

Premium AEROTEC

Mechatronische Handhabungsgeräte

präsentiert durch

Dr. Hilmar APMANN

Leiter Technologie Fertigungssysteme

Augsburg, 15.05.2013

Mechatronische Handhabungsgeräte

- **Vorstellung Premium AEROTEC GmbH**
- Toolings für die Einzelteilverfertigung von CFK
- Serienfertigung von CFK-Komponenten
- Automatisierte Handhabung von Kohlefaser-Halbzeugen

- Über 7.000 Beschäftigte, davon über 350 Auszubildende
- Umsatz von 1,3 Milliarden Euro im Jahr 2011
- Premium AEROTEC ist in allen großen zivilen und militärischen Flugzeugprogrammen vertreten (Airbus A318-A321, A330/A340, A350 XWB, A380, Boeing 787, A400M, Eurofighter, Tornado)
- Kerngeschäft sind die Entwicklung und Herstellung von Metall- und Kohlefaserverbund-Flugzeugstrukturen sowie die damit verbundenen Vorrichtungen und Fertigungssysteme
- Fertigungsstätten in Augsburg, Bremen, Nordenham und Varel in Deutschland sowie im rumänischen Braşov



EADS



**Airbus /
Airbus Military**



Eurocopter



Astrium



Cassidian



Premium AEROTEC



AEROLIA



ATR

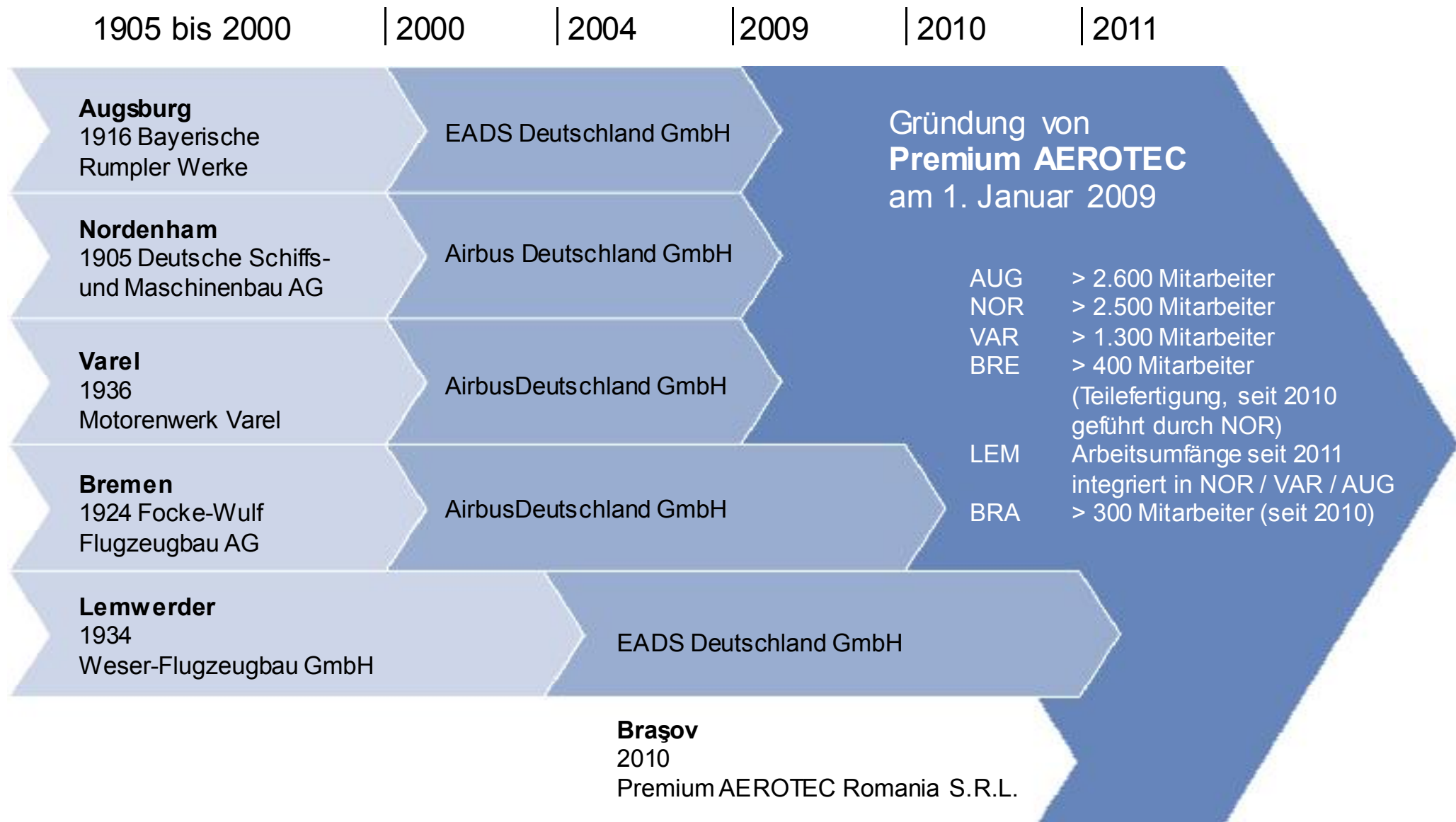


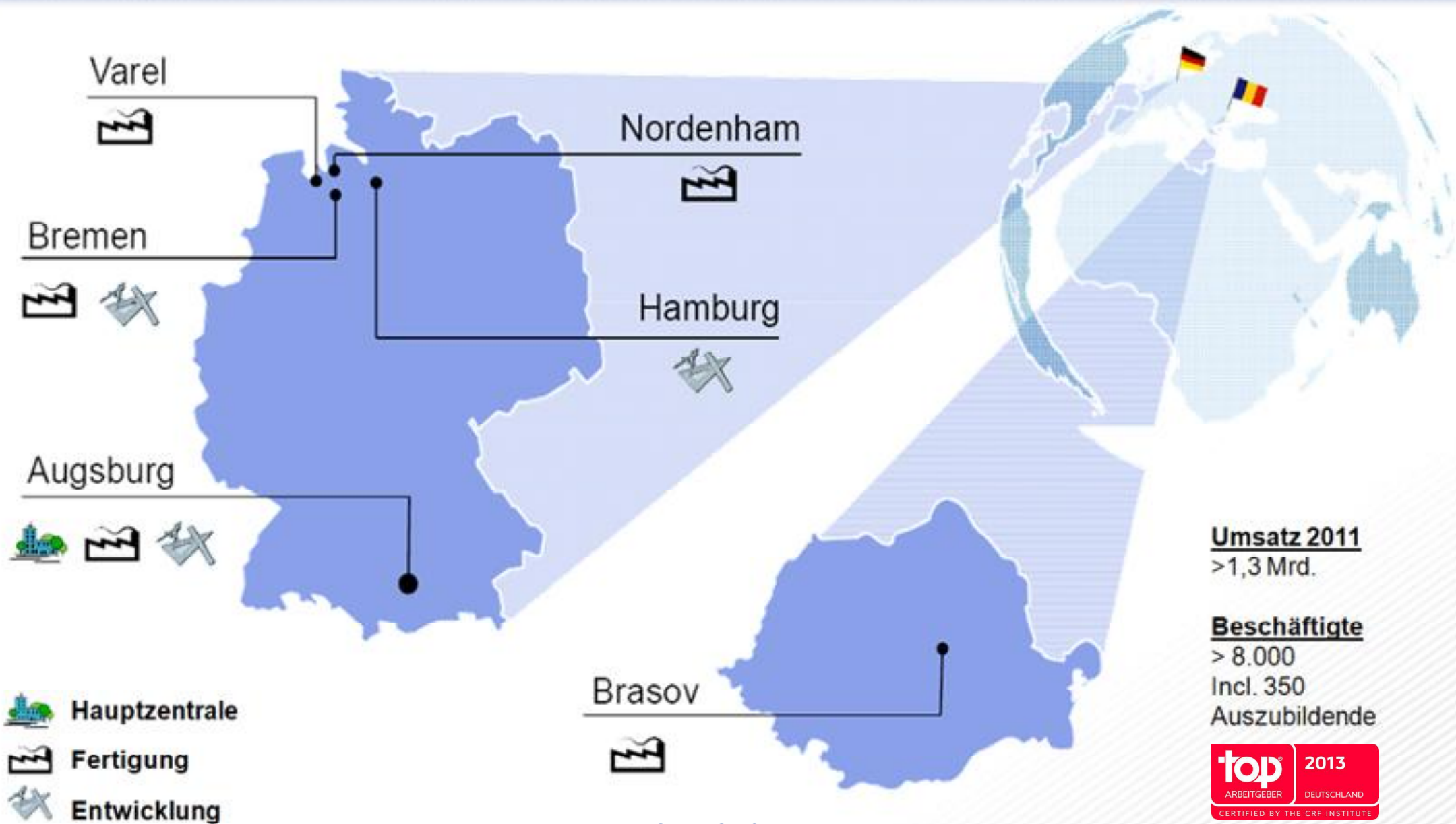
**EADS
EFW**



**EADS
SOGERMA**

Premium AEROTEC ist eine 100-Prozent-Tochter von EADS und wichtiger Partner von Airbus





