

# Automatisierte Montage von Hubschrauberstrukturen

Philipp Gänswürger, Florian Krebs & Lars Larsen

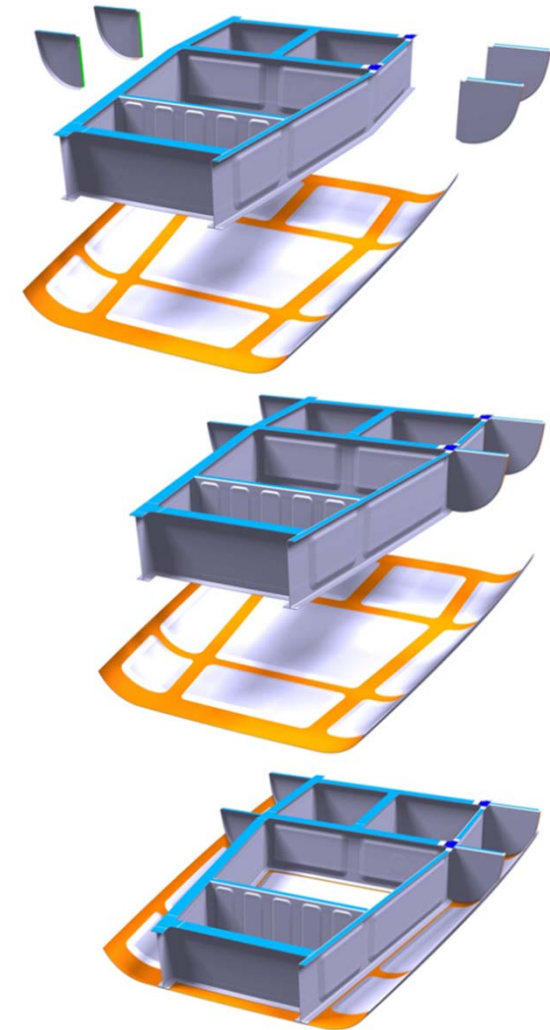


## Herausforderung

**Teilautomatisiertes nietloses Fügen einer generischen Hubschrauberstruktur**

→ **Gleichbleibend hohe Qualität**

→ **Erhöhen der Fertigungskadenz**



# Agenda

1. Aufgabenstellung
2. Konzeptphase
3. Umsetzungsphase
4. Status quo und Ausblick
5. Zusammenfassung



# Agenda

- 1. Aufgabenstellung**
2. Konzeptphase
3. Umsetzungsphase
4. Status quo und Ausblick
5. Zusammenfassung

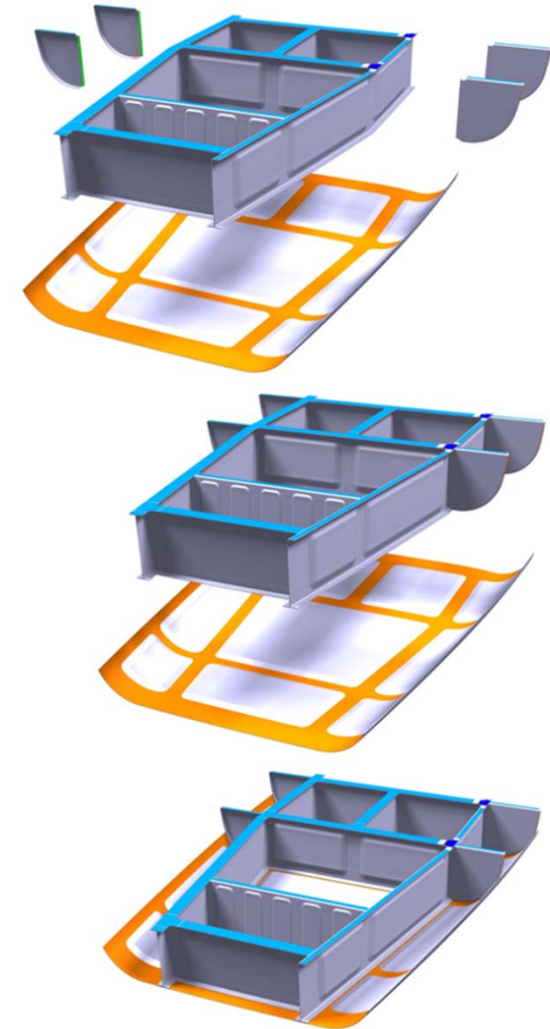


# 1. Aufgabenstellung

**Teilautomatisiertes nietloses Fügen einer generischen Hubschrauberstruktur**

→ **Gleichbleibend hohe Qualität**

→ **Erhöhen der Fertigungskadenzen**



# 1. Aufgabenstellung

- Konzeptuelle Auslegung des Prozesses
- Konstruktion und Fertigung von Greifern und Vorrichtungen zur Montage
- Integration von Funktionsköpfen zum Applizieren von Klebstoff und Induktion
- Entwicklung und Implementierung einer Steuerung zur Koordination von Roboteraufgaben
- Demonstration und Validierung des Montage-Prozesses

