

# PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

20. Juni 2023 || Seite 1 | 9

## Leichtbau, Automatisierung und Robotik aus Stade für die nachhaltige & effiziente Flugzeugproduktion auf der SIAE 2023

### Automatisierte Bearbeitung und Montage großer Leichtbaustrukturen im 1:1-Maßstab

Das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Stade präsentiert Automatisierungslösungen für die nachhaltige Flugzeugproduktion auf der Internationalen Luft- und Raumfahrtausstellung SIAE (»Paris Air Show«) in Paris-Le Bourget vom 19. bis 25. Juni 2023 auf dem Stand von Fraunhofer AVIATION & SPACE auf dem Gemeinschaftsstand des Bundesverbands der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e.V., BDLI (Halle 2C | Stand D357).

Neue, gewichtsparende Materialien und Fertigungsverfahren steigern nicht nur die Effizienz und senken die Kosten, sondern repräsentieren insbesondere Meilensteine auf dem Weg zum klimafreundlichen Fliegen: bei einem typischen Passagierflugzeug reduziert jedes eingesparte Kilogramm den Kerosinverbrauch um bis zu 120 kg pro Jahr. Die Forschenden für Automatisierung und Produktionstechnik geben Einblicke in aktuelle anwendungsorientierte FuE-Tätigkeiten – fokussiert auf Bearbeitung und Montage großer Leichtbaustrukturen aus verschiedenen Werkstoffen –, die sie im 1:1-Maßstab im Forschungszentrum CFK NORD in Stade realisieren. Sie entwickeln automatisierte oder halbautomatisierte Fertigungslösungen bis hin zum industriellen Maßstab.

- **Montagetechnologien für einen leichteren Clean Sky 2 Flugzeugrumpf der Zukunft aus thermoplastischen Faserverbundkunststoffen (FVK)**
- **Leichtbaurobotik-Systembaukasten für die Flugzeugproduktion**
- **Automatisierte Vormontage von CFK-Integralspannen**
- **Automatisierte Rudergabelmontage in Flugzeugseitenleitwerken**
- **Effizienzsteigernde Flow-Line-Fertigung für CFK-Großbauteile**

---

#### Redaktion

Dipl.-Ing. Anne-Grete Becker | Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM | Stade | Presse und Öffentlichkeitsarbeit | Telefon +49 421 2246 568 | Wiener Straße 12 | 28359 Bremen | [www.ifam.fraunhofer.de](http://www.ifam.fraunhofer.de) | [anne-grete.becker@ifam.fraunhofer.de](mailto:anne-grete.becker@ifam.fraunhofer.de) |

### **Clean Sky 2 – »MFFD« – Ein Flugzeugrumpf der Zukunft – Montagetechnologien für neue Rumpfbauweisen mit thermoplastischen CFK**

In einem virtuellen Flugzeughangar haben die Besucherinnen und Besucher der SIAE 2023 per VR-Brille die Möglichkeit, den Clean Sky 2 »Multifunctional Fuselage Demonstrator« (»MFFD«) individuell zu erkunden, der derzeit bei Fraunhofer in Stade im 1:1-Maßstab real aufgebaut wird (Abbildung 1 + 2). Die deutliche Gewichtsverringerung des Flugzeugrumpfs der Zukunft resultiert aus einer neuartigen Bauweise, die wiederum durch die weltweit erstmalige Nutzung thermoplastischer Faserverbundwerkstoffe für diesen Einsatzbereich zugänglich wird.

Steigende Nachfrage nach Flugzeugen und zu reduzierende CO<sub>2</sub>-Emissionen erfordern neue Bauweisen und Technologien im Flugzeugbau. Für eine signifikante Erhöhung der Produktivität einerseits und Umweltverträglichkeit – durch Gewichtsreduktion – andererseits, gibt es einen vielversprechenden Ansatz: Die Kombination thermoplastischer, carbonfaserverstärkter Kunststoff- (CFK-) Flugzeugstrukturelemente, Verkleidungsteile und Kabinensystemelemente zu einem integrierten Strukturmodul. Das Ziel ist es, die Ausrüstung der Rumpfschalen vor dem Schließen des Rumpfs durchzuführen und so erheblich an Aufwand und Kosten zu sparen. Dafür ist es erforderlich, das bisher durchgeführte Bohren und Nieten durch ein spanloses schweißtechnisches Fügen zu ersetzen.