Premium AEROTEC fertigt international

Zivilflugzeuge



Airbus
A318 / A319 / A320 / A321

- Rumpfsektionen
- Flügelkomponenten
- Fußbodenstruktur



Airbus
A330 / A340 / A350

- Rumpfsektionen
- Flügelkomponenten
- Fußbodenstruktur
- Druckschott



Airbus A380

- Flügelkomponenten
- Fußbodenstruktur



Boeing B787

- Druckschott
- Titanbauteile

Militärflugzeuge



Eurofighter Typhoon

- Rumpfmittelteil
- Montage
- Kleinteile
- Systembauteile



A400M

- Hintere Rumpfsektion
- Oberes Frachtladetor (CFK)
- Systembauteile



UAV Barracuda

- CFK-Rumpfstruktur
- Systembauteile
- Integration



Tornado

- Rumpfsektionen
- Ersatzteile, Systembauteile, Einsatzsysteme

Mechatronische Handhabungsgeräte

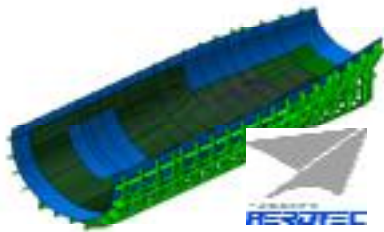
- Vorstellung Premium AEROTEC GmbH
- **Toolings für die Einzelteillfertigung von CFK**
- Serienfertigung von CFK-Komponenten
- Automatisierte Handhabung von Kohlefaser-Halbzeugen

➤ CFK-Fertigung

Entwicklung und Realisierung von Aushärtvorrichtungen für CFK-Komponenten

Unterschale (negativ)

Abmaße: 3.5m x 4.5m x 10.5m
Toleranzmaß: $\pm 0,35\text{mm}$



Seitenschale (negativ)

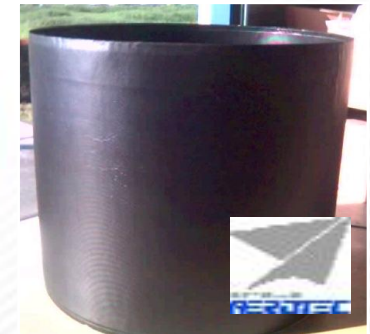
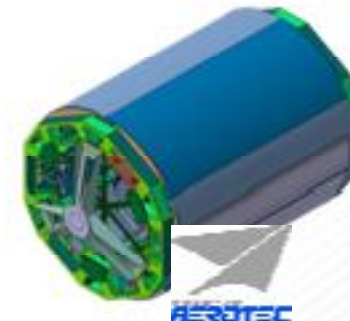


Türschale mit integrierten Stringern (positiv)



Gewinkelte Sektionen

Abmaße: $\varnothing 4.8\text{m} \times 5.5\text{m}$



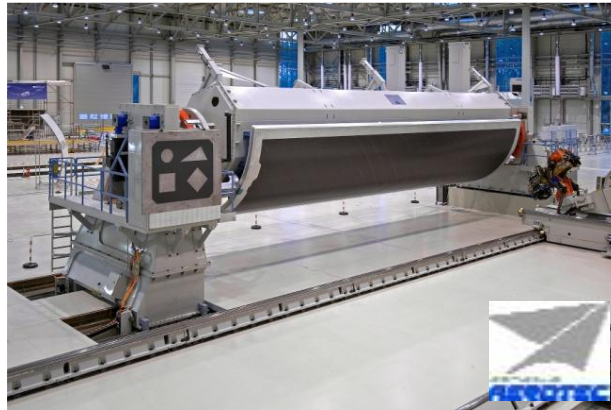
Entwicklungen für innovative CFK-Serienbauteile

➤ CFK-Fertigung

CFK-Bauteile-Produktion im A350-Programm

Legevorrichtung für CFK-Rumpfschalen

Abmaße: 14m x 6m x 3.5m mit Adapterflächen: 16,5m
Toleranzmaß: $\pm 0,3\text{mm}$