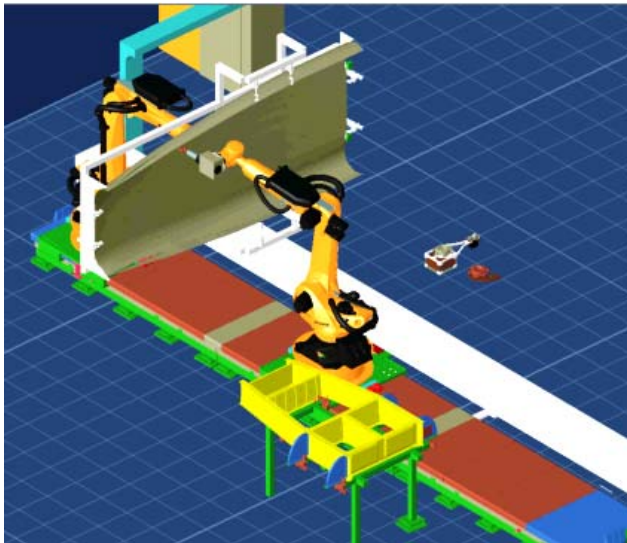


# Agenda

1. Aufgabenstellung
- 2. Konzeptphase**
3. Umsetzungsphase
4. Status quo und Ausblick
5. Zusammenfassung



## 2. Konzeptphase – Handhabung der Schale

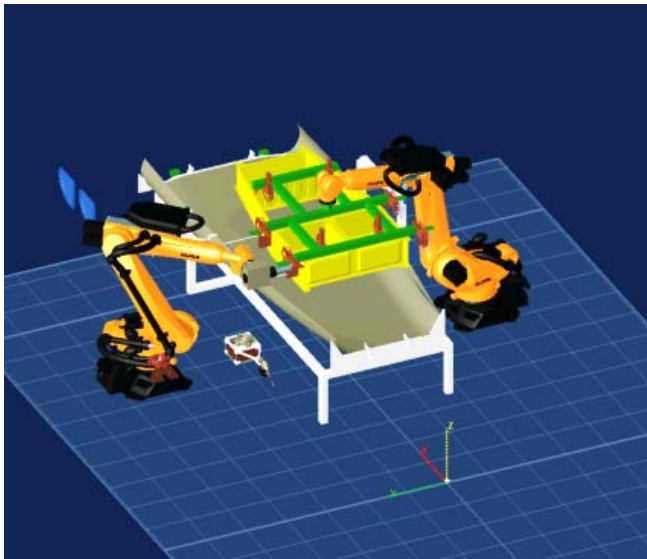


- Fixierung des Frameworks auf Vorrichtung
- Handhabung der Schale
- Verhinderung der Induktion durch Blitzschutz (Kupfergeflecht)
- Einschränkung der Transportbewegung durch beengte Zellenverhältnisse





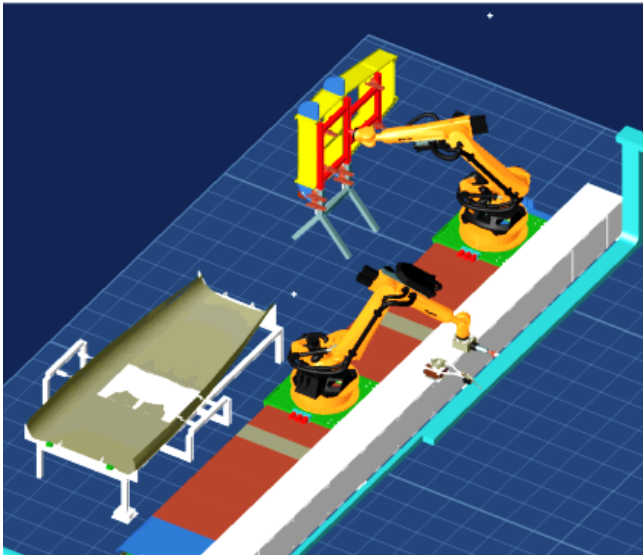
## 2. Konzeptphase – Fixierung der Schale



- Fixierung der Schale auf Vorrichtung
- Handhabung des Frameworks
- Freifliegende Framemontage
- Keine Toleranzeinhaltung der Frames zueinander



