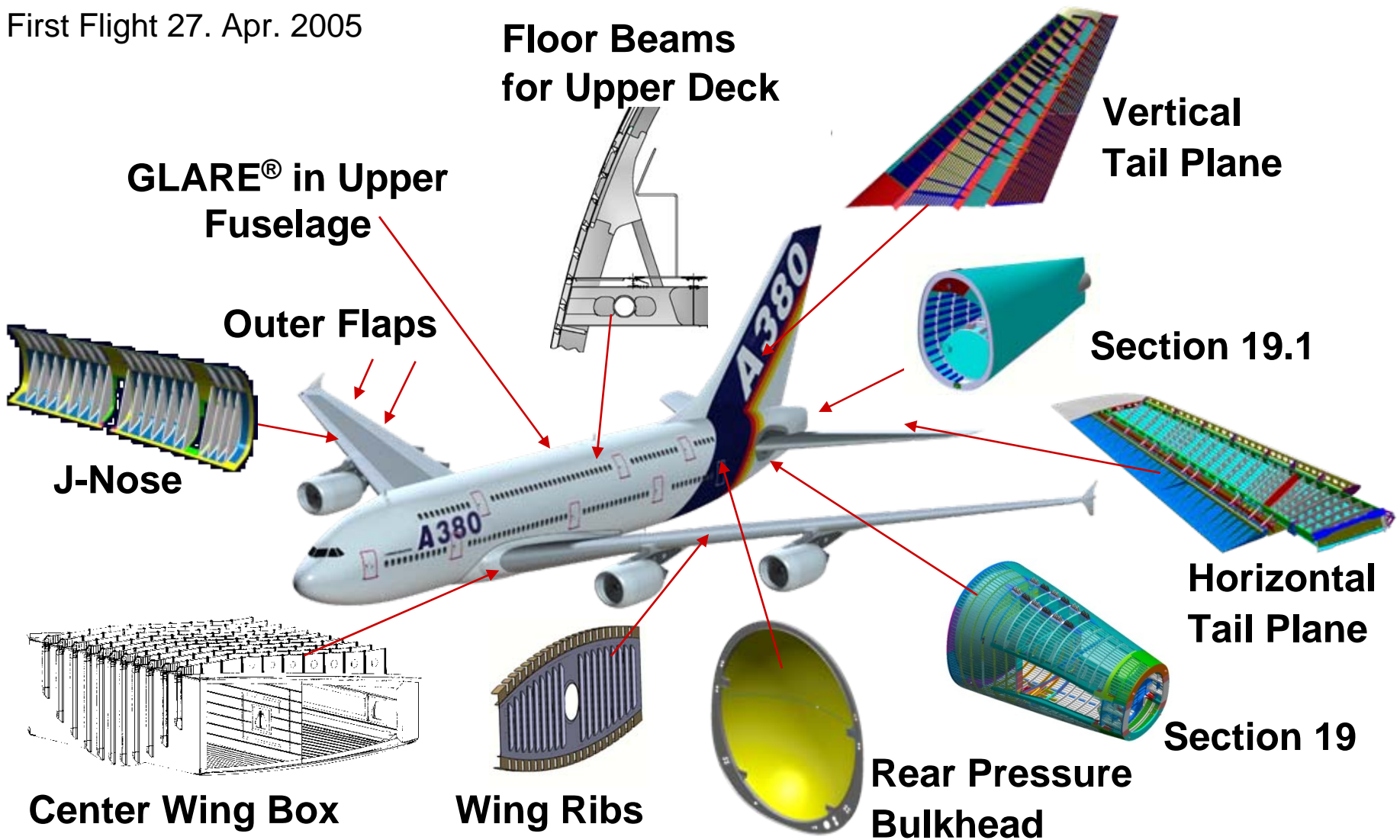


Pressure bulkhead,
Germany

Commercial Aircraft

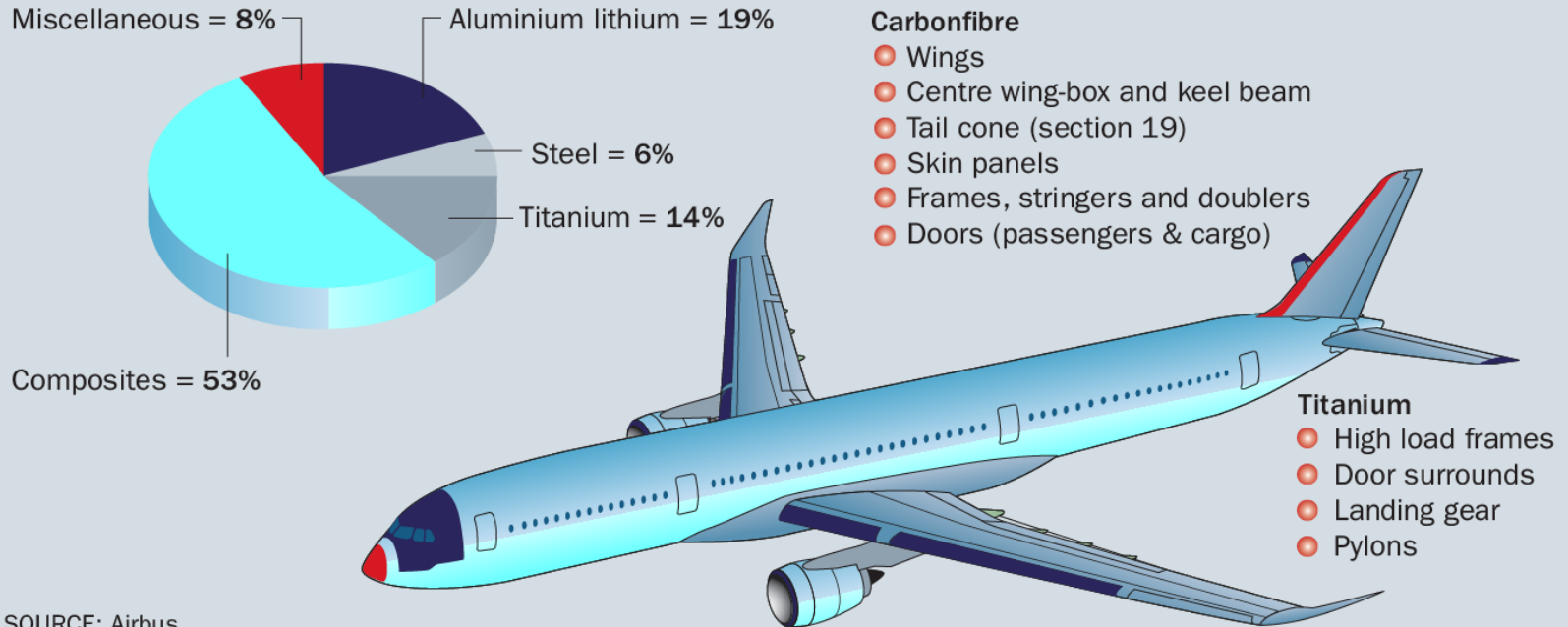
A380 composite applications

First Flight 27. Apr. 2005



Commercial Aircraft

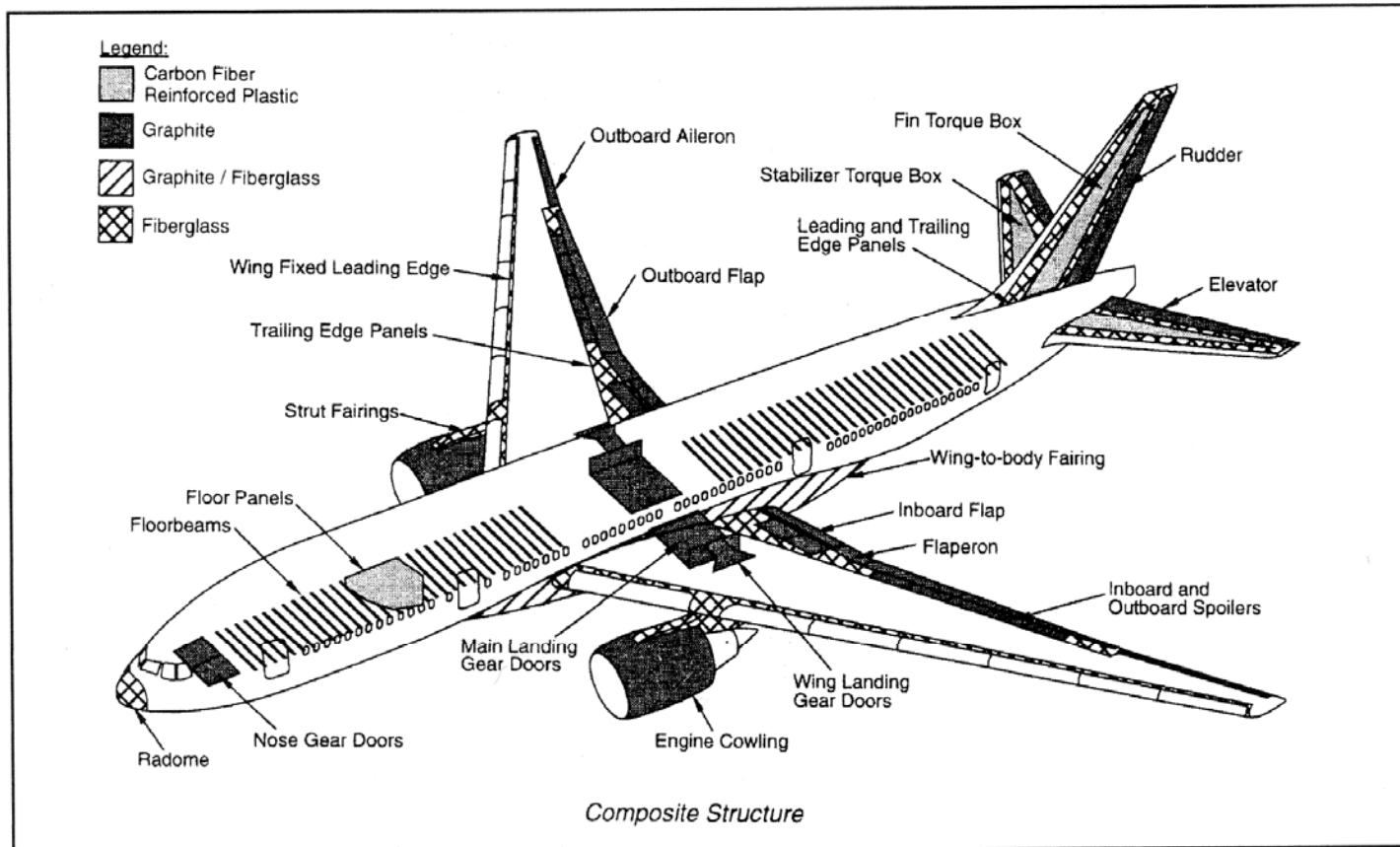
A350-900 MATERIAL BREAKDOWN



The **A350XWB** aircraft family is configured with three members: An optimized A350XWB-900 , a -800 derivative, and a -1000 developed aircraft for the 250 to 350-seat market. First Flight planned in 1stQ 2012 and Entry Into Service in mid 2013.

Commercial Aircraft