Im Rahmen des Clean Sky 2 »Multifunctional Fuselage Demonstrator« (»MFFD«) wird die technologische und wirtschaftliche Machbarkeit der schweißtechnisch basierten Montage von hochintegrierten, thermoplastischen Flugzeugrumpfstrukturen untersucht. Dazu entsteht in Stade ein Versuchsaufbau im 1:1-Maßstab mit verschiedenen Verbindungsdesigns und Schweißverfahren, der gemeinsam mit internationalen Projektpartnern entwickelt wird. Neben den Schweißprozessen stehen die automatisierte Manipulation und Montage der Strukturen unter Einhaltung höchster Toleranzanforderungen im Fokus.

**Weitere Informationen:** <https://s.fhg.de/9RW>



This project  
was funded by  
the European Union

### **Systembaukasten mit Potenzial – Kognitive Flugzeugproduktion mit modularer Leichtbaurobotik**

Im Verbundprojekt »Cobots, Mensch und Maschinen aus Niedersachsen« (CoMMaNds 2) entwickelten die Forschenden des Fraunhofer IFAM in Stade gemeinsam mit ihren Projektpartnern mobile Leichtbaurobotersysteme zur effizienten und nachhaltigen Montage von Flugzeugkomponenten (Abbildung 3).

Ziel der FuE-Aktivitäten war es, einen modularen Leichtbaurobotik-Systembaukasten zu schaffen, der es ermöglicht, Leichtbaurobotersysteme mit reduziertem zeitlichen und finanziellen Aufwand zu konfigurieren und zu rekonfigurieren. So können nicht nur Neuanlagen zu geringeren Kosten und mit geringerer Lieferzeit projektiert, sondern auch bestehende Anlagen einfacher an wechselnde Bedingungen angepasst werden. Die Systemmodellierung sowie die standardisierten Schnittstellen basieren auf dem offenen Datenaustauschstandard OPC UA und die standardisierte Ablaufsteuerung besteht aus fähigkeitsbasierten Softwarebausteinen. So wird in der Produktionspraxis ein »Plug & Produce« sowie eine schnelle und einfache Generierung von Steuerungscode erreicht.

Weitere wichtige Bausteine des Projekts sind Mensch-Maschine-Schnittstellen, die u.a. mittels Augmented Reality- (AR-) Technologien realisiert wurden, Technologien zur schnellen und zuverlässigen Referenzierung, Mobilisierung der Roboter sowie Entwicklung einiger luftfahrtrelevanter Prozesse.

Die entwickelten Technologiebausteine des modularen Systembaukastens haben sich bereits in beispielhaften Anwendungen unter Beweis gestellt. So wurde das Quetschen von Nieten an einer Flugzeugrumpfschale sowie das Bohren und Verschrauben von Nietverbindungen am Beispiel einer Flugzeugseitenleitwerksbox im 1:1-Maßstab erfolgreich durchgeführt.

#### **Gefördert durch:**



**Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft,  
Verkehr, Bauen und Digitalisierung**

### **Positionier- und Bohrendeffektor zur automatisierten hochpräzisen und qualitätsgesicherten Vormontage von CFK-Integralspanten**

Die im »Impuls«-Teilprojekt »Tempo« (»Technologien für die effiziente Montage und Produktion von CFK-Rumpfkomponten«) vom Fraunhofer IFAM in Stade gemeinsam mit Projektpartnern entwickelten Automatisierungslösungen wurden bereits in seriennaher Umgebung an einem maßstabsgetreuen Prototyp validiert.

Der für eine Portalanlage neu entwickelte Positionier- und Bohrendeffektor zur automatisierten Vormontage von Versteifungselementen (Cleats) an CFK-Integralspante (Abbildung 4) zur Herstellung von Flugzeugrümpfen ermöglicht Produktionsratensteigerungen sowohl bei gleichbleibender Qualität als auch zu geringeren Kosten. Die bisherige manuelle Fertigung benötigt darüber hinaus mehr Prozessschritte.

