

PRESSEMITTEILUNG

PRESSEMITTEILUNG

Nr. 05 | 2024

28. Mai 2024 || Seite 1 | 10

Lasertechnologie für ein leichteres Fliegen der Zukunft

CO₂-Lasersystemtechnik des Fraunhofer IWS ermöglicht effizientes Verbinden großvolumiger Flugzeugstrukturen auf Faserverbundbasis

(Dresden, 28.05.2024) Einen entscheidenden Fortschritt auf dem Weg in Richtung neuer ökologischer Flugzeugbaukonzepte hat das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS erzielt. Ein Forscherteam aus Dresden erbrachte innerhalb des EU-Programms Clean Sky 2 im Projekt »Multifunctional Fuselage Demonstrator« (MFFD) den Nachweis zum spanlosen Fügen von kohlenstofffaserverstärkten Bauteilstrukturen aus Thermoplast. Der entwickelte automatisierte Verfahrensansatz verband die obere und untere Hälfte des weltweit größten CFRTP-Flugzeugrumpfssegments. Die neuartige Bauweise sowie das eingesetzte CONTIjoin-Verfahren ermöglichen neben dem Einsparen von Arbeitsaufwand, wie etwa beim Bohren und Nieten, massive Gewichts-, Material- und Zeitreduktion. Das soll die Produktion zukünftiger Verkehrsflugzeuge schneller, umweltfreundlicher und wettbewerbsfähiger gestalten. Die Forschenden präsentieren ihre Ergebnisse und die Systemtechnik auf der Internationalen Luft- und Raumfahrttausstellung ILA 2024 in Berlin.

Produktionstechnologien für den thermoplastischen Rumpf von morgen erforscht ein internationales Konsortium unter der Leitung von AIRBUS. Im Rahmenprogramm »Large Passenger Aircraft« (LPA) gelang es innerhalb des MFFD-Projekts dem Team um Dr. Maurice Langer, Gruppenleiter Kleben und Faserverbundtechnik am Fraunhofer IWS, erstmals weltweit unter Einsatz einer CO₂-Laserstrahlquelle das Schweißen langer Verbindungsnähte an großvolumigen thermoplastischen Flugzeugfaserverbundstrukturen außerhalb eines Autoklaven zu demonstrieren. Auf der linken Seite des MFFD erzeugte der am Fraunhofer IWS entwickelte Verfahrensansatz die finale Längsnahtverbindung zwischen der oberen und unteren Rumpfhälfte eines acht mal vier Meter messenden Abschnitts des Flugzeugrumpfssegments aus »Carbon Fiber Reinforced Thermo-Plastics« (CFRTP) – in Originalgröße. Das so genannte CONTIjoin-Verfahren, eine Kombination aus CO₂-Lasertechnologie und hochdynamischer Strahlableitung, regelte in Echtzeit die Laserleistung, um die Temperatur in der Fügezone konstant zu halten und ermöglichte zugleich die automatisierte Anpassung der Strahlfigur im Schweißspalt.

Besuchen Sie uns

ILA Berlin 2024

—

05.–09.06.2024

Berlin ExpoCenter
Airport

Halle 2, Stand 270

Fraunhofer-
Gemeinschaftsstand

Mehr Informationen:
s.fhg.de/ILA-PR

Die beschriebenen Ergebnisse wurden von Fraunhofer unter dem Förderkennzeichen CS2-LPA-2.1.6 in Kooperation mit allen genannten Projektpartnern erarbeitet. Fraunhofer bedankt sich im Namen der Projektpartner bei der Europäischen Kommission für die Förderung.



CLEAN AVIATION



Co-funded by
the European Union

Leiter Unternehmenskommunikation

Markus Forytta | Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS | Telefon +49 351 83391-3614 | Winterbergstraße 28 | 01277 Dresden | www.iws.fraunhofer.de | markus.forytta@iws.fraunhofer.de

Gruppenleiter Kleben und Faserverbundtechnik

Dr.-Ing. Maurice Langer | Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS | Telefon +49 351 83391-3852 | Winterbergstraße 28 | 01277 Dresden | www.iws.fraunhofer.de | maurice.langer@iws.fraunhofer.de

