



INSTRUKT

innovative Integralstruktur in automatisierter Produktionsweise

Chr. Steindl, U. Eberth



thinking without limits

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



EUROCOPTER
AN EADS COMPANY

Inhalt



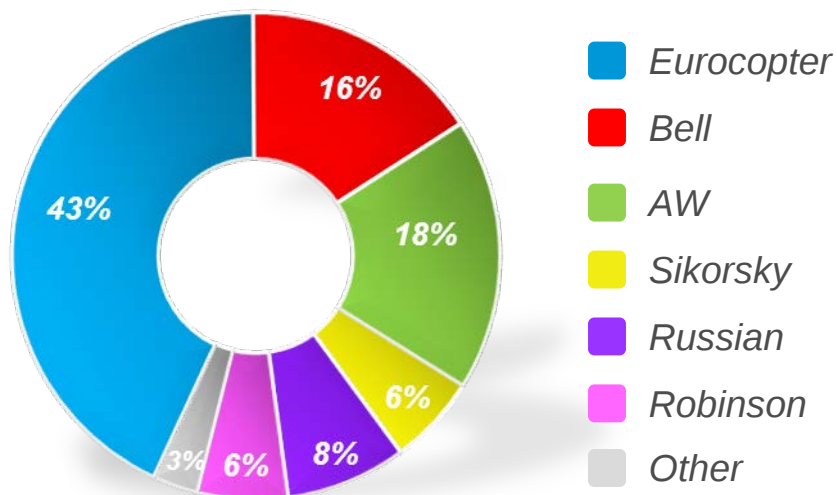
- Ziele des integrativen automatisierten Ansatzes
- Automatisierte FV Herstellung
- Strukturelles Kleben und nietloser Zusammenbau
 - Oberflächenvorbehandlung
 - Klebstoffauftrag
 - Induktives Punktschweißen
- Validierung der automatisierten Produktion



Weltweiter Marktanteil in 2011 basierend auf Auslieferungen

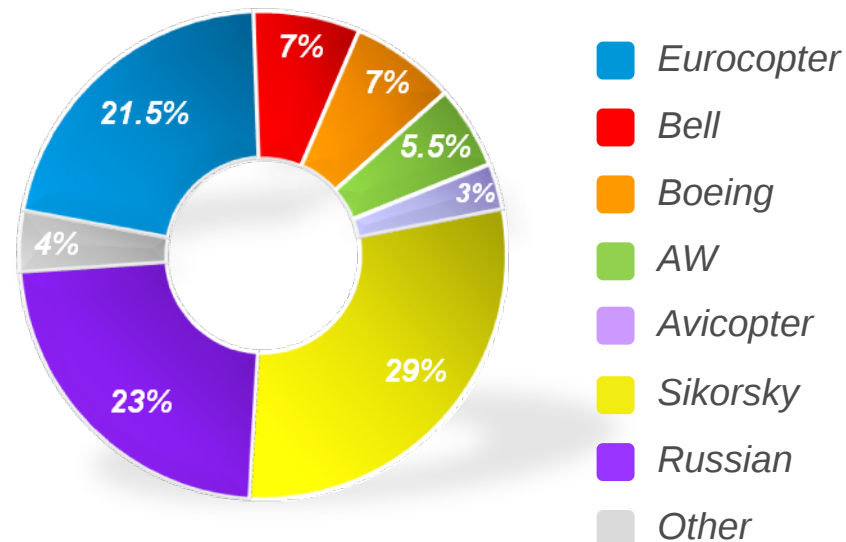
Ziviler & paraziviler Markt

2011 Markt = 773 H/C



Militärischer Markt

2011 Markt = 607 H/C



**Marktführer im zivilen Sektor;
Fundierter Marktanteil im militärischen Sektor**

Gegenwärtige Situation in der Hubschrauberindustrie



Eurocopter

- 2011 gesamt 332 zivile H/C ausgeliefert

EC 135

- Über 1000 Stück gesamt (2011)
- Serienproduktion seit 1996



Geringe Stückzahlen im Vergleich zu anderen Industrien

Gegenwärtige Situation - Fertigung



- Größtenteils manuelle Fertigung
- Kleine Stückzahlen
- Große Anzahl unterschiedlicher Bauteile
- Viele unterschiedliche Fertigungsverfahren
- Hoher Einsatz an Prüfverfahren
- Klebverfahren sind kritisch