Der Positionier- und Bohrendeffektor erfüllt die Aufgaben der Aufnahme von unterschiedlichen Cleats, deren Positionierung an verschiedene Integralspante und der zeitgleichen doppelten Bohrung beider Bauteile. Der kompakt gebaute Endeffektor lässt sich sowohl von der eingesetzten Portalanlage als auch von Standard-Industrierobotern aufnehmen. Er kann über eine Anlagen-SPS gesteuert werden und erhält seine globalen Lagedaten aus eingelesenen CAD-Daten der Bauteile. Über eine vorgelagerte schnelle Einmessung mittels Lasertracker wird die neue Montagesituation angepasst. Die innovative Technologie ermöglicht einen prozesssicheren Ablauf und eine hohe Positioniergenauigkeit. Die im Endeffektor integrierte Messtechnik dokumentiert exakt den nötigen Anpressdruck sowie viele weitere Parameter zur Überwachung der optimalen Bedingungen für das Vormontieren der Cleats an den Integralspant. Somit ist eine Online-Qualitätssicherung gewährleistet.

**Video und weitere Informationen: <https://s.fhg.de/s4X>**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### **Agile Produktionstechnologien für CFK-Boxstrukturen – Automatisierte Rudergabelmontage in Flugzeugseitenleitwerken**

Unter Nutzung agiler Produktionstechnologien für CFK-Boxstrukturen optimierten die Forschenden des Fraunhofer IFAM in Stade im Verbundvorhaben »FastFlexMont 2« die Produktionsabläufe von Flugzeugseitenleitwerken.

Mit dem Ziel, die Montage von Rudergabeln an die Seitenleitwerksbox nicht mehr durch lange Wartezeiten zu unterbrechen, haben die Expertinnen und Experten des Fraunhofer IFAM zusammen mit Partnern Auftrag und Aushärtung von Shimmaterial (spaltfüllendes Material; Abbildung 5) als parallellaufendes Verfahren entwickelt. Dabei ermöglichen automatisierte und digital vernetzte Prozesse das volumengenaue Dosieren und Applizieren sowie die präzise Formgebung und Kantenglättung des Shims. Erst nach Aushärtung der Spaltfüllung wird die fertig geshimmte Rudergabel in das Seitenleitwerk eingesetzt.

Diese Fertigungsoptimierung erreicht durch die Parallelisierung von Arbeitsschritten neben einer agilen Fertigung die Wiederverwendbarkeit von technischen Ressourcen und damit die Erhöhung der Produktivität bei gleichzeitiger Kostensenkung.

**Weitere Informationen und Video: <https://s.fhg.de/yc5> und <https://s.fhg.de/zL5>**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### **Effizienzsteigernde Flow-Line-Fertigung von CFK-Großbauteilen – Zukunftsweisendes mobiles Spannfeld für flexible Aufnahme, Ausrichtung und Transport von Bauteilen**

Ein weiter Meilenstein im Hinblick auf agile Produktionstechnologien – das vom Fraunhofer IFAM in Stade gemeinsam mit Projektpartnern neu entwickelte mobile Spannfeld kann diverse Großbauteile, wie Flugzeug-Seitenleitwerke oder -Landeklappen, in unterschiedlichen Typen bis zu acht Metern Länge flexibel aufnehmen, formgebend exakt und nachhaltig ausrichten sowie transportieren (Abbildung 6).

Auch in diesem Forschungsverbundprojekt (»UniFix«; »Universelle mobile Bauteilspann- und Fixiervorrichtung für die Bearbeitung von Faserverbundstrukturen«) dreht sich alles um gewichtsreduzierende CFK-Großstrukturen im 1:1-Maßstab für den Flugzeugbau. Fokussiert auf Bearbeitungsprozesse im Produktionsablauf ist dieses Spannungsfeld in der Lage, eine Bearbeitungsanlage von zeitaufwendigen, nichtwertschöpfenden Nebentätigkeiten erheblich zu entlasten, indem es im Vorfeld mit den optimal und exakt ausgerichteten Großbauteilen verschiedene Prozessstationen durchläuft, an denen vorbereitende Arbeiten parallel und simultan erfolgen können.