MFTTS

(Multi-Functional-Transfer-and-Turning-System) mit Ablegevorrichtung

Abmaße: 15m x 7m x 8m
Wiederholgenauigkeit: $\pm 0,4\text{mm}$



Laminierklebvorrichtung für A350-Druckkalotte

Abmaße: 5,5m x 5m x 1,2m
Toleranzmaß: $\pm 0,3\text{mm}$



Aushärtevorrichtung zur Herstellung von Rumpfschalen mit Stringern

Abmaße: 14m x 6m x 2.5m
Toleranzmaß: $\pm 0,3\text{mm}$



Einzelteilerfertigung bei der A350 Produktion

➤ CFK-Fertigung

Toolings für integrale CFK-Bauteile

Differenzielle Bauweise

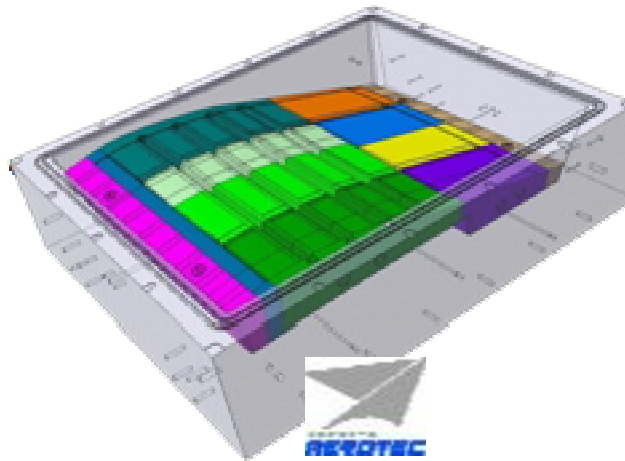
Beispiel: Montage
Landeklappe A340-600



Integrale Bauteile bedürfen komplexe Toolings

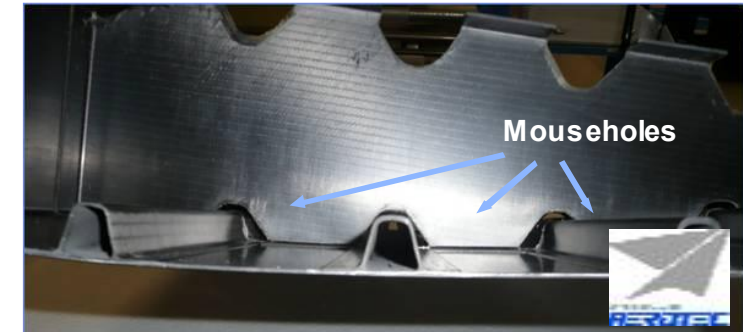
RTM-Werkzeug mit Materialmix
gefertigt: Kavität und Deckel aus
Stahl, Kerne aus Aluminium

($T_{\Delta} = 160K$).



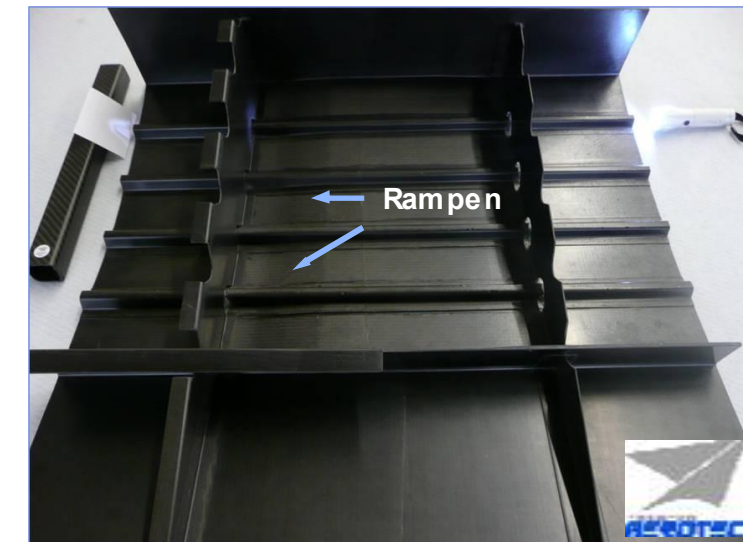
Integrales CFK-Bauteil

Integrierte Hohlräume mit
Hinterschnitt



Integrales CFK-Bauteil

Lokale Verstärkungslagen
in Rampenform
auslaufend

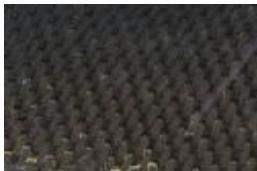


Integrale Bauweise vermindert Montageaufwand und Gewicht

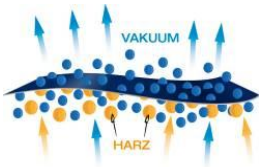
Mechatronische Handhabungsgeräte

- Vorstellung Premium AEROTEC GmbH
- Toolings für die Einzelteilerfertigung von CFK
- **Serienfertigung von CFK-Komponenten**
- Automatisierte Handhabung von Kohlefaser-Halbzeugen