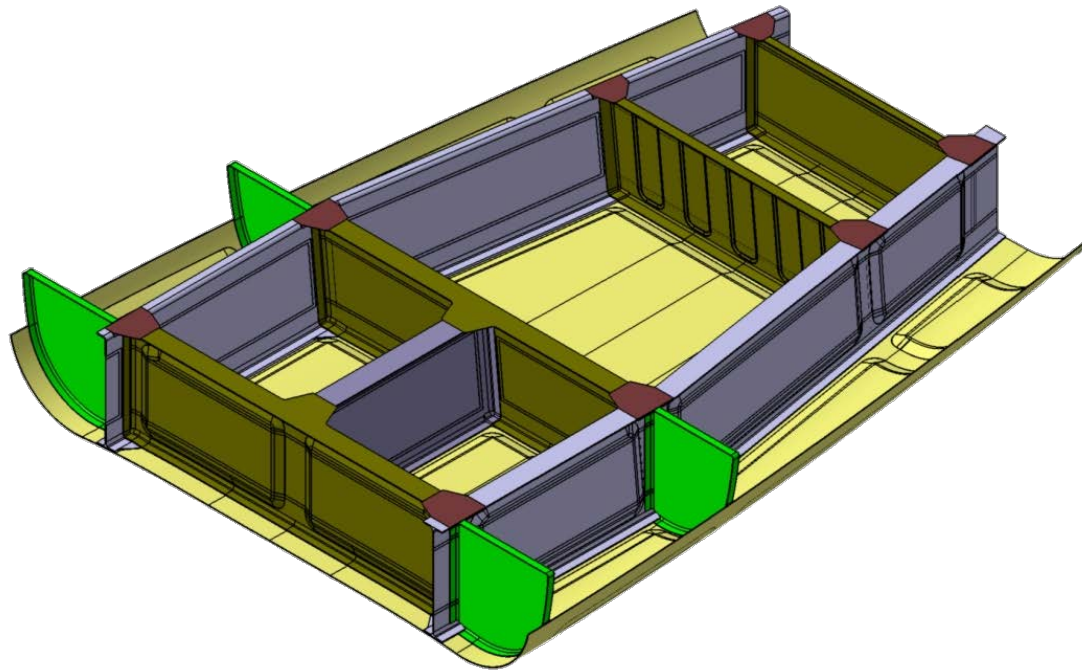
Ziele

- *Automatisierte Fertigung*
- *Erhöhte Reproduzierbarkeit*
- *Kostenreduktion*
- *Erhöhung der Prozessstabilität*
- *Reduzierung der Fertigungszeiten*
- *Entwicklung automatisierter Baugruppenerstellung*

Helicopter Bodengruppe



Automatisierte Fertigungsverfahren für zukünftige Sandwich-/
Faserverbundwerkstoffstrukturen im Hubschrauberbau