Diese flussorientierte Fertigung ermöglicht es, Durchlaufzeiten zu reduzieren und damit Produktivität, Effizienz und Wirtschaftlichkeit, somit die Konkurrenzfähigkeit im internationalen Markt, zu steigern. Die Vorteile der fließenden Fertigung liegen vor allem in Reduktion von manuellen Handlingsoperationen und Nebenzeiten. Dazu kommen Effizienzsteigerungen durch Spezialisierung der einzelnen Anlagen, verringerte Durchlaufzeiten aufgrund harmonisierter Taktzeiten sowie eine damit einhergehende Reduktion von Pufferbeständen und schnellere Reaktion auf Prozessabweichungen.

**Weitere Informationen und Video: <https://s.fhg.de/89K>**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Weitere Informationen

- **Webseite**  
[www.ifam.fraunhofer.de/stade](http://www.ifam.fraunhofer.de/stade)
- **Flyer**  
<https://s.fhg.de/WCc>
- **Messe**  
Erfahren Sie mehr – besuchen Sie uns vom 19. bis 25. Juni 2023 auf der Internationalen Luft- und Raumfahrttausstellung SIAE in Paris-Le Bourget (»Paris Air Show«), Halle 2C | Stand D357, (Stand Fraunhofer AVIATION & SPACE auf dem Gemeinschaftsstand des BDLI).

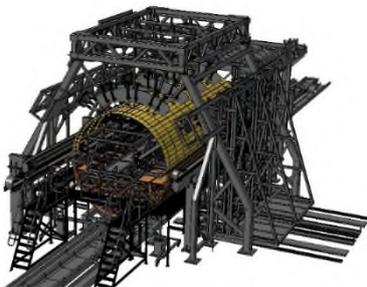
## Abbildungen

© Fraunhofer bzw. Fraunhofer IFAM, Veröffentlichung frei in Verbindung mit Berichterstattung über diese Presseinformation. Download unter:  
<http://www.ifam.fraunhofer.de/de/Presse/Downloads.html>



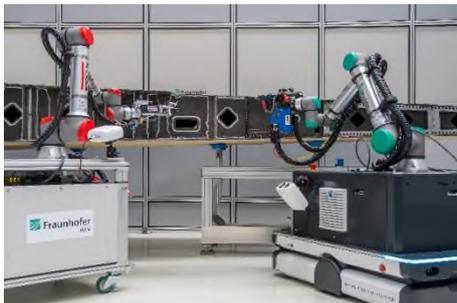
### Abbildung 1 | Bildunterschrift

Auf der SIAE 2023 per VR-Brille erkundbar: Im virtuellen Flugzeughangar ist rechts der Clean Sky 2 Flugzeugrumpf der Zukunft zu sehen, der aktuell von Fraunhofer in Stade im 1:1 Maßstab mit Projektpartnern realisiert wird (© Fraunhofer).



### Abbildung 2 | Bildunterschrift

Flugzeugrumpf der Zukunft: Der Clean Sky 2 Multifunctional Fuselage Demonstrator (MFFD) im Detail. Er wird aktuell von Fraunhofer im Forschungszentrum CFK NORD in Stade im 1:1 Maßstab mit Projektpartnern realisiert (© Fraunhofer).



**Abbildung 3 | Bildunterschrift**

Übernahme von bisher manuell ausgeführten Bohrprozessen an CFK-Seitenleitwerken durch mobile Cobots (© Fraunhofer IFAM).



**Abbildung 4 | Bildunterschrift**

Der vom Fraunhofer IFAM in Stade entwickelte Positionier- und Bohrendeffektor während der automatisierten Positionierung eines Cleats an den Integralspant (© Fraunhofer IFAM).



**Abbildung 5 | Bildunterschrift**

Automatisierte Rudergabelmontage in Flugzeugseitenleitwerken – Automatisierter bedarfsgerechter Shimauftrag zum Ausgleich von Bauteiltoleranzen: ein Leichtbauroboter führt eine Rudergabel zur Shimapplikation unter die Dosieranlage (© Fraunhofer IFAM).



**Abbildung 6 | Bildunterschrift**

Die erste Station der »UniFix«-Flow-Line: Das neu entwickelte, durch virtuell gekoppelte AGV-Systeme mobile Spannfeld transportiert das robust gehaltene CFK-Seitenleitwerk-Schalenelement in die Kamera-Arena, wo die Formhaltigkeit des Spannfelds überprüft wird (© Fraunhofer IFAM).