➔ Materialien im Flugzeugstrukturbau

Aluminium	CFK	GLARE	Titan	GFK
Beschreibung				
• Metallischer Werkstoff • Hohe Festigkeit • Geringe Materialkosten • Gute Verarbeitbarkeit	• Verbundwerkstoff basierend auf Kohlefasern • Sehr hohe Festigkeit • Sehr hohe Materialkosten • Aufwendige Verarbeitbarkeit	• Hybride Werkstoff aus Aluminium und Glasfasern • Hohe Festigkeit • Hohe Materialkosten • Aufwendige Verarbeitbarkeit	• Metallischer Werkstoff • geringe chem. Reaktion mit CFK • Sehr hohe Festigkeit • Sehr hohe Materialkosten • Aufwendige Verarbeitbarkeit	• Verbundwerkstoff basierend auf Glasfaser • Hohe Festigkeit • Geringe Materialkosten • Schwierige Verarbeitbarkeit
Material- und Prozesseigenschaften				
↑ Gute Zerspanbarkeit ↑ Etabliertes Material ↑ Etablierter Füge- und Montageprozess ↑ Geringe Kosten ↓ Geringer Integrationsgrad ↓ Aufwendiger Montageprozess	↑ Hohe Integrationsmöglichkeit ↑ Geringes Bauteilgewicht ↑ Sehr gutes Leistungsgewicht ↓ Aufwendiger Fertigungs- und Montageprozess ↓ Hohe Zykluszeiten ↓ Hohe Fertigungskosten ↓ Handhabung des Materials	↑ Gutes Leistungsgewicht ↑ Prozesskosten ↓ Hoher Arbeitsaufwand ↓ Hohe Werkzeugkosten ↓ Hoher Fertigungsaufwand	↑ Sehr gutes Leistungsgewicht ↑ Geringe chem. Reaktion gegenüber CFK ↓ Schwierige Zerspanbarkeit ↓ Werkzeug- und Fertigungskosten ↓ Hohe Materialkosten	↑ Einfache Verarbeitbarkeit ↑ Geringe Fertigungskosten ↑ Einfacher Montageaufwand ↑ Hohe Integrationsmöglichkeit ↓ Werkzeugkosten ↓ Zykluszeiten ↓ Fertigungsaufwand ↓ Leistungsgewicht
				

Fertigungsprozesse für faserverstärkte Bauteile

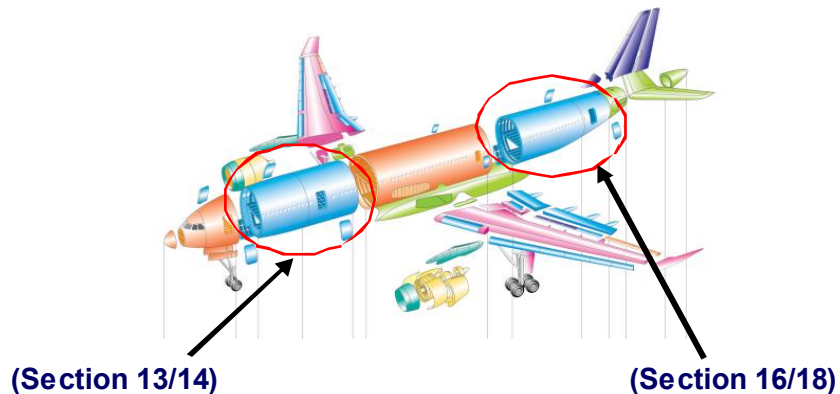
Prepreg-Autoklav-Verfahren	VAP-Verfahren	RTM-Verfahren	FV Thermoplast-Umformverfahren	GLARE-Technologie
Beschreibung				
- Bauteillaminierung vollautomatisiert mit Fiber Placement Anlage - Aushärtvorgang im Autoklav	- Trockenes Gelege (Preforms) auf einem offenen Werkzeug - Infiltration findet autoklavlos mit Vakuum in einem Ofen statt	- Trockenes Gelege (Preforms) in 2-teiliges Werkzeug - Infiltration findet über Druck / Injektion statt - Aushärtung im Werkzeug, im Ofen oder in Heizpresse	- Anlieferung von Organoblechen in 2D - Konturen werden per Wasserstrahl ausgeschnitten - Umformung erfolgt nach Aufheizung über einem Presswerkzeug	- Hybrides Bauteil aus Aluminium und GFK-Gelege - Geformtes Aluminium-Blech wird mit Glasfaser-Prepreg belegt - Gemeinsames Aushärten im Autoclaven
Verfahrenseigenschaften				
↑ Prozesssicherheit ↑ Hohes Leistungsniveau ↓ Automatisierbarkeit ↓ Kosten ↓ Zykluszeiten ↓ Materialbedarf ↓ Mögliche Bauteilkomplexität ↓ Materialkosten ↓ Werkzeugkosten	↑ Prozesssicherheit ↑ Mögliche Bauteilkomplexität ↑ Wenig Porositäten ↓ Rüstzeiten ↓ Automatisierbarkeit ↓ Kosten ↓ Zykluszeiten ↓ Material	↑ Prozesssicherheit ↑ Zweiglatte Seiten ↑ Materialbedarf ↑ Verbesserte Genauigkeit ↑ Zykluszeiten ↑ Reproduzierbarkeit → solide Bauteile ↑ Prozesskosten ↓ Hoher Arbeitsaufwand ↓ Bauteilgrößen eingeschränkt	↑ Prozesssicherheit ↑ Rüstzeiten ↑ Automatisierbarkeit ↑ Zykluszeiten ↑ Materialbedarf ↑ Wiederverwendbarkeit ↓ Werkzeugkosten ↓ Materialkosten	↑ Prozesssicherheit ↑ Automatisierbarkeit ↑ Geringeres Gewicht ↑ Höhere Festigkeit ↓ Werkzeugkosten ↓ Zykluszeiten ↓ Materialbedarf ↓ Materialkosten im Vergleich zu Aluminium ↓ Fertigungsaufwand
				