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

gom
Gesellschaft für Optische Messtechnik



OLYMER ENGINEERING

Lehrgebiet
Fügetechnik-

AWOK



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

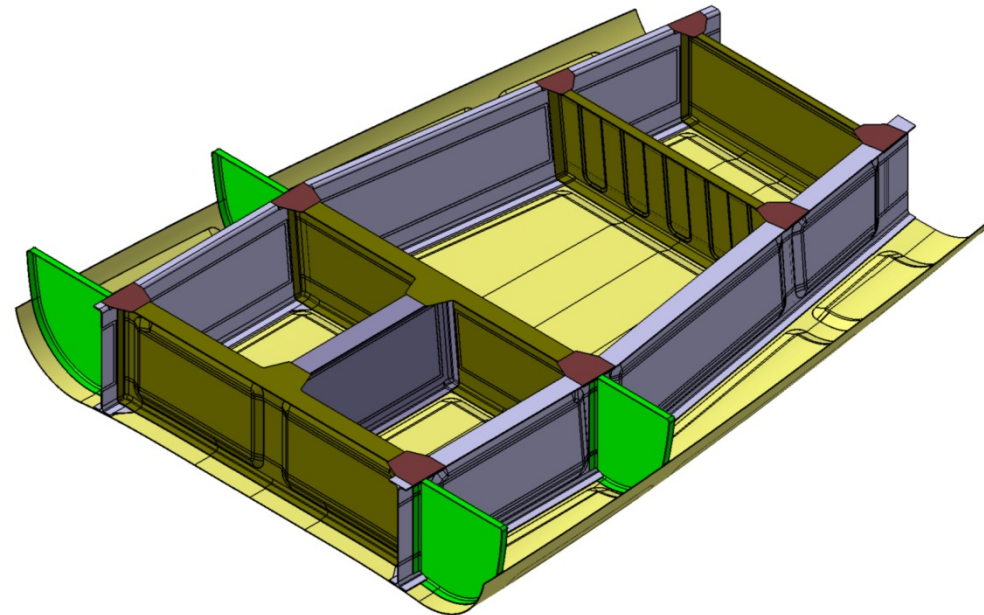


EUROCOPTER
AN EADS COMPANY



Inhalt des Technologieprojekts

- (Teil-) automatisierte Herstellung einer Frameworkstruktur
- (nietlose) Verbindung des Framework mit Schalenelement aus Heliplace
- Projektlaufzeit bis Ende 2013
- Themengebiete
 - Architektur
 - Materialien
 - Fertigungstechnologien
 - Prozesskette
 - Validierung



Design



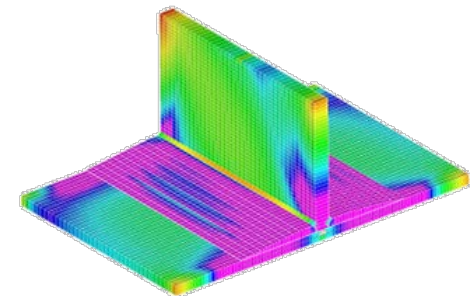
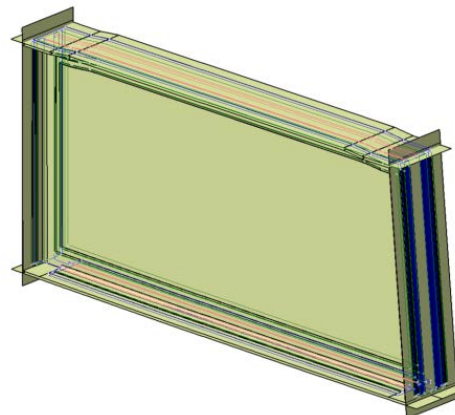
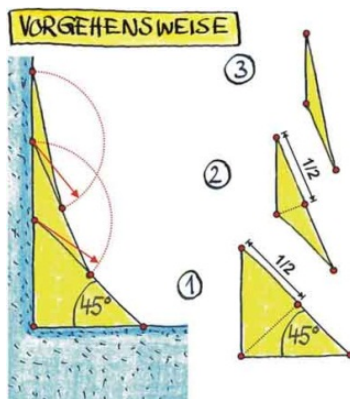
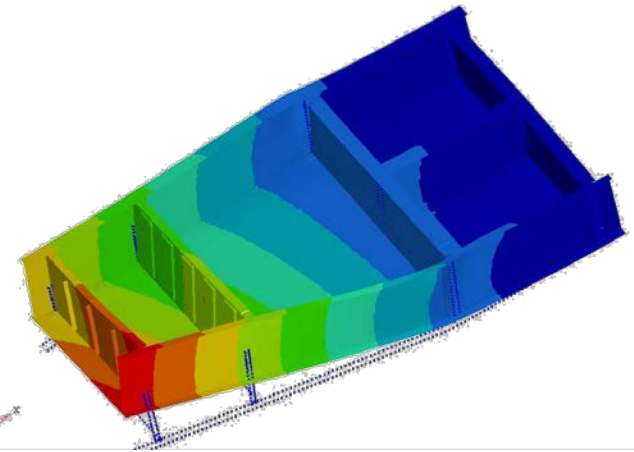
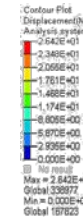
Design eines „Schikanenbauteils“