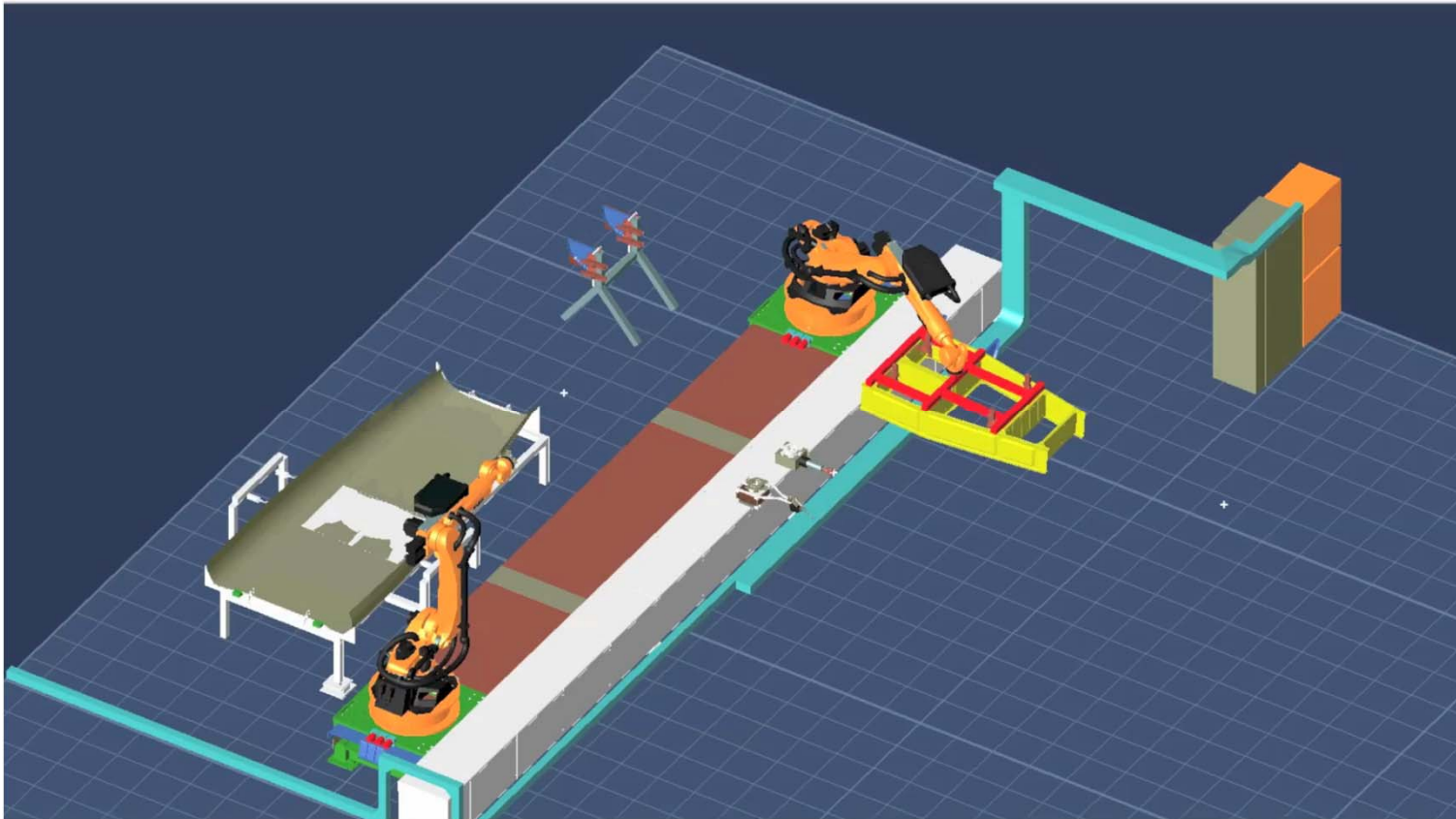
## 2. Konzeptphase – Entwicklung der Framestation



- Fixierung der Schale auf Vorrichtung
- Fixierung der Frames in Framestation
- **Exakte Toleranzeinhaltung der Frames zueinander**
- **Beschleunigung des Prozesses**