Gewicht erheblich eingespart

Das neuartige Verfahren macht den Einsatz mechanischer Verbindungselemente überflüssig und verzichtet zudem auf Materialdopplungen wie bei klassischen genieteten Überlappverbindungen. Die Rumpftonne aus geschweißtem, thermoplastischem Verbundwerkstoff wiegt somit deutlich weniger als heute übliche Sektionen. Dies markiert einen wichtigen Schritt im Flugzeugbau unter Einsatz neuartiger Hochleistungsmaterialien, da es das Fügen von hochfesten und schweißbaren Faserverbund-Großbauteilen ermöglicht. Die Herausforderung bestand darin, Materialien wie PAEK zu verarbeiten, das eine für Kunststoffe vergleichsweise sehr hohe Wärmeform- und Temperaturbeständigkeit aufweist. »Herkömmliche Fertigungsverfahren für diese Materialien sind oft energieintensiv und aufwendig«, erläutert Dr. Langer. »Wir haben deshalb gemeinsam mit dem Projektpartner AIRBUS einen Verfahrensansatz entwickelt, in dem wir mittels einer gestuften Schäftungstechnologie Bauteile außerhalb des Autoklaven miteinander fügen können und zugleich hervorragende Festigkeitseigenschaften dieses Verbundes erreichen.« Herkömmliche Verfahren seien in dieser Hinsicht limitiert, insbesondere wenn es um hohe Produktionsraten und großvolumige Bauteilstrukturen der Luftfahrt gehe. Dr. Langer betont: »Neue Materialklassen erfordern innovative Fertigungsmethoden. Erklärtes Ziel war es, am Multifunctional Fuselage Demonstrator das Rumpfgewicht um bis zu eine Tonne zu reduzieren.« Über die Betriebsdauer des Flugzeugs hinweg betrachtet ließen sich aufgrund des geringeren Gewichts und einer verbesserten Integration der Systemarchitektur der Gesamtenergiebedarf, der Treibstoffverbrauch sowie der Ausstoß von Luftschadstoffen wie Kohlenstoffdioxid und Stickstoffoxiden signifikant senken. »Mit dem am Fraunhofer IWS entwickelten CONTIjoin-Verfahren ist uns somit ein wichtiger ökonomischer und ökologischer Schritt für die zukünftige Flugzeugentwicklung sowie angrenzende Anwendungen gelungen«, unterstreicht Dr. Maurice Langer.

Flugzeughalbschalen per Laser geschweißt

Der Schlüssel zum Erfolg lag für das Team darin, die Ober- und Unterschale des Flugzeugkorpus durch kontinuierliche Ablage mehrerer übereinander angeordneter Laminatstreifen, so genannter »Straps«, schrittweise miteinander zu verbinden. Die mit jedem Arbeitsschritt zunehmend von 60 bis 360 Millimeter breiter werdenden Streifen wurden hierzu automatisiert in eine auf den Oberflächen der Halbschalen eingebrachte Stufengeometrie (Schäftung) abgelegt. Die so erzeugten Überlappverbindungen stellen den zunächst unterbrochenen Kraftfluss des Faserverbundmaterials zwischen den Halbschalen wieder her und bilden einen verlässlich lastenübertragenden Verbund. »Eine weitere Besonderheit für diesen Prozess stellt die Wellenlänge des eingesetzten CO₂-Lasersystems dar«, fügt Dr. Langer hinzu. Das CONTIjoin-Verfahren biete den einzigartigen Vorteil, dass die Wellenlänge von 10,6 Mikrometern in dem relevanten Kunststoffanteil des Faserverbundmaterials eine deutlich höhere Einkopplung (Absorption) der Laserstrahlung aufweist, als die herkömmlich eingesetzten Faserlaser

PRESSEMITTEILUNG

Nr. 05 | 2024

28. Mai 2024 || Seite 2 | 10

Besuchen Sie uns

ILA Berlin 2024

05.–09.06.2024

Berlin ExpoCenter Airport

Halle 2, Stand 270

Fraunhofer-
Gemeinschaftsstand

Mehr Informationen:
s.fhg.de/ILA-PR

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND STRAHLTECHNIK IWS

mit 1,06 Mikrometern. »Dadurch lässt sich der erforderliche Energieeintrag im Bereich der zu fügenden Grenzflächen zwischen den einzelnen Bauteilen auf ein Minimum reduzieren, wodurch die heute typischerweise nachfolgenden Prozessschritte vollständig entfallen.«