➤ Airbus A350 als Technologietreiber



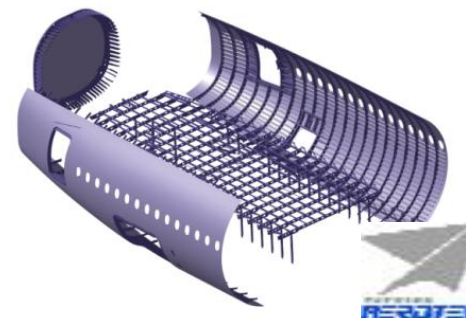
- First delivery: 2013
- Overall Orders: > 580

Premium AEROTEC Work Share



Section 13/14

Side-Shells
Upper Shell
Lower Shell
Floor Grid
Barrel Assembly



Section 16/18

Side-Shells
Floor Grid
Pressure Bulkhead

Technologiewandel mit der Einführung des A350 XWB

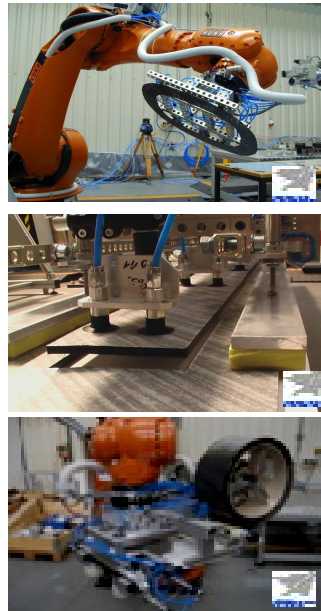
➤ Technikum für Automatisierung

- Automatisierung der Handhabung und Positionierung von CFK-Material
- Entwicklung und Qualifikation von Endeffektoren
- Weiterentwicklung von Greifsystemen
- Endeffektor zum endlosen Ablegen von Kohlefaser-Gelege
- Automatisiertes Drapieren von Faserwerkstoffen
- Umrissbearbeitung von CFK-Bauteilen
- Automatisierte Montage von Strukturbauteilen / -komponenten



KR150 in Kombination mit einer 200t RTM-Press

Abmessung Fläche + ZONE II: 27m x 10m



Abmessungen der Fläche: 19m x 10m

Mechatronische Handhabungsgeräte

- Vorstellung Premium AEROTEC GmbH
- Toolings für die Einzelteilerfertigung von CFK
- Serienfertigung von CFK-Komponenten
- **Automatisierte Handhabung von Kohlefaser-Halbzeugen**

➤ Mechatronische Handhabungsgeräte

Funktionen und Aufgaben der Handhabung:

- **Greifen**
 - Wie greife ich ?
- **Erkennen**
 - Muss ich erkennen oder geht das so ?
- **Positionieren**
 - Wo und wie muss ich positionieren ?
- **Drapieren**
 - Wohin und worauf drapiere ich ?
- **Funktionsintegration**
 - Was kann ich noch alles machen ?

→ Mechatronische Handhabungsgeräte

→ mechatronisches Handhaben:

→ mechanisch und elektronisch

→ „Greifen“ und „Steuern“

➤ Greifen

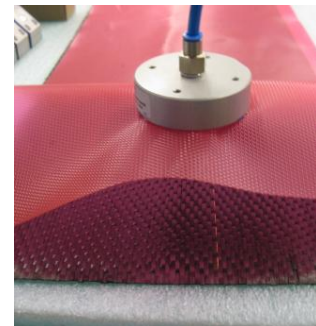
Wie greife ich ???

Kraftschluss:
Saugen oder Pusten

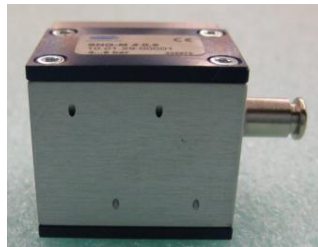


Schmalz SBS 60 HF G1/8 -IG-

Pneumatische
Lösungen



Formschluss:
Nadelgreifer

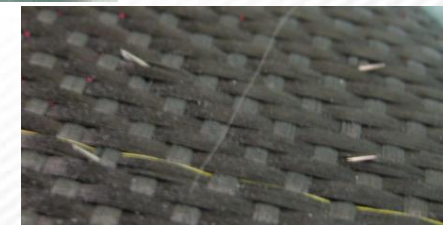
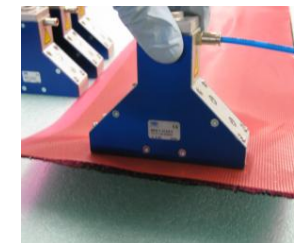