- Sandwichfelder
- Monolithisch
- Hinterschnitte
- Schnittstellen

Grundlage: mittelschwerer Hubschrauber

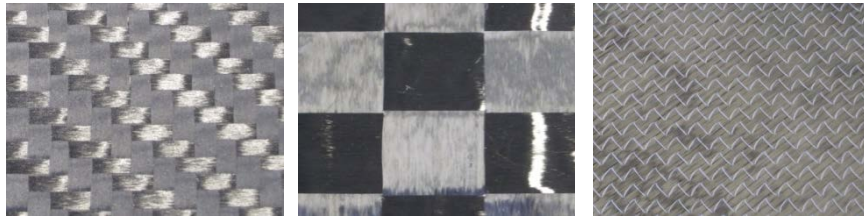
Entwicklung neuer Designkonzepte

Implementierung neuartigen Integrationselementen



Materialien

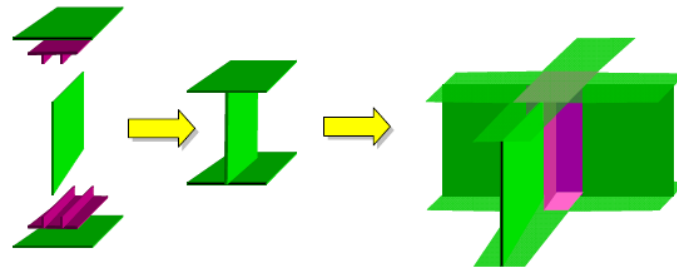
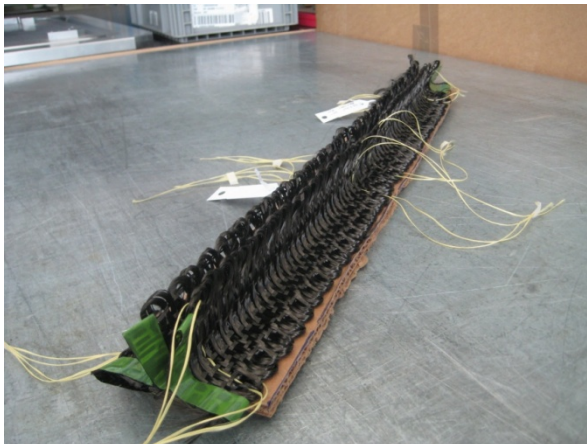
Screening CFK Halbzeugen für RTM Bauweise



- Kostenreduktion durch günstigere Halbzeuge
- Gewichtsoptimierung durch Verwendung von angepassten Halbzeugen

Verwendung von Integrationselementen im Baukastenprinzip

- Kostenreduktion durch günstigere Halbzeuge
- Geringerer Fertigungsaufwand



Pick & Drape & Activate



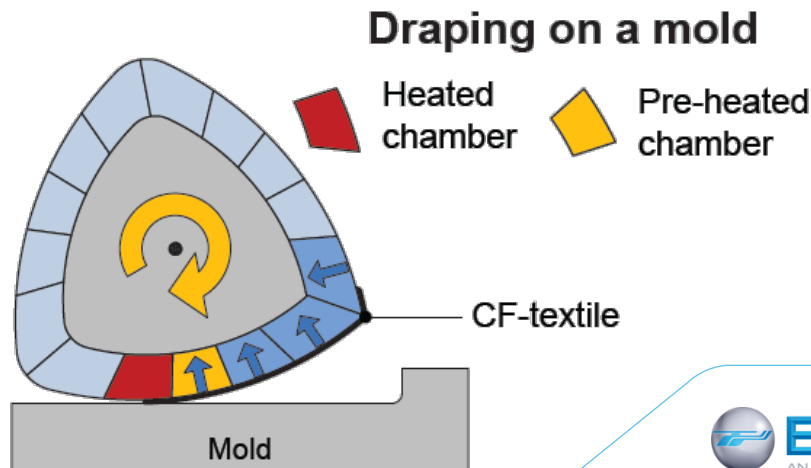
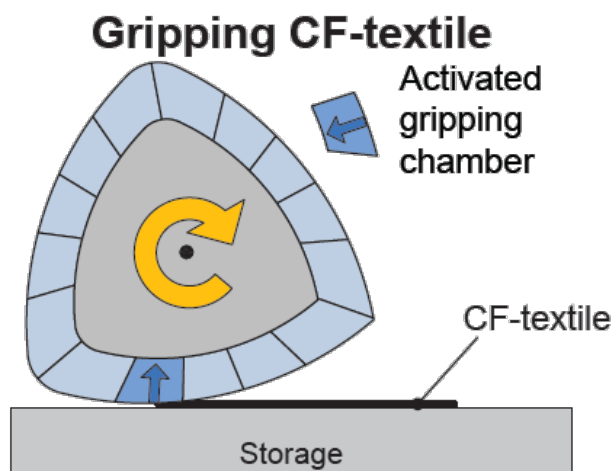
Pick & Drape & Activate

— Integrale Unterbodenstruktur

— Herausforderungen:

- Komplexe Geometrie (Z-Profil)
- Sandwich Bauteile
- Verschiedenen Längen, Profile etc.