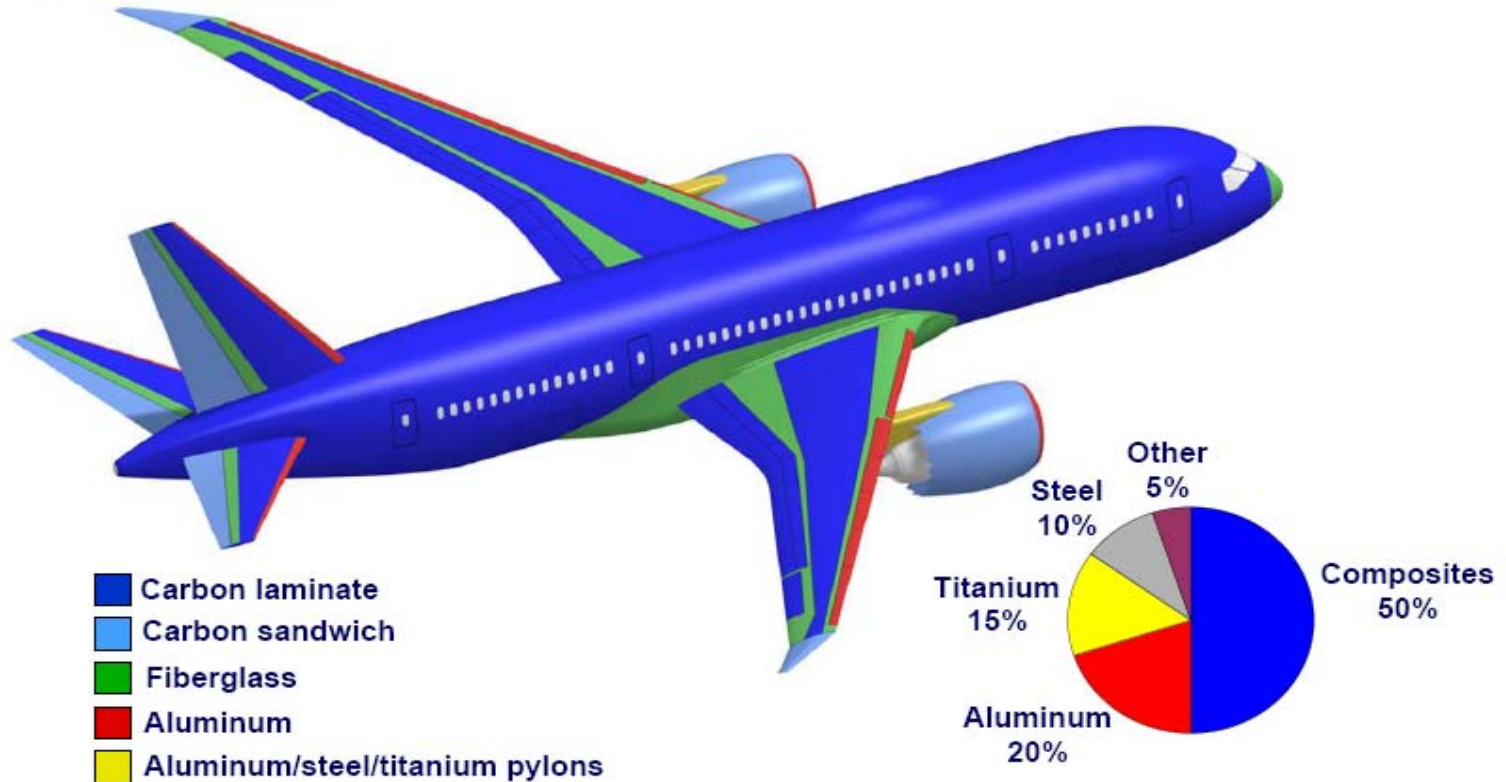
The **Boeing 777** family is a complete family of airplanes in the 300- to 370-seat market
First Flight 12. June 1994



Weight-saving advanced composite materials accounted for over nine percent of the total 777 structure. Composites have good resistance to fatigue, corrosion,

Commercial Aircraft

The **Boeing 787** family includes three passenger aircraft models -- the 787-3, 787-8 and 787-9 for the 200- to 300-seat market. Roll-Out July-08-2007. First Flight planned for end 2009, Entry Into Service end 2010.