## 2. Konzeptphase – Framestation



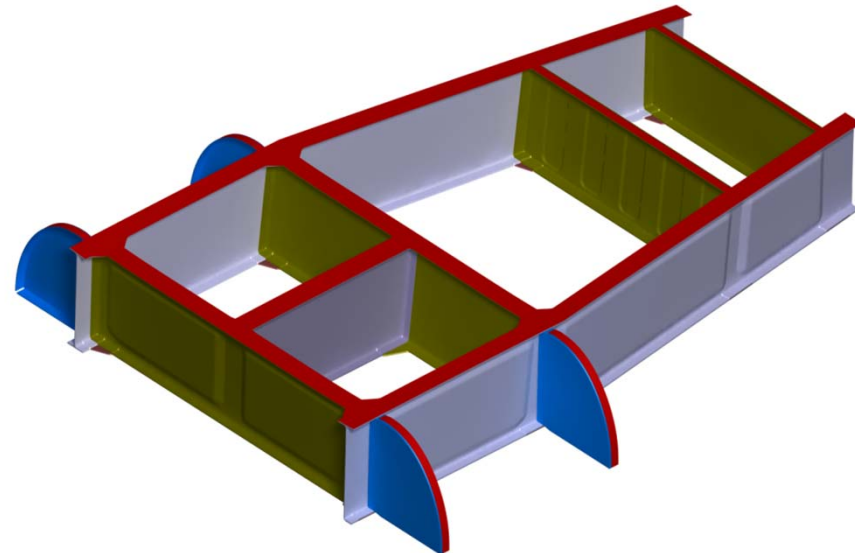
# Agenda

1. Aufgabenstellung
2. Konzeptphase
- 3. Umsetzungsphase**
4. Status quo und Ausblick
5. Zusammenfassung



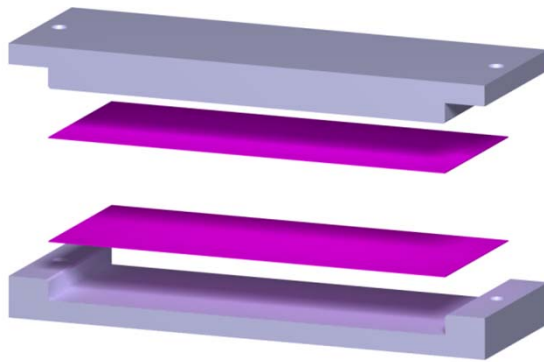
### 3. Umsetzungsphase: Montagekräfte

- Ausgangssituation:  
Klebstofffläche auf Framework  
~ 0,62m<sup>2</sup>
- Annahme:  
Aktueller Anpressdruck  
~ 1 bar
- Folgerung:  
 $0,62 \text{ m}^2 * 1 \text{ bar} = 62\,000 \text{ N}$   
(= 6,2 t)
- Erwartung:  
Sehr hohe Prozesskräfte beim  
Fügen



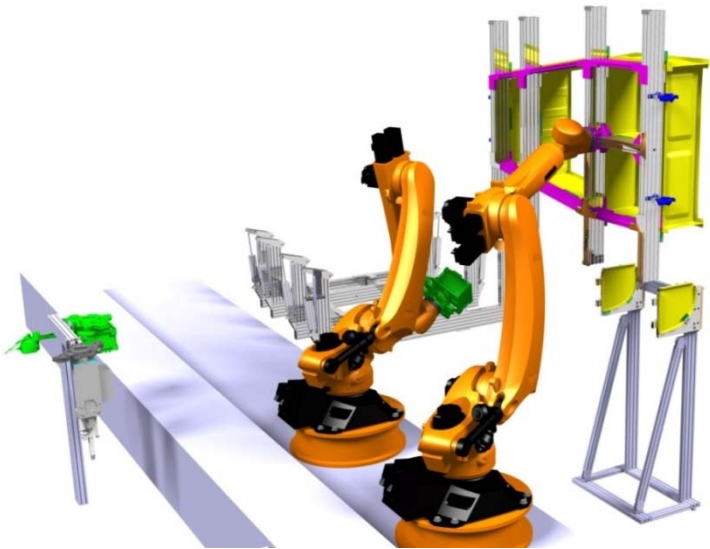
### 3. Umsetzungsphase: Klebeversuche

- Experimentelle Validierung der Montagekräfte
- Herunterskalierung auf 1/40 der Klebefläche des Frameworks
- Messen der benötigten Kraft und des Klebespaltes



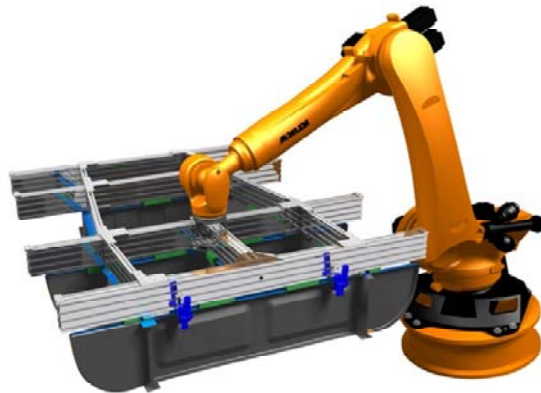
### 3. Umsetzungsphase: Framestation

- Funktion: Fügen der Frames an Framework
- Merkmale:
  - Manuelles Einlegen der Frames
  - Schnelles Umrüsten durch modulare Bauweise



### 3. Umsetzungsphase: Framework-Greifer

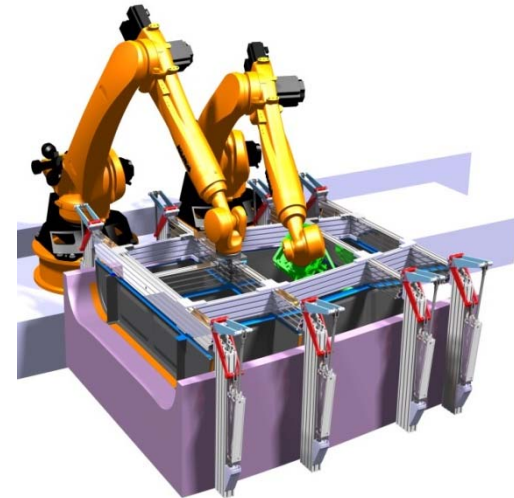
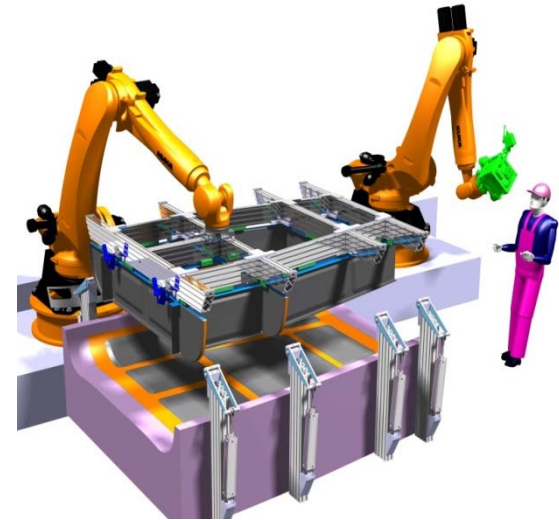
- Doppelfunktion:
  - Fügen der Frames
  - Krafteinleiten beim Fügen von Framework und Bodenschale
- Merkmal: Einstellen komplett auf Bauteil möglich





