



### 1 | 2 Roboterbasierte Montageanlage

**Fraunhofer-Institut für  
Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM  
– Klebtechnik und Oberflächen –**

Wiener Straße 12  
28359 Bremen

Institutsleiter  
Prof. Dr. Bernd Mayer

Kontakt

Automatisierung und  
Produktionstechnik  
Forschungszentrum CFK NORD  
Ottenbecker Damm 12  
21684 Stade

Dipl.-Ing. Urs Roemer  
Telefon +49 4141 78707-226  
urs.roemer@ifam.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Leander Brieskorn  
Telefon +49 4141 78707-231  
leander.brieskorn@ifam.fraunhofer.de

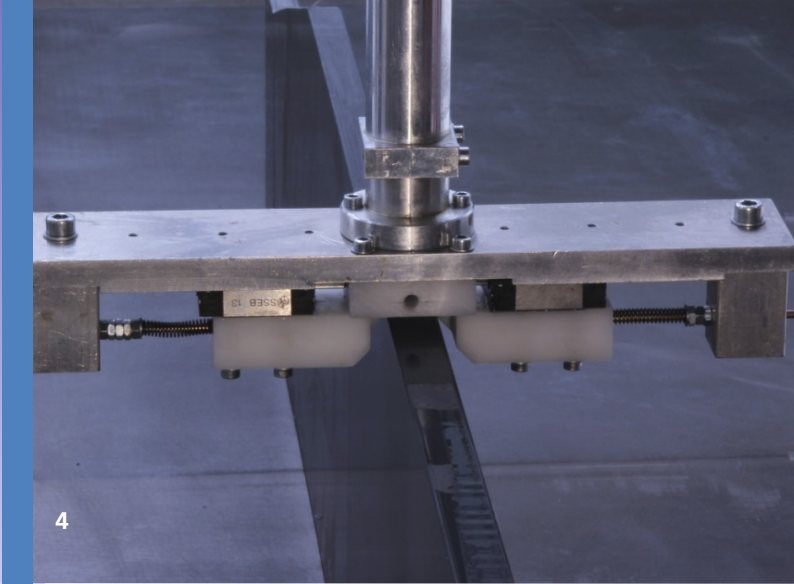
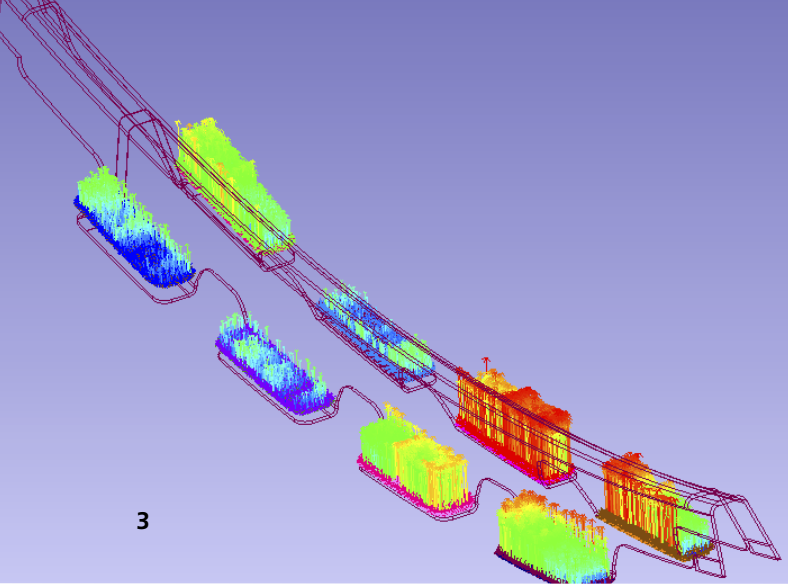
**[www.ifam.fraunhofer.de](http://www.ifam.fraunhofer.de)**  
© Fraunhofer IFAM

## KLEBTECHNISCHES FÜGEN – ADAPTIVE MONTAGE – SEALING

### Klebtechnisches Fügen

Das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM verfügt über eine mehr als vierzigjährige Erfahrung im Bereich des klebtechnischen Fügens und bietet teil- und vollautomatisierte Prozesse, mit denen wirtschaftlich eine hohe Sicherheit und Langzeitbeständigkeit von Klebverbindungen erreicht wird. Für die Entwicklung kundenspezifischer Montagelösungen stellt die Abteilung Automatisierung und Produktionstechnik in Stade eine roboterbasierte Montagelinie bereit, die flexibel für Großstrukturen aus Leichtbauwerkstoffen konfigurierbar ist. Zentrales und verbindendes Element der vier Montagestationen ist eine Linearachse von 40 m Länge mit unterschiedlichen Industrie- und Leichtbaurobotern in einem Nutzlastbereich von 10 kg bis zu 270 kg. Zum Einsatz kommt eine

Endeffektoren, die über automatisierte Wechseleinrichtungen für alle Montagestationen nutzbar sind. Viele der Endeffektoren, zu denen Einheiten zum Greifen von Bauteilen oder zum Klebstoffauftrag gehören, sind vom Fraunhofer IFAM zusammen mit Partnern speziell für die Anforderungen der Großstrukturmontage entwickelt worden. Ein flexibel konfigurierbares Spannfeld aus kollaborierenden Hexapoden bringt auch Großbauteile mit geringer Formtreue in die für den jeweiligen Prozess optimale Form und Lage. Dabei stellen in die Vakuumgreifer integrierte Kraft- und Momentensensoren sicher, dass die Bauteile bei der für das automatisierte Toleranzmanagement unverzichtbaren Formanpassung nicht beschädigt werden.