As much as 50 percent of the structure - including the primary structure of fuselage, wing and empennage - is made of composite materials.

Übersicht

1. Einführung
2. CFK-Anwendungen im Flugzeugbau
3. CFK-Anwendungen im Schiffbau
4. CFK-Valley
5. DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik
4. Zusammenfassung

Kreuzfahrtschiffe / Marine

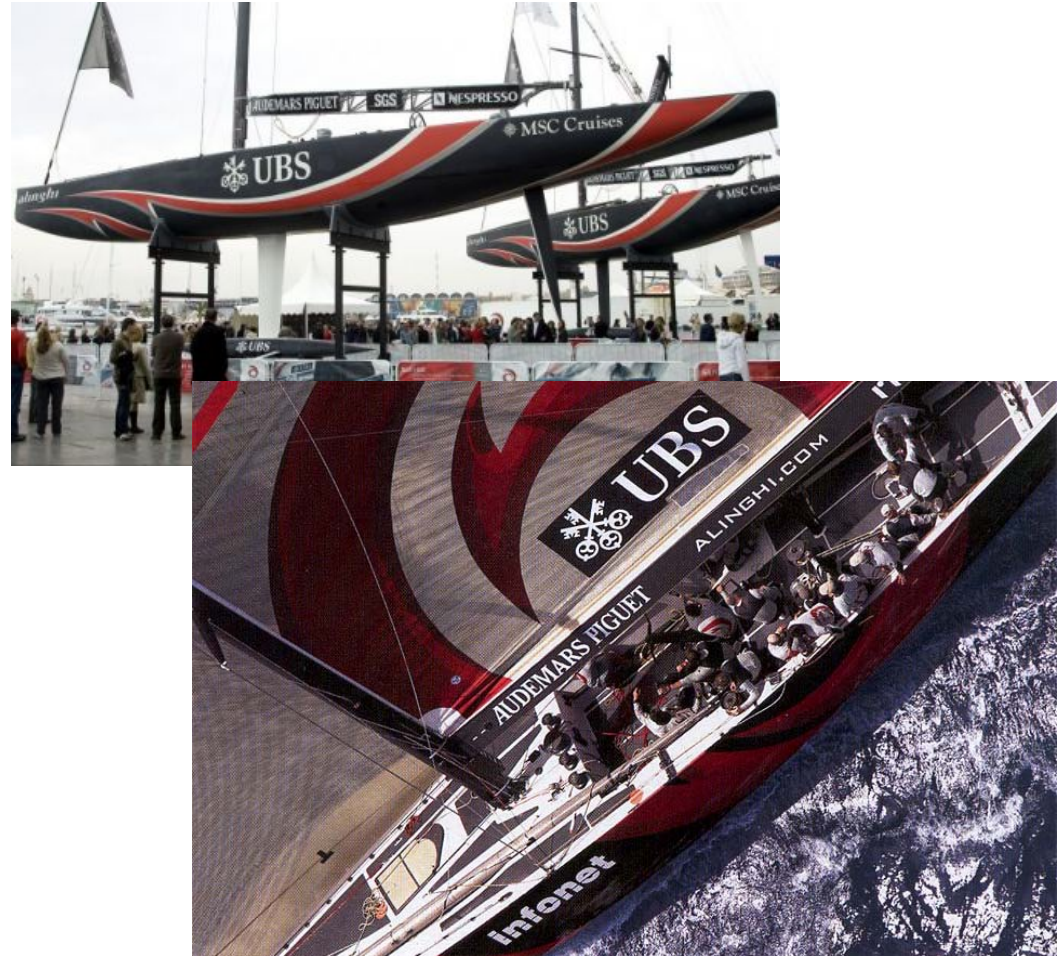
- **Vorteile von Faserverbundkunststoffen:**
 - Deutliche Massenreduzierung,
 - keine Korrosion und nahezu unbegrenzte Möglichkeiten ästhetischer Formgebung.
 - Selbst bei diesen Schiffsgiganten macht sich bspw. eine Massenreduzierung 20 bis 30 m über dem Schiffsschwerpunkt deutlich in besserer Schiffsstabilität und damit höherem Komfort für die Passagiere bemerkbar.
- Im Bereich der großen **Kreuzfahrtschiffe** bis über 300 m Länge werden bei **Decksaufbauten (Pool-, Sport- und Freizeitbereich) und Schornsteinverkleidungen (Funnel)** werftseitig immer wieder auch alternative Ausführungen in CFK angefragt.
- Dennoch wurden unserer Kenntnis nach aus **Kostengründen** alle Projekte letztlich doch auf **GFK**, manchmal sogar wieder auf Aluminium gedreht.
- In **Marineanwendungen** werden speziell bei U-Booten von HDW in den letzten Jahren vermehrt CFK-Verkleidungen umgesetzt. Details jedoch vertraulich.

Yachten

- Bei einigen Mega-Yachten (Länge bis über 160 m) wurden in den letzten Jahren bei deutschen Werften wie Lürssen (Bremen), Blohm+Voss (Hamburg) oder HDW (Kiel) - kleine bis mittelgroße **Luken, Deckel, Flaggenstöcke und Kamera-Pylone** aus CFK hergestellt. Auch gibt es bei einigen wenigen Groß-Yachten sog. „**Sonnendächer**“ (Canopy) aus CFK. Diese haben zwar bis 35 m² Fläche, sind jedoch nicht Teil eines Decks, d.h. nicht begehbar, sondern eher als steife Membranen zu sehen. Typische Anwendungen sind auch **hydraulisch betätigte Verkleidungen / Abdeckungen für Rettungs- und Fun-Boote, Davit-Verkleidungen** bis hin zu Verkleidungen für aus dem Deckshaus ausfahrbare Pizza-Öfen oder Barbeque-Grillanlagen.
- Bei verschiedenen Mega-Yachtprojekten der letzten Jahre wurden **Masten für Beleuchtung, Radar und Sat-Com** Anlagen, immerhin bis ca. 16 m hoch – zunächst in CFK-Bauweise angedacht, dann jedoch alle aus Kostengründen aus **GFK** gebaut. Die hohen Kosten standen letztlich selbst bei diesen sehr teuren Schiffen anscheinend in keinem sinnvollen Verhältnis zur erreichbaren Gewichtsreduzierung.
- Anwendungen teilweise vertraulich.

Segel- und Motorsport

- Im Bereich des Motor- und Segelsports ist CFK natürlich seit vielen Jahren ein Thema, speziell bei großen Renn-Yachten (Oracle-Race, Admirals Cup etc.). Bei diesen Hochleistungsfahrzeugen ist nahezu alles mittlerweile aus CFK, vom Rumpf bis zum Mast.



Quelle: Hahlbrock GmbH - Faserverstärkte Kunststoffe



CFK VALLEY STADE



CFK-Valley Stade e.V.