*Anvisierte Reduktion der Herstellungskosten
ca. 20%*

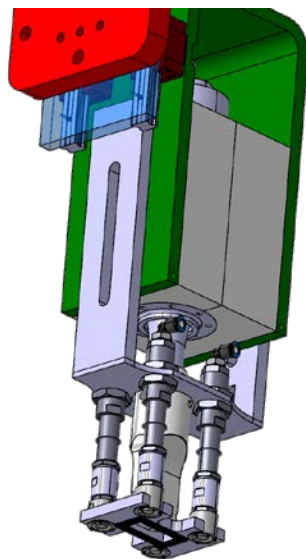


Pick & Weld



Pick & Weld

- *Komplettierung der automatisierten Preformherstellung*
- *Geeignet für verschieden große Preforms*
- *In Kombination mit P&D&A für Verstärkungspatches*
- *Aufschmelzen des Binders mittels Ultraschall*



Strukturelles Kleben und nietloser Zusammenbau



Hausforderung beim strukturellen Kleben: Die Qualität und die Zuverlässigkeit des Prozesses muss erhöht werden um die Zulassungsanforderungen zu erfüllen.

- Minimierung menschlicher Fehler durch Automatisierung
 - Erhöhung der Reproduzierbarkeit
 - Robuster Prozess
 - Definierter Oberflächenzustände
 - Qualitätssicherung
- ➔ Automated assembly

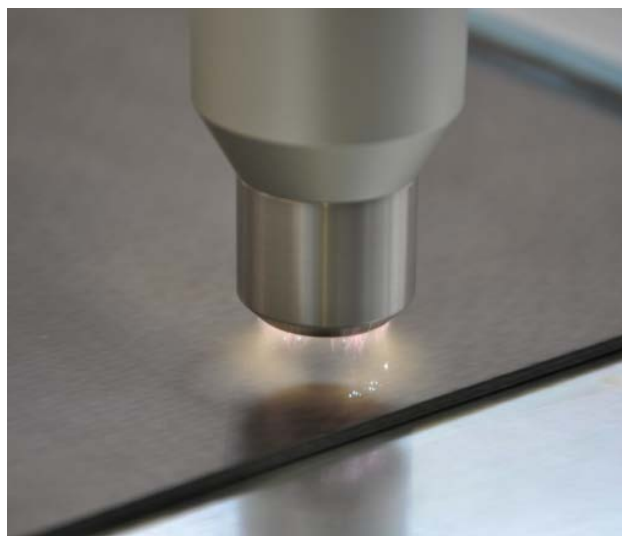
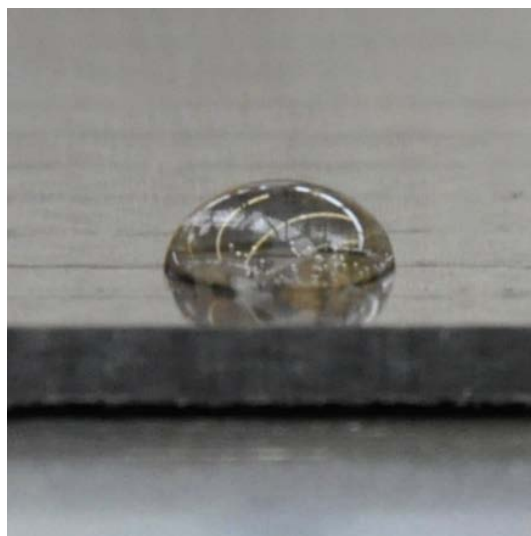