Schmalz SNG-M 4 0.8

Schmalz SNG-Y 12 0.8 V



sehr geringe
Beeinflussung des
Materials durch
Nadelgreifer

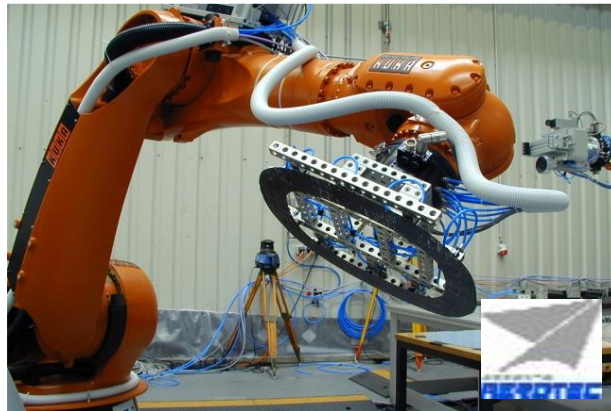


unterschiedliche Materialien müssen gegriffen werden

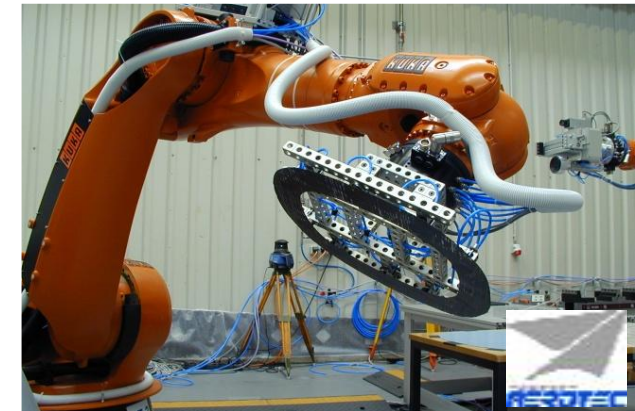
➤ Erkennen

Muss ich erkennen oder geht das so ???

Handhabung ohne
Erkennen:
Programmieren



Handhabung mit
Erkennen:
Definiertes Aufnehmen



- **Erkennung der Objekte:**
 - Liegt mein Objekt an der selben Stelle oder nur an der gleichen Stelle ?
- **Erkennung der Zielposition:**
 - Kann ich die Position zum Ablegen erhöhen und dadurch die Genauigkeit erhöhen ?

Erkennen bei Integration von Kamerasystemen

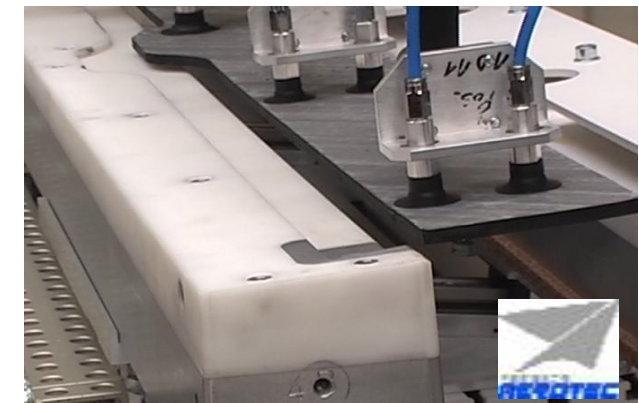
➤ Positionieren

Ablegen oder Dranlegen ???

Entformen und
Ablegen



Handhabung und
Dranlegen



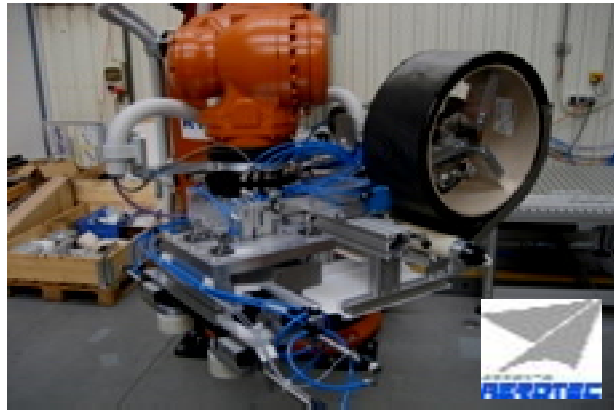
- **Positionierung der Objekte:**
 - Wohin positioniere ich das Material ? Wie ist der Untergrund beschaffen ?
- **Sensibilität der Objekte:**
 - Wie sorgsam muss ich mit dem Material umgehen ?