Ein regionales
Kompetenznetz
mit globaler Wirkung

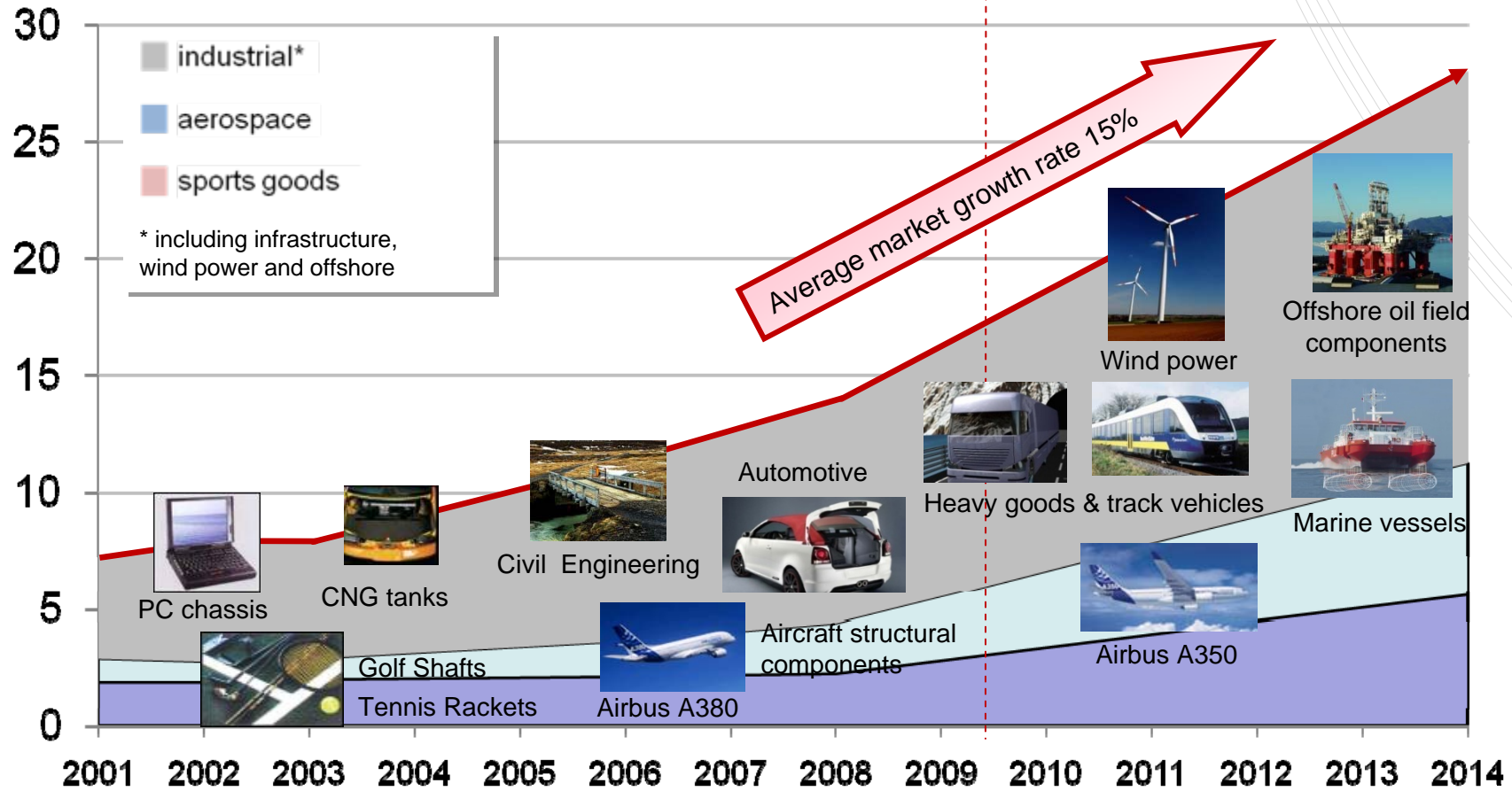
Prof. Richard Degenhardt, Prof. Dr.-Ing. Axel Herrmann, Dr. Andreas Baar

Markt: Der Wachstumsmarkt der Zukunft



Marktvolumen für Produkte aus Kohlenstofffasern in Mrd.\$

heute



In den nächsten 5 Jahren wird sich das Marktvolumen verdoppeln.

Quellen: Toray Industries, Inc. / Technology Materials Publications 2008

© 2009 Geschäftsstelle CFK-Valley Stade e.V.

Von der Manufaktur zur industriellen Fertigung



Heute

Kosten ↓
Entwicklungszeit ↓
Stückzahl ↑



Morgen

- Gewichtsreduzierung (bis zu 30 % gegenüber Aluminium)
- Unterschreitung der Stückkosten von Metallbauteilen
- Etablierung in angrenzenden Industriemärkten
- Ausbildung von qualifiziertem Personal



Entwicklung eines europäischen Zentrums für Faserverbundstrukturen
in der Region Stade / Niedersachsen
zur Erreichung der Technologie-Marktführerschaft im Zielfeld CFK

durch

Gründung des CFK-Valley Stade e.V. Mai 2004

Aufbau einer
einzigartigen
Wissensbasis
im Zielfeld
CFK-Leichtbau

Gezielte Nutzung
der Synergien
zwischen den
produzierenden
Branchen

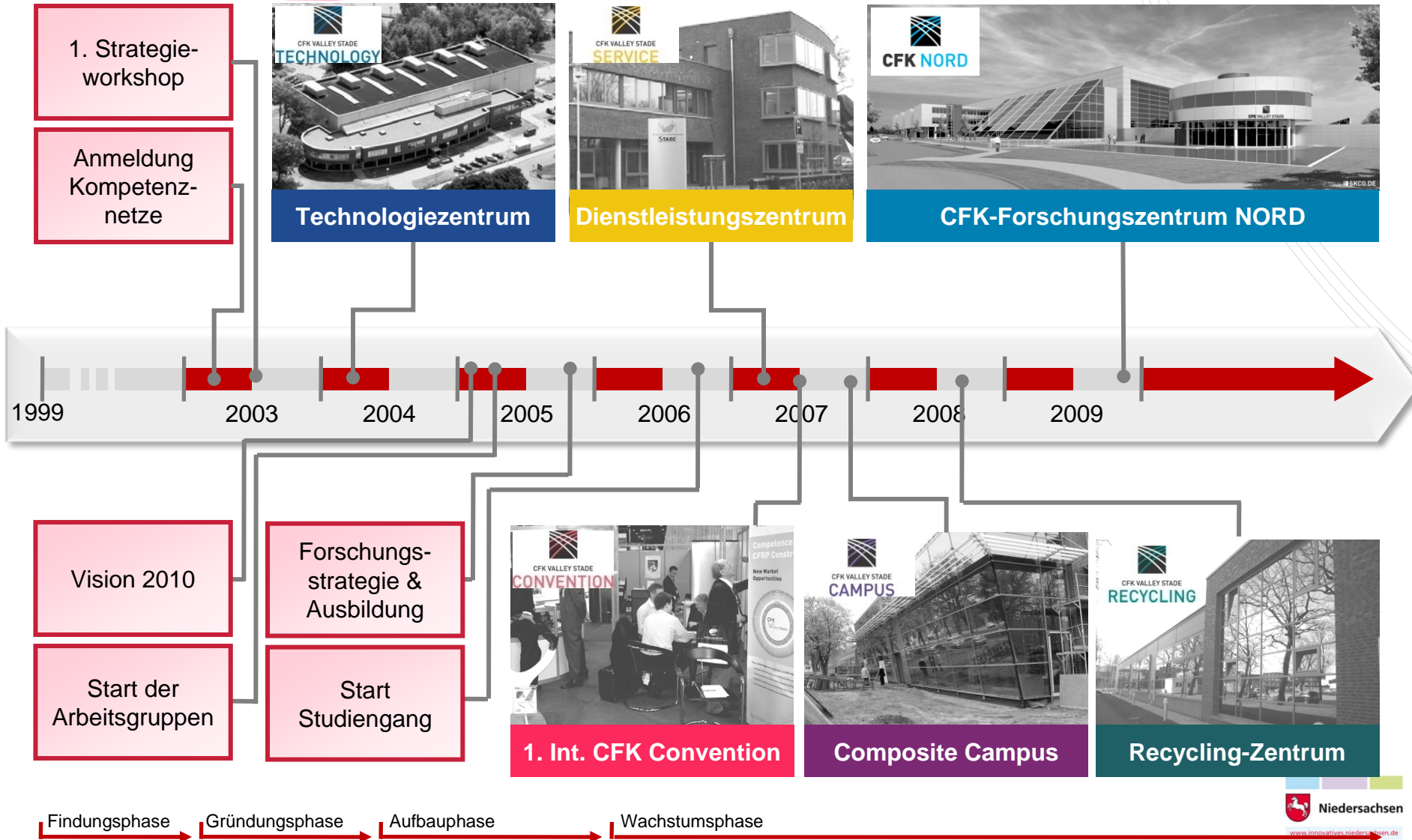
Technologie-
transfer
in
CFK-affine
Branchen

Ausbildung in
Composites /
Verbundwerkstoffe
Verfahrensmechaniker/-in
mit Schwerpunkt FVK
Bachelor- und
Masterstudiengänge

Historie und Entwicklung



CFK VALLEY STADE



© 2009 Geschäftsstelle CFK-Valley Stade e. V.