Prozess Sequenz für strukturelles Kleben und Assembly

Oberflächenaktivierung



Aktivierung der Oberfläche mittels
Atmosphären Druck Plasma

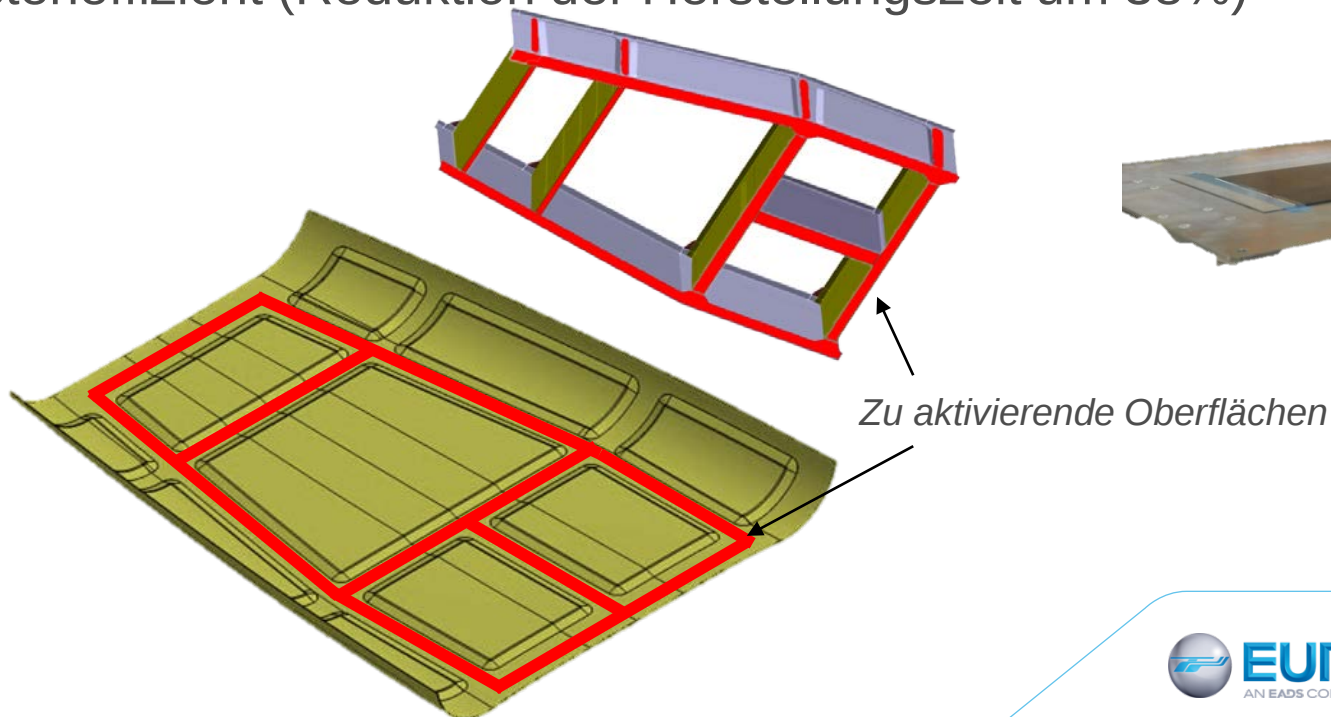
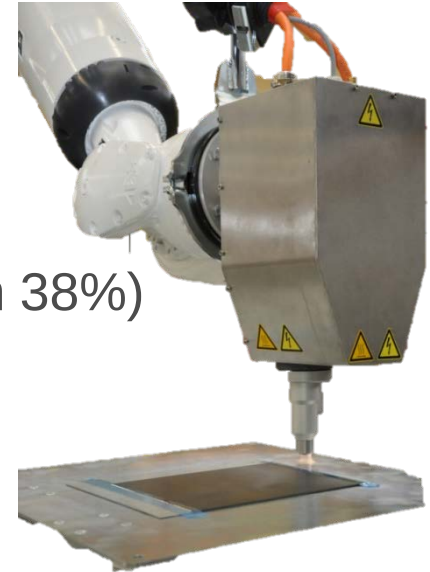


- Erzeugung eines stabilen und hochenergetischen Oberflächenzustands passend für strukturelles Kleben
- Reproduzierbarer, automatisierbarer Prozess
- G1C Tests liefern bis zu 32% bessere Resultate, verglichen mit Schleifen

Oberflächenaktivierung



- Nur feinst-Aktivierung der Oberfläche
- Intensität der Behandlung steuerbar
 - Großes Prozessfenster
 - Abhängig von Ursprungszustand der Oberfläche und der erwarteten Kontamination
- Kosteneffizient (Reduktion der Herstellungszeit um 38%)



Klebstoff und Shim Auftrag



Funktionskopf zum Klebstoffauftrag



- Modulares Design für verschiedene Kartuschen
 - Semkit
 - Mixpac
- Kartuschen identisch zum manuellem Prozess
 - ➔ Geringer Aufwand bei Transfer in Serienproduktion
- Vermeidung von Kontaminationen während der Handhabung durch die Verwendung von "Einwegteilen"
- Temperierter Kartuschenhalter
- Kosteneffizient ➔ Strategie zum Auftrag tbd!