### 3. Umsetzungsphase: Einspanngestell

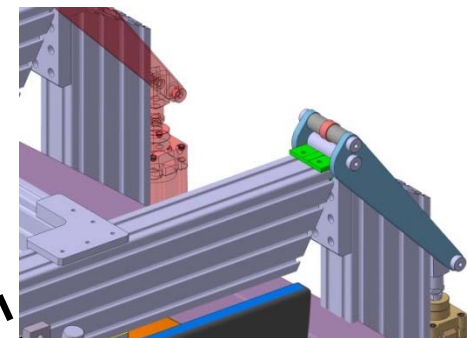
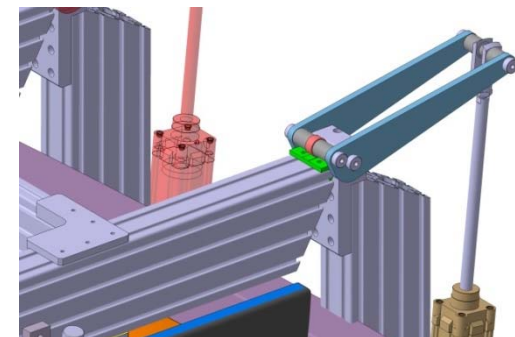
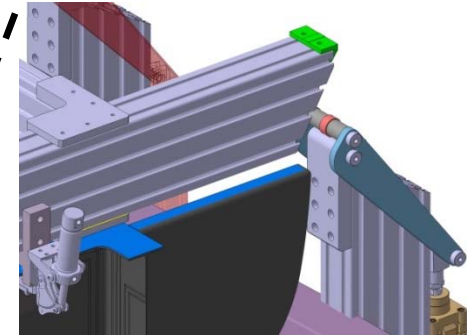
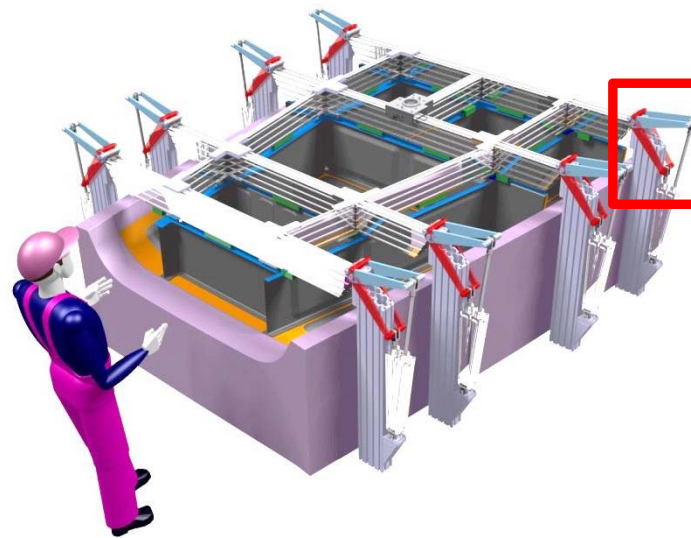
- Funktion: Verpressen von Framework und Schale
- Merkmale:
  - Einfahren des Frameworks von oben durch Einspannprinzip möglich
  - Gleichmäßige Einbringung der sehr hohen Fügekraft
  - Zentrieren des Frameworkgreifers im Einspanngestell (in Aushärteposition)



### 3. Umsetzungsphase: Einspanngestell

Vorteile des Hebelprinzips:

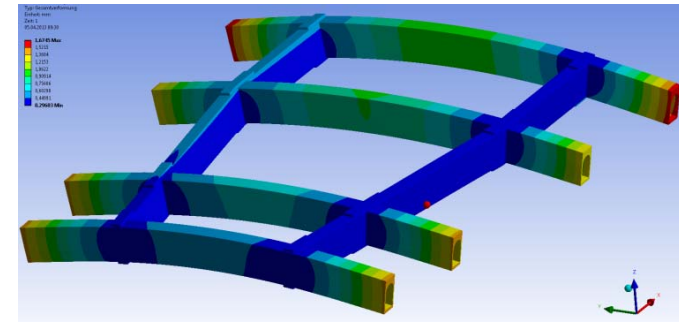
- Beim Einfahren von oben keine Störkontur
- Aufbringen extrem hoher Kräfte