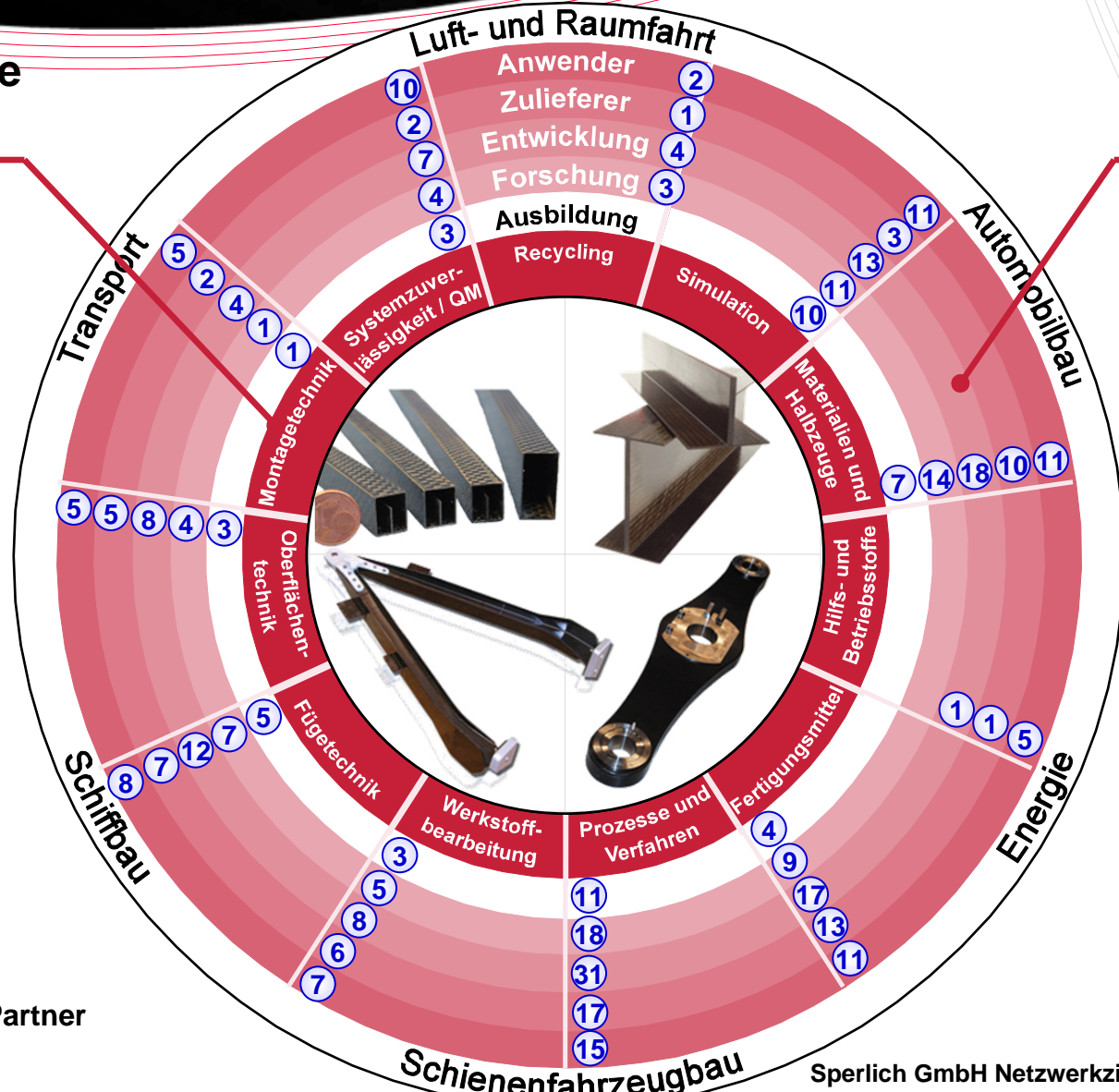
Strukturmodell im CFK-Valley Stade



CFK VALLEY STADE

Technologie
module

Prozesskette



technische
Teilmodule

Prozesskette

Märkte

11 Anzahl der Partner

Sperlich GmbH Netzwerkzirkel®

Kompetenz entlang der gesamten CFK Wertschöpfungskette (89Mitglieder)



CFK VALLEY STADE

CFK Ausbildung



Forschung



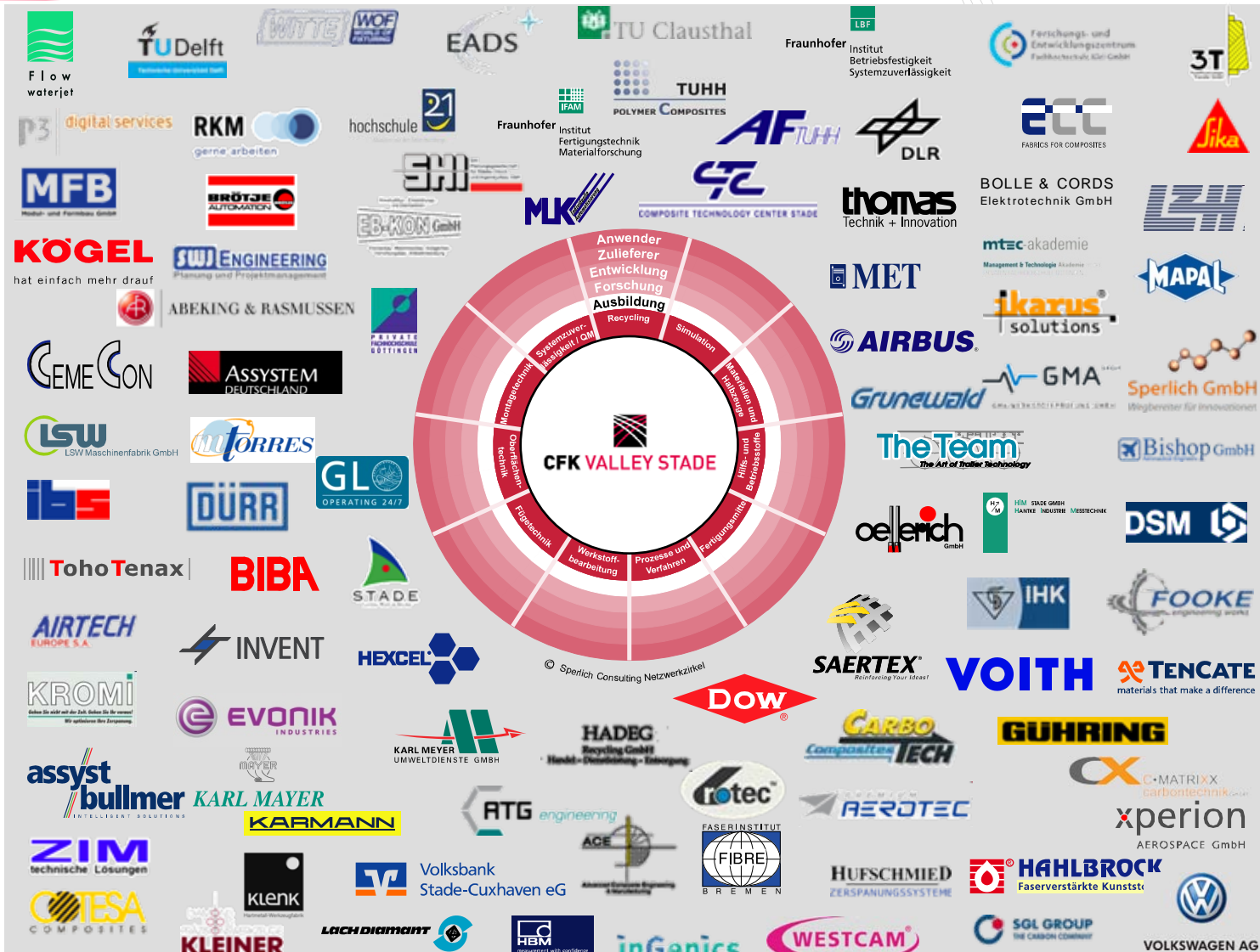
**Technologie-
entwicklung /
-engineering**