Positionieren bei Integration von Kraft-Momenten-Sensoren

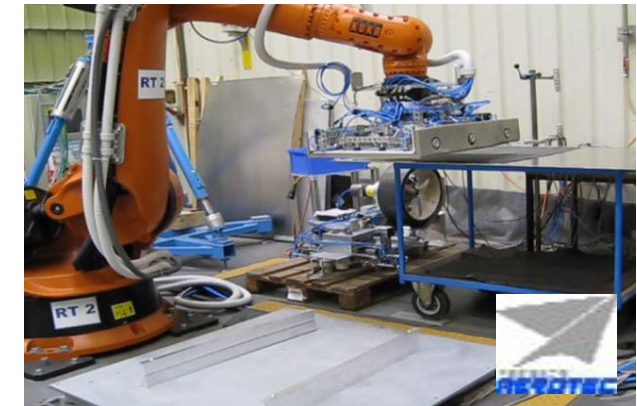
➤ Drapieren

Drauflegen von 2D in 2,5D oder 3D ???

Drapieren eines
radialen Preforms



Drapieren von C-
Holm-Geometrien



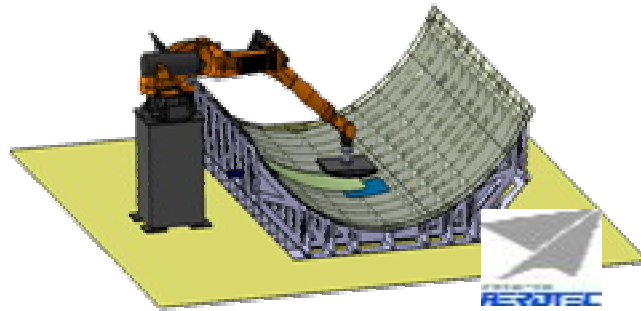
- **Drapieren des Materials:**
 - Wie komplex ist meine Soll-Geometrie ?
- **Drapieren mit Automatisierung:**
 - Wie bilde ich den händischen Prozess ab ? Muss der Prozess anders ablaufen ?

Drapieren von flachen Geometrien in komplexere Geometrien

➤ Funktionsintegration

Integration von Polar Patches in 2,5D oder 3D

Integration von Polar Patches in eine zylindrische Schale



Realisierung in einer Demonstrator-Schale



- **Aufgaben des mechatronischen Handhabungsgerätes:**
 - Erkennen des Objektes
 - Referenzierung Objekt zu Endeffektor
 - Aufnahme des Objektes
 - Referenzierung Endeffektor zu Laminierklebevorrichtung
 - kraftgesteuertes Ablegen des Objektes

Integration von Polar Patches in 2,5D möglich und in 3D zu entwickeln

➤ Funktionsintegration

Ablegen von Glasfaser-Prepreg zur Herstellung von GLARE

Komplex aufgebauter
Endeffektor für
komplexe Aufgaben



Ablegen des
Glasfaser-Prepregs
für 2,5D- und 3D-
Geometrien



- **Aufgaben des mechatronischen Handhabungsgerätes:**
 - Fördern des Materials von der Rolle
 - Längs- und Seitenbeschnitt des Materials für Ablage in 3D
 - Homogenisierung des Glasfaser-Prepreg-Materials
 - Drapieren in komplexe Geometrien
 - Aufrollen des Trägermaterials und des Verschnittes

Gleichzeitiger Transprot und Aufwärmprozess im Greifer möglich

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

© 2012 by Premium AEROTEC GmbH
All rights reserved.
Confidential and proprietary document.

This document and all information contained herein is the sole property of Premium AEROTEC GmbH. No intellectual property rights are granted by the delivery of this document or the disclosure of its content. This document shall not be reproduced or disclosed to a third party without the express written consent of Premium AEROTEC GmbH. This document and its content shall not be used for any purpose other than that for which it is supplied.

The statements made herein do not constitute an offer. They are based on the mentioned assumptions and are expressed in good faith. Where the supporting grounds for these statements are not shown, Premium AEROTEC GmbH will be pleased to explain the basis thereof.

Dieses Dokument und alle darin enthaltenen Informationen sind das alleinige Eigentum der Premium AEROTEC GmbH. Die Zustellung dieses Dokumentes oder die Offenlegung seines Inhalts begründen keine Rechte am geistigen Eigentum. Dieses Dokument darf ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung der Premium AEROTEC GmbH nicht vervielfältigt oder einem Dritten gegenüber enthüllt werden. Dieses Dokument und sein Inhalt dürfen nur zu bestimmungsgemäßen Zwecken verwendet werden.

Die in diesem Dokument gemachten Aussagen stellen kein Angebot dar. Sie wurden auf der Grundlage der aufgeführten Annahmen und in gutem Glauben gemacht. Wenn die zugehörigen Begründungen für diese Aussagen nicht angegeben sind, ist die Premium AEROTEC GmbH gern bereit, deren Grundlage zu erläutern.