Ziel: Applikation nur des benötigten Klebstoffs

Spot Curing



Spot Curing – Induktives Aushärten des Klebstoffs



— Möglichkeiten zur Aushärtung

- Autoklav
oder
- Lange Aushärtzeit bei RT

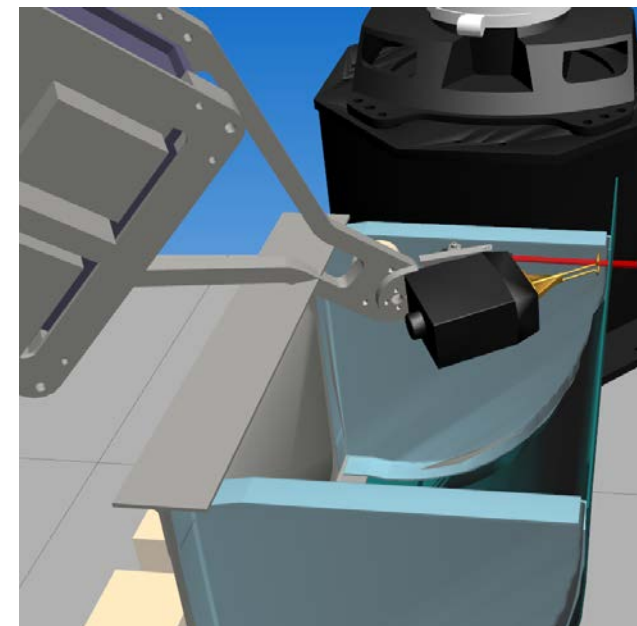
➔ Keine weiteren Fertigungsschritte während Aushärtung möglich

➔ Lokales Aufheizen des CFK durch Induktion

— Lokaler hot spot zwischen 80°...150°C

— In-Line Temperatur Messung mittels Pyrometer

— Reduktion der Femi Belegzeit um bis zu 80%

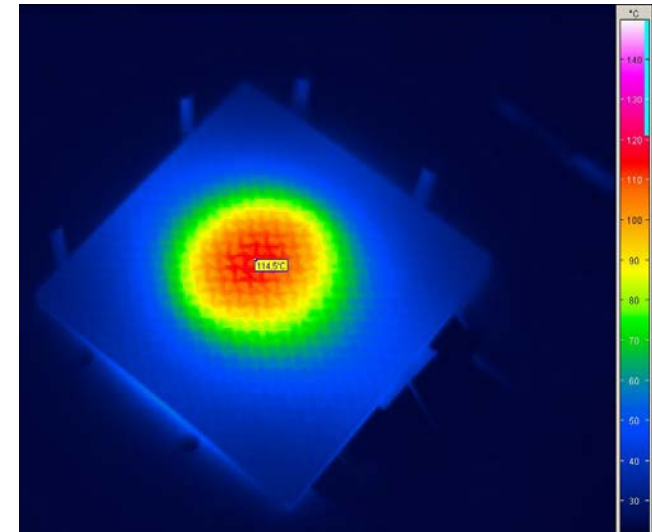
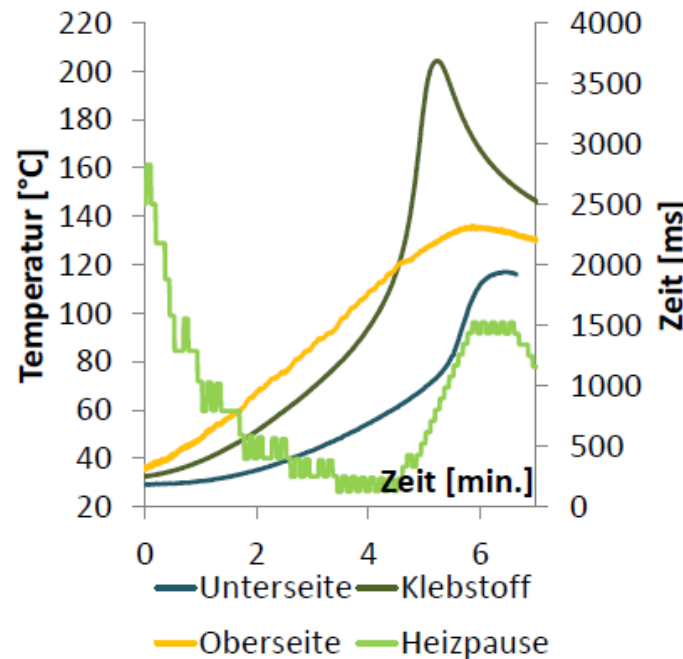
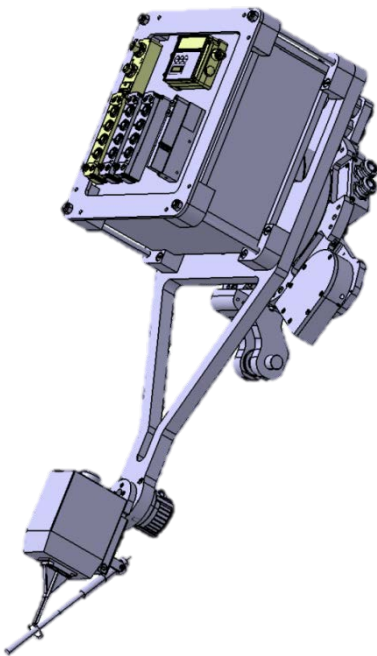