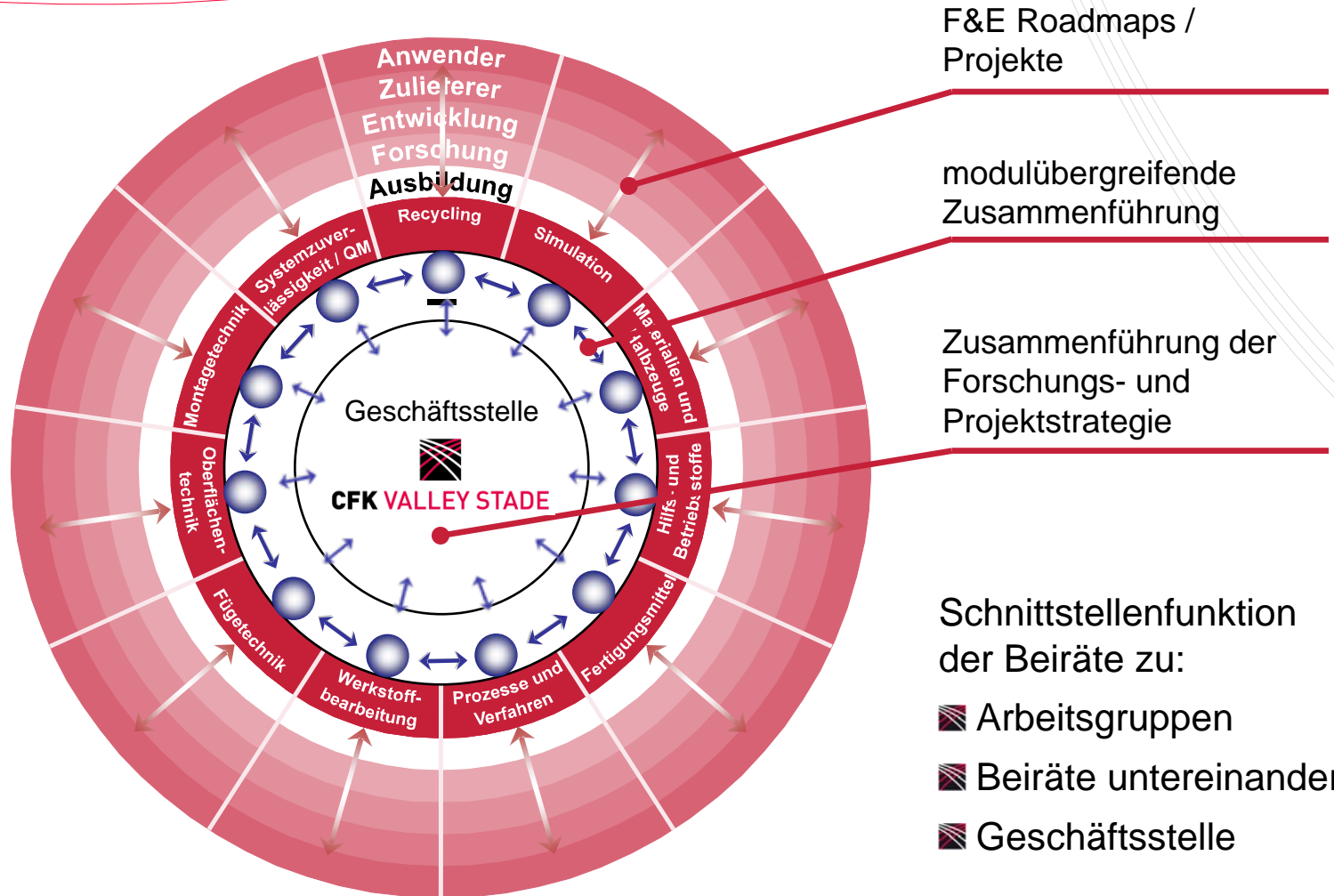


Fertigung



Recycling



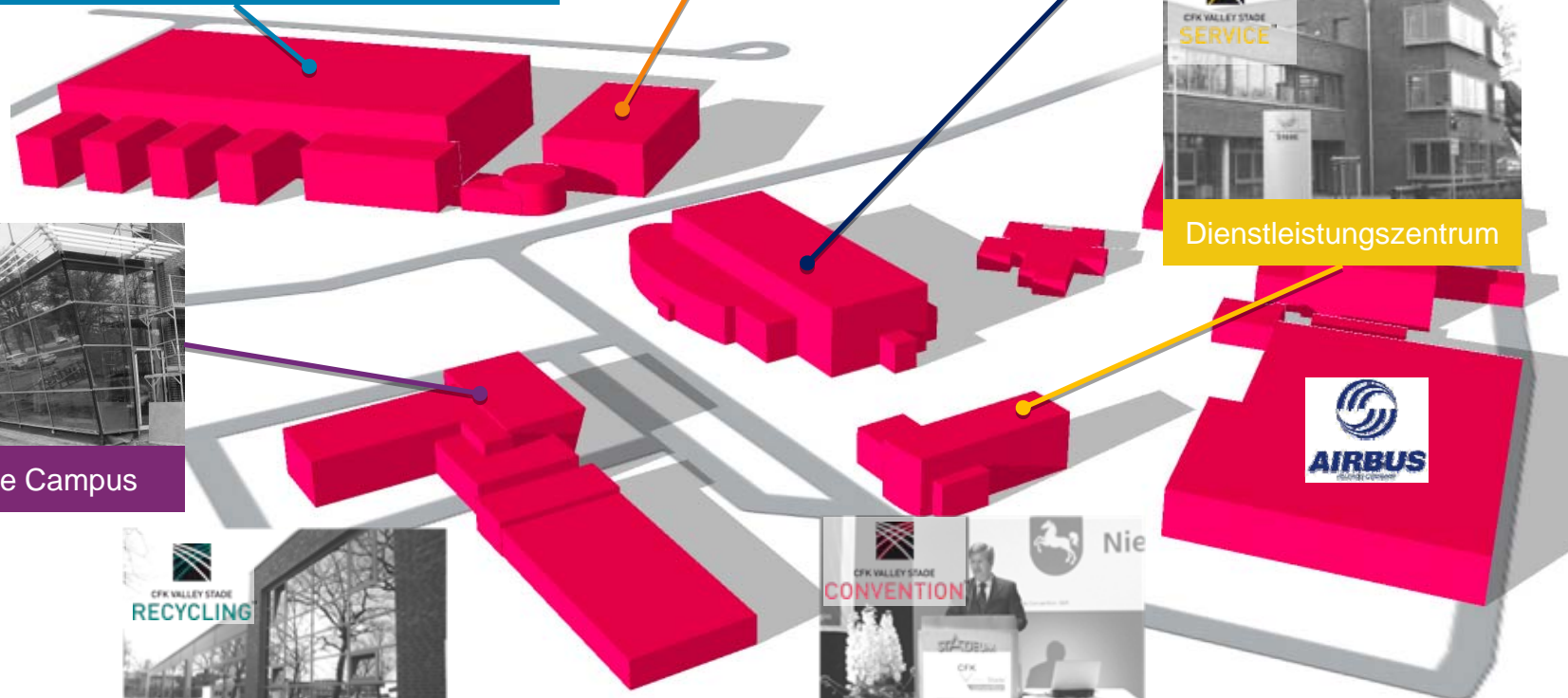
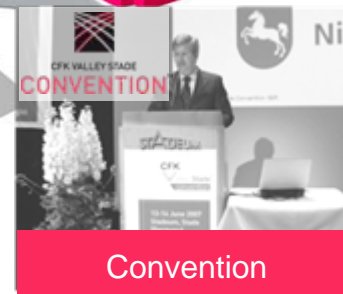