### 3. Umsetzungsphase: FEM-Analyse des Framework-Greifers

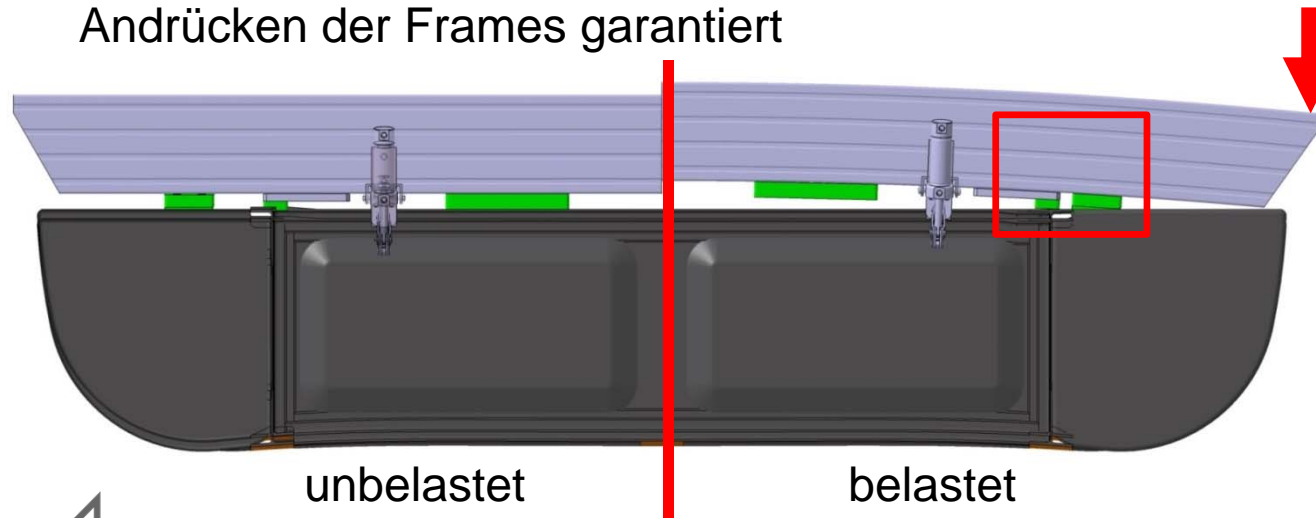
Voraussetzung:

Erstellen eines berechenbaren Ersatzmodells zur Ermittlung der Verformung



Ergebnis:

Leichtes Abheben in Mitte max 1,67mm →  
Andrücken der Frames garantiert

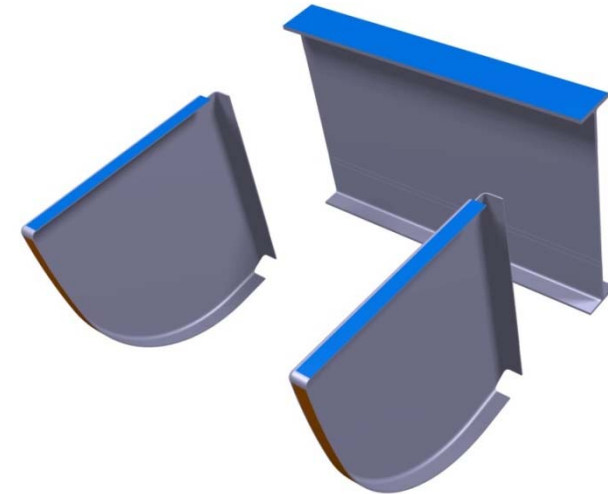


### 3. Umsetzungsphase: Validierungsbauteil

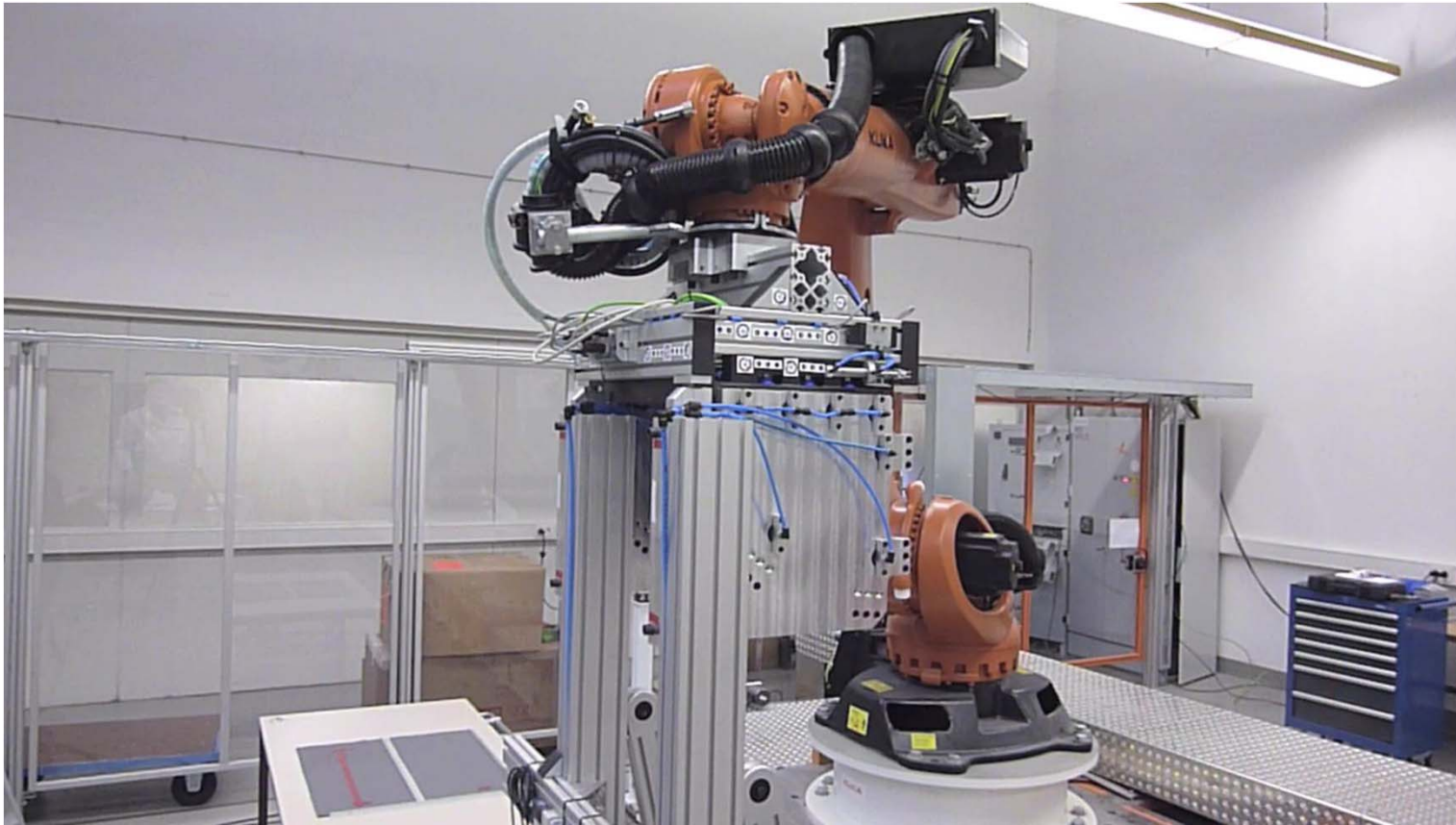
Vorhaben:  
Testen der wesentlichen  
Herausforderungen der Füge-technologie

Versuch:  
Fügen des ersten Versuchsbauteils mit  
ECD

Ergebnis:  
Auswerten der Messdaten

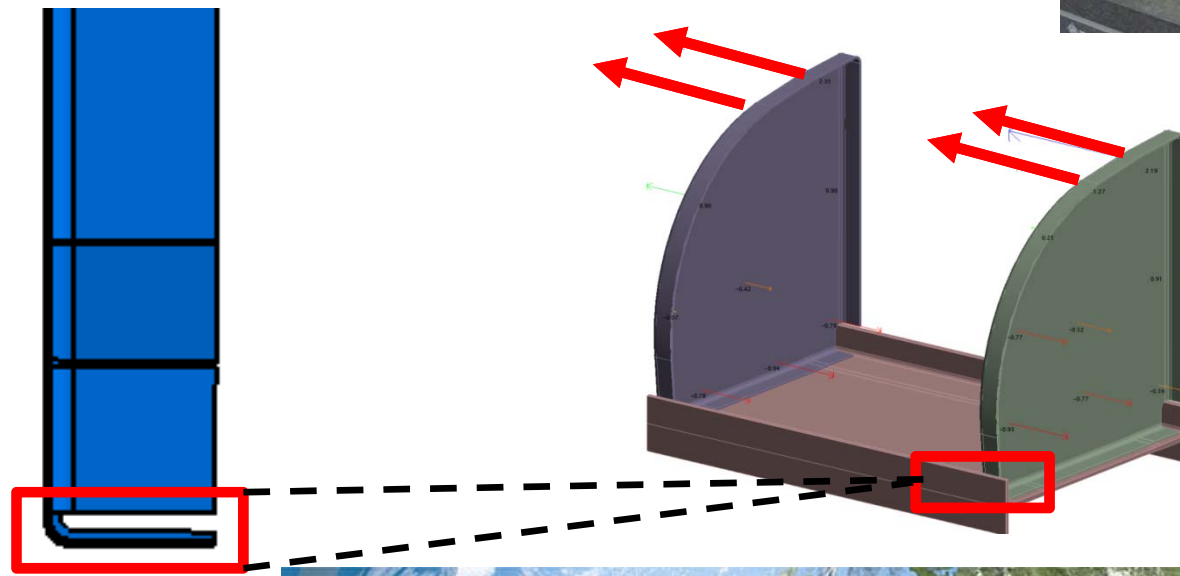


### 3. Umsetzungsphase: Validierungsbauteil



### 3. Umsetzungsphase: Bauteil-Vermessung

- Messgerät: Leica Laser Tracker AT901
- Auswertungssoftware: Spatial Analyzer
- Ergebnis: Minimale Abweichung der Frames zu Träger im 90° Winkel