Ziel: Sicherstellung einer Handhabungsfestigkeit der Bauteilgruppe ohne Härtezyklus

Spot Curing – Parameter Tests



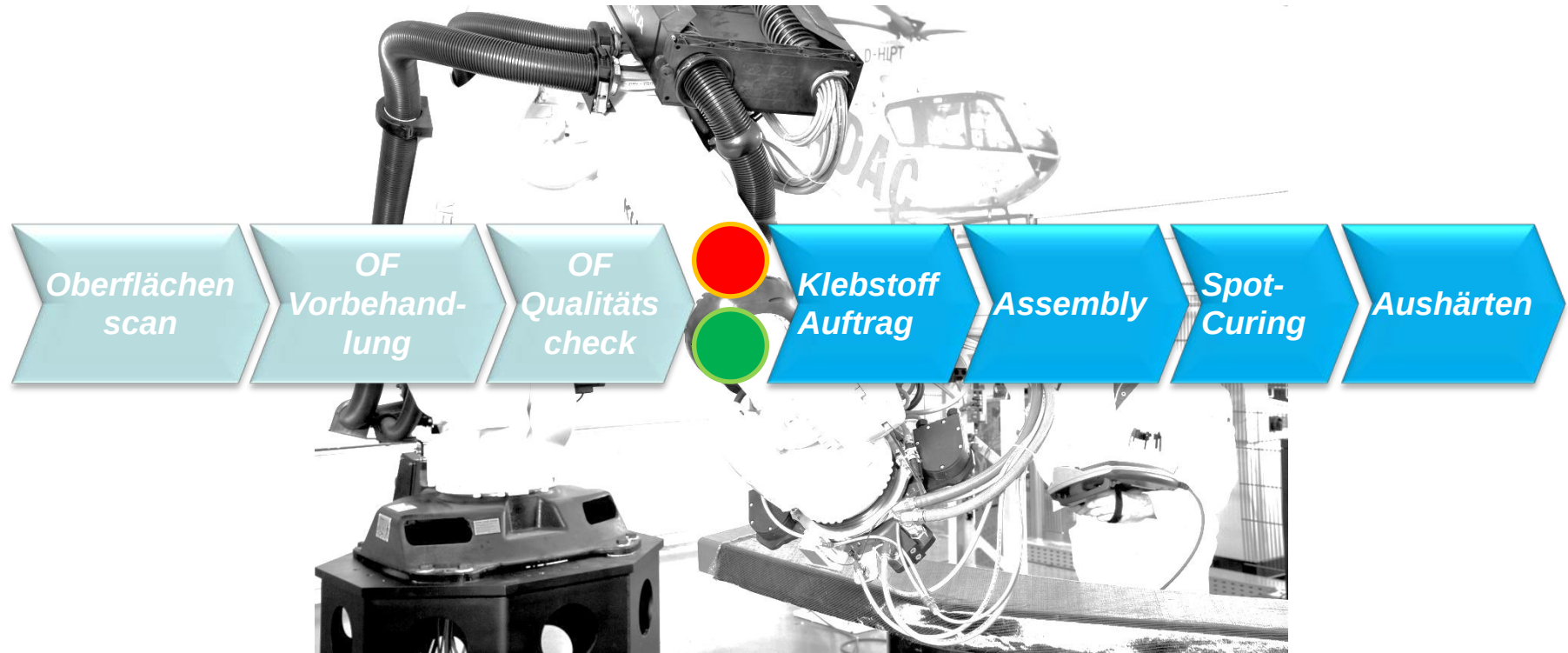
- Verschiedene Substrate und Klebstoffe
- Prozess Parameter: Leistung, Abstand, Heizrate
- Untersuchung typischer Aushärtepunkt, z.B: überlappende Bereiche



Validierung der autom. Produktion



- Automatisierter und flexibler Zusammenbau
- Automatisierter Prozess $\neq$ automatisierte Produktion
- Neue Herangehensweise in der Produktion





Eurocopter: An international leader at your service, anytime, any place, for any type of mission.



Thank you for your attention.