Sperlich GmbH
Netzwerkzirkel®

Infrastruktur des CFK-Valley Stade



CFK VALLEY STADE

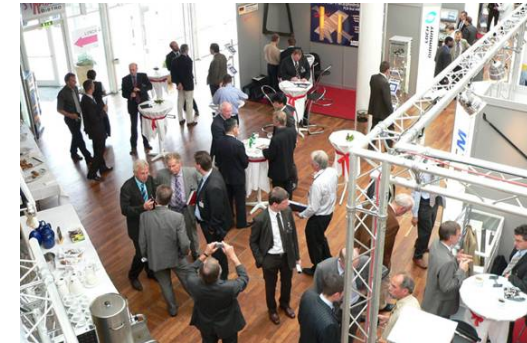


Beispiel: International CFK-Valley Stade Convention



**International Congress with
focus on CFRP Lightweight
Structures**

- 800 Visitors
- 75 Exhibitors
- Composites Innovations Award
- Next on 15/16 June 2010



Beispiel: CFK-Valley Stade Recycling



Lizenz | Gestattungsvereinbarung

Übergabe des Fördermittelbescheids am 01.11.2007



Nds. Umweltminister
Hans-Heinrich Sander



CFK VALLEY STADE
RECYCLING

CFK Valley Stade Recycling GmbH & Co. KG



Pressemitteilung

Startschuss am 13.08.2008



Nds. Wirtschaftsminister Hirche gibt Startschuss für CFK
Recycling Center



Übergabe des Fördermittelbescheids an
Herrn Grundmann, GF des Recycling-
Centers

Beispiel: CFK Valley Forschungszentrum Nord



Ansiedlung eines Institutionen
übergreifenden Forschungszentrums

Spatenstich am 10.02.2009

EADS, Airbus, Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt (DLR), die Fraunhofer-Gesellschaft,
CFK-Valley Stade, Dow Deutschland

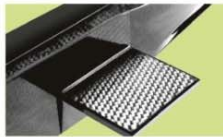


70% Gewichtsverlust mit der Niedersachsen-Diät!

Leider bislang nur für Flug- und Fahrzeuge erhältlich.

CFK VALLEY STADE

Gewichtsreduktion ist die Spezialität des CFK Valleys in Stade. Hier werden Leichtbauwerkstoffe realisiert, die 70% weniger wiegen als Stahl. Und sogar 30% leichter sind als Aluminium.



AIRBUS

Der Traum vom Fliegen wird leichter: Innovative Technologien auf CFK-Basis tragen dazu bei, dass die A350 XWB pro Sitz 25% sparsamer fliegt.



Schon entdeckt?

Auch in dieser Anzeige ist ein Pferdeapfel versteckt: nur als kleiner Hinweis auf unsere Produktivität. Und weil bei Innovationen genau wie bei Pferdeäpfeln gilt: Richtig gut ist es erst, wenn's rund ist.

www.innovatives.niedersachsen.de



PRIVATE HOCHSCHULE GÖTTINGEN

Experten-Urteil mit Gewicht: Die PFH Göttingen gilt unter Fachleuten als renommierte Adresse für ihre Studiengänge rund um die Bereiche Verbundwerkstoffe und Adaptronik.



CTC COMPOSITE TECHNOLOGY CENTER STADE

Revolutionäres mit Leichtigkeit: Die CTC GmbH stellt bisherige Fertigungskonzepte auf den Kopf. Ein in Stade entwickeltes Verfahren verkürzt die Produktionszeit der A350 XWB erheblich.



Niedersachsen

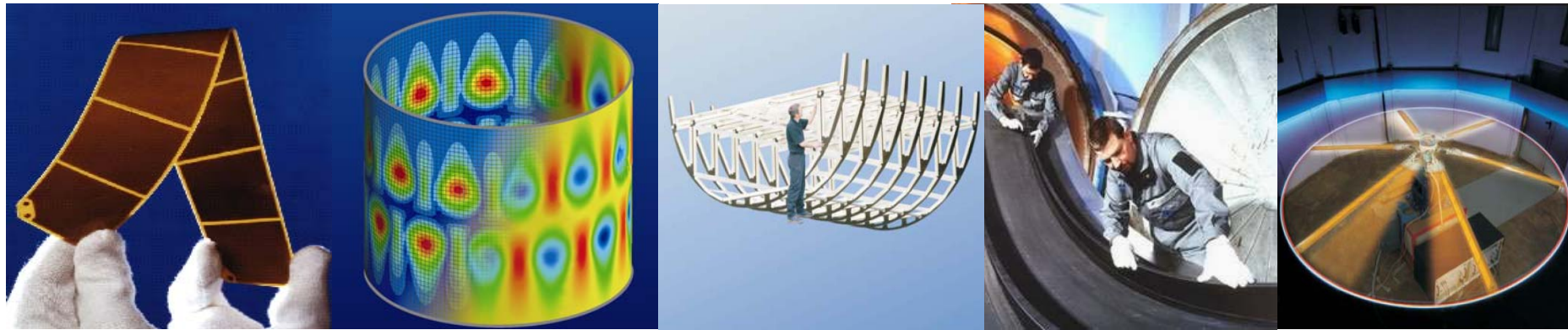
Sie kennen unsere Pferde. Erleben Sie unsere Stärken.



Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik

Hochleistungsleichtbau

anpassungsfähig – effizient – tolerant



Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik

Direktor: Prof. Dr.-Ing. M. Wiedemann

Stellv. Direktor: Prof. Dr.-Ing. J. M. Sinapius

Hochleistungsleichtbau

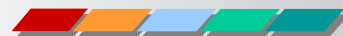
anpassungsfähig – effizient – tolerant

Wir sind die Experten für Entwurf und Realisierung innovativer Leichtbausysteme.