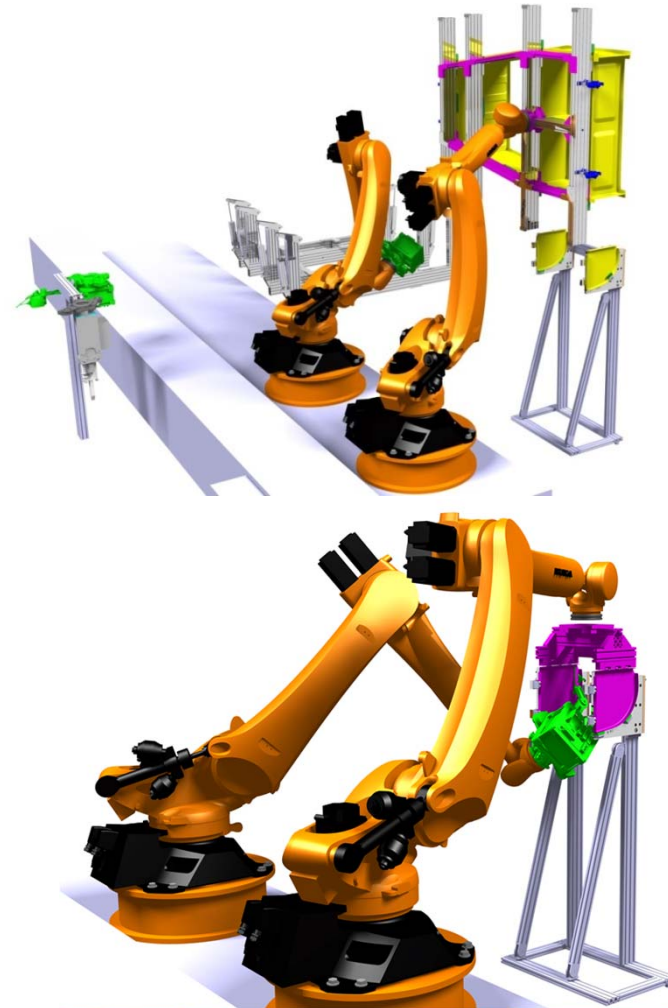
# Agenda

1. Aufgabenstellung
2. Konzeptphase
3. Umsetzungsphase
4. **Status quo und Ausblick**
5. Zusammenfassung



## 4. Status quo und Ausblick

- Detailkonstruktion von Einspanngestell und Framework-Greifer (bis Juli 2013)
- Fertigung und Montage des Framework-Greifers und der Schalenvorrichtung
- (bis September 2013)
- Durchführung der Versuche (ab Oktober 2013)





# Agenda

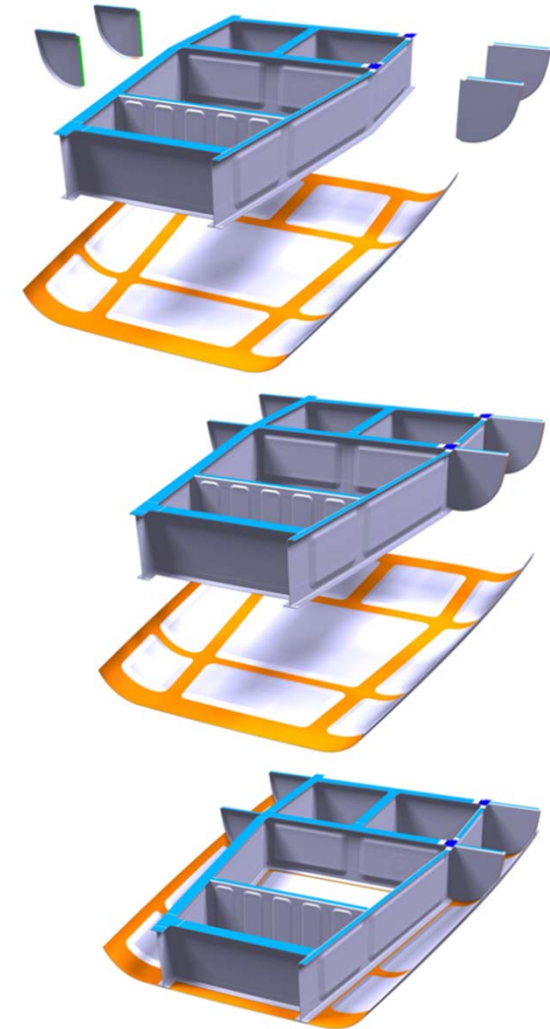
1. Aufgabenstellung
2. Konzeptphase
3. Umsetzungsphase
4. Status quo und Ausblick
- 5. Zusammenfassung**



## 5. Zusammenfassung

**Teilautomatisiertes nietloses Fügen einer generischen Hubschrauberstruktur**

- Gleichbleibend hohe Qualität
- Erhöhen der Fertigungskadenzen



## 5. Zusammenfassung



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Wissen für Morgen