### Adaptive Montage

Das Fraunhofer IFAM bietet modulare Lösungsbausteine zur automatisierten Montage von toleranzbehafteten Bauteilen. Eines dieser Prozessmodule ist die adaptive Montage auf Basis von In-Line erhobenen Messdaten zur Abweichung der Bauteile von der Soll-Geometrie. Die Methode liefert präzise, dreidimensionale Spaltgeometrien als digitalen Datensatz. Bei dünnwandigen Fügeteilen ermöglicht ein formgebendes Spannfeld die automatische Optimierung der Spaltmaße durch kraftkontrollierte Justierung der Bauteilgeometrie anhand definierter Best-Fit Kriterien. Weiterhin generiert die Steuerung aus den Messdaten die Befehle für Roboter und Klebendeffektor, wo wieviel Klebstoff aufzutragen ist, um beim automatisierten Fügen eine vollständige Spaltfüllung mit definiertem Materialaustritt an den Überlappungsrändern sicherzustellen. Kleine Fügeflächen erlauben ein kraftkontrolliertes Fügen mit dem Roboterarm, bei ausgedehnten Fügeflächen und entsprechend hohen Anpresskräften jenseits der Leistungsgrenze von Robotern sorgen Greifer mit Vakuumtechnologie für das gleichmäßige Verpressen des Klebstoffs bis auf die vorgegebene Schichtdicke.

### Sealing

Bei der Fertigung von Großstrukturen im Luftfahrtbereich spielt die Versiegelung von Fügstellen und Bauteilkanten eine bedeutende Rolle. Das „Sealing“ wird bisher manuell durchgeführt und bietet viel Potenzial hinsichtlich einer Effizienzsteigerung. Häufig besteht der erste Schritt in der automatisierten Verarbeitung bewährter, für den manuellen Auftrag entwickelter Dichtstoffe. Ziel ist es, die hochviskosen 2-komponentigen Materialien prozesssicherer zu dosieren, zu mischen und innerhalb der vorgegebenen Toleranzen, oft im zehntel Millimeter Bereich, zu applizieren. Die Fraunhofer IFAM Experten entwickeln und erproben die spezifischen Leistungsprofile der benötigten Düsen mit Rapid Prototyping-Verfahren schnell und anforderungsgerecht. Versiegelungsaufgaben mit aerodynamischen Präzisionsansprüchen oder für unregelmäßige Spalt- oder Kantenprofile stellen dabei eine besondere Stärke des Teams dar. Zum Portfolio automatisierter Verfahren gehören weiterhin die lösungsmittelbasierte oder abrasive Oberflächenreinigung, die Oberflächenaktivierung für Kleb- oder Lackierprozesse sowie die Beschleunigung der Klebstoffaushärtung. Auch für die In-Line Prozessüberwachung von der Oberflächenqualität bis zur Klebung stehen modulare Systeme zur Verfügung.

### Leistungsspektrum

- ➔ Potenzialanalyse von Montageprozessen
- ➔ Entwicklung von kundenspezifischen und modularen Prozessbausteinen
- ➔ Entwicklung von Endeffektoren
- ➔ Automatisiertes Toleranzmanagement
- ➔ Teil- oder Vollautomatisierung der gesamten Prozesskette vom Zuführen der Bauteile über das Vorbehandeln der Oberflächen bis zur Qualitätskontrolle
- ➔ Industrialisierungsgerechte Validierung an Klein- und Großstrukturen im 1:1-Maßstab, auch unter Berücksichtigung einer Mensch-Roboter-Kollaboration
- ➔ Reinigende, abrasive oder aktivierende Oberflächenbehandlungsverfahren
- ➔ Beschleunigung von Aushärtvorgängen
- ➔ In-Line Qualitätssicherung mit automatisierter Datenauswertung durch kamera- oder sensorbasierte Bildverarbeitungssysteme
- ➔ Integration von 3D Geometriemess-technik zur Prozesssteuerung
- ➔ Umsetzung eines datenunterstützten Prozessmanagements

Die Arbeiten erfolgen in Kooperation mit dem Institut für Produktionsmanagement und -technik der Technischen Universität Hamburg:  
 PD Dr.-Ing. habil. Jörg Wollnack  
 (Forschungsbereich Opto-Mechatronik)

3 *Spalt-Management für Klebstoffapplikation*

4 *CFK Schnittkantenversiegelung*