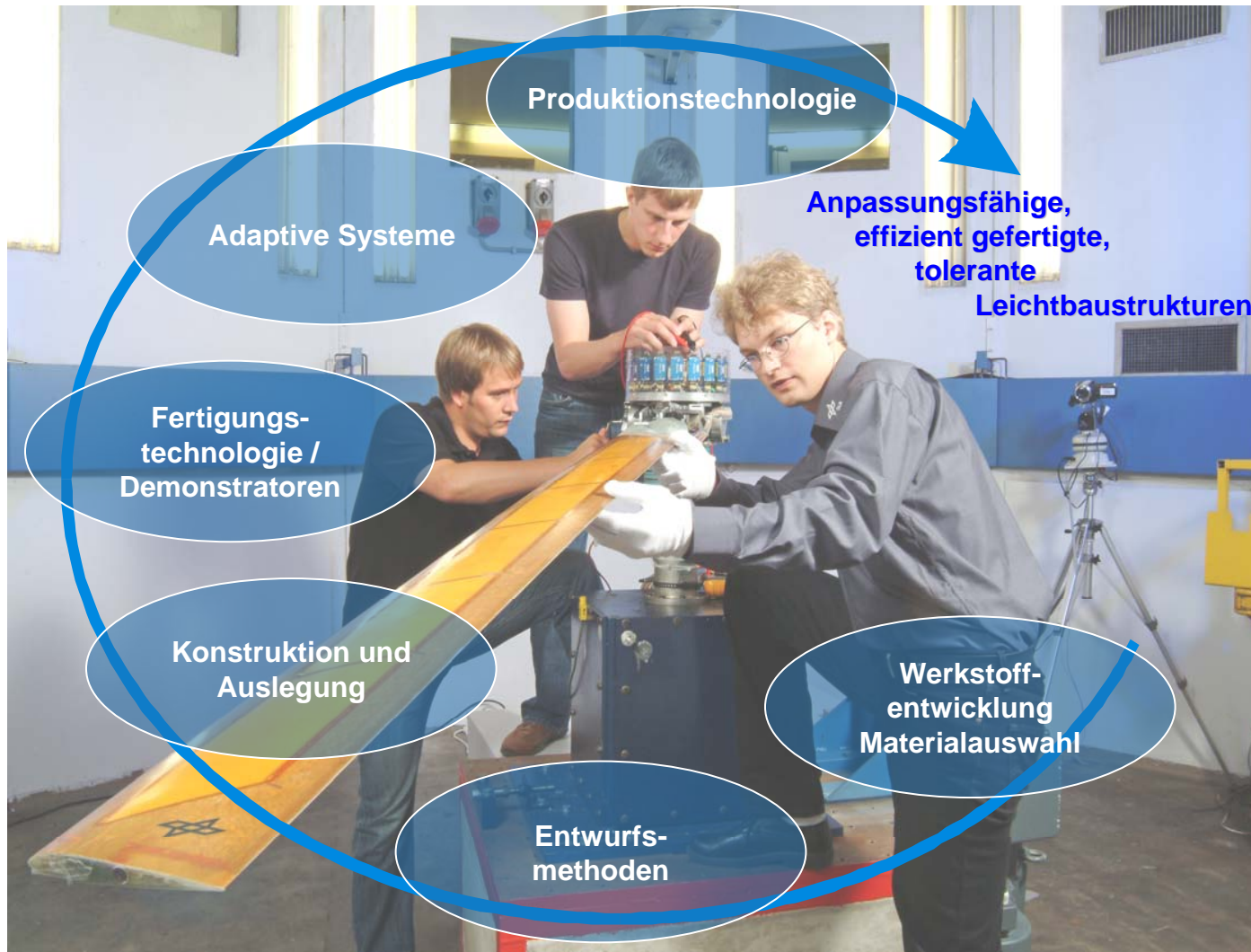
Unsere Forschung dient der Verbesserung von

- Sicherheit
- Kosteneffizienz
- Funktionalität
- Komfort
- Umweltverträglichkeit

Wir schlagen die Brücke zwischen Grundlagenforschung und industrieller Anwendung



Die Prozesskette des Hochleistungsleichtbaus



Forschungsgebiete

Anwendungsforschung

Luftfahrt

Weltraum

Verkehr

Energie

Leichtbau

Zukunftsforschung

Multifunktions-
werkstoffe

Struktur-
mechanik

Funktions-
leichtbau

Faserverbund-
technologie

Adaptronik

Werkstoffe und
Fertigungsprozesse



Faserverbundgerechte
Leichtbaustrukturen



Herausforderungen ↓

Sicherheit

Funktionalität

Kosten

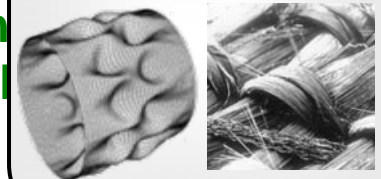
Komfort

Umwelt-
verträglichkeit

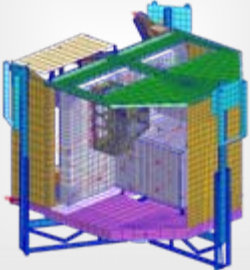
Nanobasierte
Werkstoffsysteme



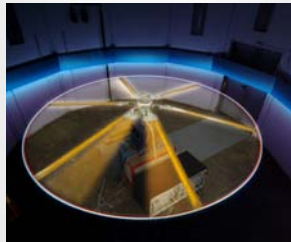
Robuste
Entwurfsmethoden



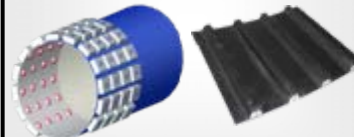
Simulationswerkzeuge
und Testfeld



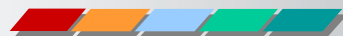
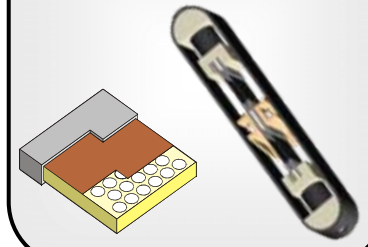
Aktive
Leichtbausysteme



Fertigungsprozesse
und Prozesssimulation



Multifunktionaler
Leichtbau



Multifunktionswerkstoffe

P. Wierach

Mehr Funktion in den Werkstoff

- Faserverbundwerkstoffe
- Nanocomposites
- Smart Materials
- Integrierte Bauteilüberwachung
- Werkstoffcharakterisierung



Strukturmechanik

A. Kling

Mit uns können Sie rechnen!

- Methoden des Gesamtentwurfs
- Stabilität
- Schadenstoleranz
- Strukturmechanik
- Thermalanalyse
- Multiskalenanalyse
- Prozesssimulation



Funktionsleichtbau

Dr. Chr. Hühne

Unser Design für Ihre Struktur!

- Entwurf, Konstruktion, Berechnung
- Bauweisen und Bewertung
- Multifunktionale Strukturen
- Formvariable Strukturen
- Hybride Strukturen



Faserverbundtechnologie

Dr. M. Kleineberg

Wir beherrschen die Prozesskette!

- Neue Fertigungsverfahren
- Hybride Fertigung
- Reparatur / Fügen
- Prozessautomatisierung

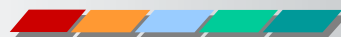


Adaptronik

Dr. H.-P. Monner

Die Adaptronik-Pioniere

- Simulation des adaptiven Gesamtsystems
- Aktive Vibrationsunterdrückung
- Aktive Lärmreduktion
- Aktive Gestaltkontrolle



Schwerpunkt Rumpftechnologien

T. Ströhlein

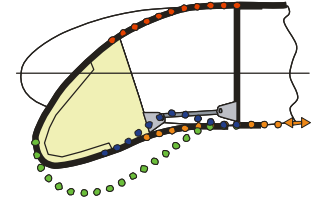
- Rumpfbauweisen
- Große Rumpfausschnitte
- Fertigungstechnologien



Schwerpunkt Hochauftrieb

Dr. O. Heintze

- Flexible Flügelvorderkante
- Aktive Strömungskontrolle an Hochauftriebssystemen



Schwerpunkt Spezialstrukturen

M. Hanke

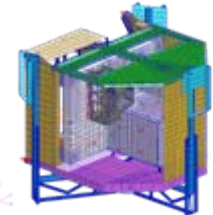
- Strukturintegrierte Antennen
- Stealth-Strukturen
- Radombauweisen



Schwerpunkt Weltraum

Prof. Dr. J. Block

- Landerstrukturen
- Entfaltbare Raumfahrtstrukturen
- Oberstufe



Schwerpunkt Verkehr

J. Nickel

- Next Generation Train
- Neue Fahrzeugstrukturen