Technologien des Fraunhofer IWS machen den Unterschied

Ein weiterer essentieller Technologiebaustein stellt das ebenfalls am Dresdner Institut entwickelte »ESL2-100-Modul« dar. »Damit können wir verschiedenste Sensorsignale verarbeiten und daraus abgeleitet entsprechende Steuerungsalgorithmen implementieren«, erläutert Peter Rauscher, Gruppenleiter High-Speed Laserbearbeitung am Fraunhofer IWS. »Das bietet sowohl die Möglichkeit der Überwachung als auch der adaptiven Steuerung des Schweißprozesses in Echtzeit. Mit herkömmlicher Ansteuerelektronik wäre dies nicht möglich. Damit gelingt es uns zum Beispiel neben der Regelung der Schweißtemperatur entlang des Schweißspalts auch die Position, Breite und Krümmung der Flugzeughalbschalen zu berücksichtigen.« Das Setup bestand zudem aus zwei zusammenwirkenden Bewegungseinheiten, den so genannten Endeffektoren. Die Aufgaben des Straphandling-Endeffektors bestand darin, das aufzubringende Laminat während der kontinuierlichen Ablage präzise zu führen und es konturgetreu breitenabhängig an die Flugzeughalbschalen anzudrücken. Der zweite Endeffektor ermöglichte die Laserstrahlführung sowie pyrometrische Erfassung der Temperatur in der Fügezone. Jeder Endeffektor bewegte sich dafür synchron zum anderen auf einem eigenen linearen Achsensystem, um die Übertragung möglicher Vibrationen oder Verformungen durch das Andrücken der Laminatstreifen von der optischen Strahlführung des Lasersystems zu entkoppeln. Während die konzeptionelle Ausarbeitung und Umsetzung des gesamten Anlagen- sowie Steuerungssystems inklusive Mensch-Maschine-Schnittstelle auf einer vollständigen Eigenentwicklung beruhen, kamen bei den sonstigen eingesetzten Systemkomponenten wie beispielsweise Laserstrahlquelle, Pyrometer oder X-Y-Scannern, kommerziell erhältliche Industriekomponenten zum Einsatz.

Nächste Schritte: Technologiereife erhöhen und weitere Anwendungsgebiete erschließen

Auf diese Weise gelang es, sowohl die Technologieentwicklung als auch die Skalierung und Anwendung des Verfahrens anhand von Großstrukturen aus thermoplastischem Faserverbundmaterial wie dem MFFD zu demonstrieren. Der nächste Schritt besteht nun darin, das Technologie-Reife-Level (TRL) zu erhöhen und somit einen weiteren Schritt in Richtung Qualifizierung der Luftfahrttauglichkeit zu gehen. Dr. Langer erklärt: »Die entwickelte CONTIjoin-Technologie ist nicht nur für den Flugzeugbau interessant, sondern auch für andere Branchen. Die entwickelte Verfahrenslösung könnte so neben der Luftfahrt auch für Anwendungen im Schiffs-, LKW- und Aufliegerbau sowie im Schienenverkehr oder bei der Weiterentwicklung moderner Windenergieanlagen interessant sein.« Eine Herausforderung bestehe darin, die Akzeptanz und den Einsatz

PRESEMITTEILUNG

Nr. 05 | 2024

28. Mai 2024 || Seite 3 | 10

Besuchen Sie uns**ILA Berlin 2024**

05.–09.06.2024

**Berlin ExpoCenter
Airport**

Halle 2, Stand 270

Fraunhofer-
GemeinschaftsstandMehr Informationen:
s.fhg.de/ILA-PR

Werkstoff und Laser mit System: Das **Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS** entwickelt komplexe Systemlösungen in der Laser- und Werkstofftechnik. Wir verstehen uns als Ideentreiber, die Lösungen mit Laseranwendungen, funktionalisierten Oberflächen sowie Werkstoff- und Prozessinnovationen entwickeln – von einfach integrierbaren Individuallösungen über kosteneffiziente Mittelstandslösungen bis hin zu industrietauglichen Komplettlösungen. Die Forschungsschwerpunkte liegen in den Branchen Luft- und Raumfahrt, Energie- und Umwelttechnik, Automobilindustrie, Medizintechnik, Maschinen- und Werkzeugbau, Elektrotechnik und Mikroelektronik sowie Photonik und Optik. In den fünf Zukunfts- und Innovationsfeldern Batterietechnik, Wasserstofftechnologie, Oberflächenfunktionalisierung, Photonische Produktionssysteme und Additive Fertigung schaffen wir bereits heute die Basis für die technologischen Antworten von morgen.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND STRAHLTECHNIK IWS

sowohl der thermoplastischen Composite-Materialien als auch entsprechender Verfahren in den unterschiedlichen Branchen zu etablieren.

Am »MFFD« beteiligte Projektpartner:

- Acroflight Ltd, Witham, UK
- Aernnova Aerospace S.A., Vitoria, Spanien
- Aeromechs srl, Aversa, Italien
- AIMEN – Asociación de Investigación Metalúrgica del Noroeste, O Porriño, Spanien
- Airbus
- Aitiip Centro Tecnológico, Zaragoza, Spanien
- ALPEX Technologies GmbH, Mils, Österreich
- BCC – Brunel Composites Centre, University London, UK
- CETMA – Centro di Ricerche Europeo di Technologie, Design e Materiali, Brindisi, Italien
- CT Engineering Group – Ct Ingenieros Aeronauticos de Automocion e Industriales Slu, Madrid, Spanien
- CTI Systems, Lentzweiler, Luxembourg
- Diehl Aviation Laupheim GmbH, Laupheim, Deutschland
- Diehl Comfort Modules GmbH, Hamburg, Deutschland
- DLR – Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt, ZLP Augsburg, Deutschland
- DLR – Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt, ZLP Stade, Deutschland
- Element Materials Technology, Sevilla, Spani
- FADA – Andalusian Foundation for Aerospace Development / CATEC – Center for Advanced Aerospace Technologies, Sevilla, Spanien
- FFT Produktionssysteme GmbH & Co. KG, Fulda, Deutschland
- Fraunhofer-Gesellschaft, Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Pfinztal, Deutschland
- Fraunhofer-Gesellschaft, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung IFAM, Stade, Deutschland
- Fraunhofer-Gesellschaft, Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV, Augsburg, Deutschland
- Fraunhofer-Gesellschaft, Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, Dresden, Deutschland
- GKN Aerospace, Fokker Aerostructures BV, Papendrecht, Niederlande
- GKN Aerospace, Fokker ELMO BV, Hoogerheide, Niederlande
- HSLU – Hochschule Luzern, Luzern, Schweiz
- KVE Composites Group, The Hague, Niederlande
- LSBU – London South Bank University, London, UK
- NLR – Royal Netherlands Aerospace Centre, Marknesse, Niederlande
- Ostseestahl GmbH & Co KG, Stralsund, Deutschland
- Premium AEROTEC, Augsburg, Deutschland
- Rescoll, Pessac Cedex, Frankreich

PRESEMITTEILUNG

Nr. 05 | 2024

28. Mai 2024 || Seite 4 | 10

Besuchen Sie uns**ILA Berlin 2024**

05.–09.06.2024

**Berlin ExpoCenter
Airport**

Halle 2, Stand 270

Fraunhofer-
GemeinschaftsstandMehr Informationen:
s.fhg.de/ILA-PR

Werkstoff und Laser mit System: Das **Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS** entwickelt komplexe Systemlösungen in der Laser- und Werkstofftechnik. Wir verstehen uns als Ideentreiber, die Lösungen mit Laseranwendungen, funktionalisierten Oberflächen sowie Werkstoff- und Prozessinnovationen entwickeln – von einfach integrierbaren Individuallösungen über kosteneffiziente Mittelstandslösungen bis hin zu industrietauglichen Komplettlösungen. Die Forschungsschwerpunkte liegen in den Branchen Luft- und Raumfahrt, Energie- und Umwelttechnik, Automobilindustrie, Medizintechnik, Maschinen- und Werkzeugbau, Elektrotechnik und Mikroelektronik sowie Photonik und Optik. In den fünf Zukunfts- und Innovationsfeldern Batterietechnik, Wasserstofftechnologie, Oberflächenfunktionalisierung, Photonische Produktionssysteme und Additive Fertigung schaffen wir bereits heute die Basis für die technologischen Antworten von morgen.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND STRAHLTECHNIK IWS

- SAAB AB, Stockholm, Schweden
- SAM XL, Delft, Niederlande
- Techni-Modul Engineering, Coudes, Frankreich
- Technische Universität München, Lehrstuhl für Carbon Composites, München, Deutschland
- Technische Universität Delft, Delft, Niederlande
- TWI – The Welding Institute, Cambridge, UK
- UPAT – University of Patras, Patras, Griechenland
- XELIS GmbH, Herford, Deutschland

Infobox

Clean-Sky-2- und Clean-Aviation-Projekt »MFFD«

Im Rahmen des von der EU geförderten Projekts »Large Passenger Aircraft« (»LPA«) hat die Fraunhofer-Gesellschaft in Stade mit internationalen Projektpartnern jeweils eine maßstabsgetreue Ober- und Unterschale des »Multi Functional Fuselage Demonstrator« (MFFD) durch automatisierte Positionier- und Fügeprozesse miteinander verbunden. Das Verschweißen der linksseitigen Längsnäht der beiden acht Meter langen CFK-Halbschalen, die einen Durchmesser von etwa vier Metern aufweisen, schloss die Herstellung des größten thermoplastischen CFK-Flugzeugrumpfssegments der Welt erfolgreich ab. Erstmals wurde in einem Forschungsprojekt ein Rumpfsegment in Originalgröße aus thermoplastischen CFK-Werkstoffen hergestellt, um Machbarkeit sowie ökologische und ökonomische Vor- und Nachteile darstellen bewerten zu können.

Als Fügeverfahren zum Schließen des Thermoplast-Flugzeugrumpfs wurde zusammen mit dem Projekt-Koordinator Airbus das CO₂-Laserschweißen für die linke sowie das Ultraschallschweißen für die rechte Längsnaht ausgewählt. Im Gegensatz zu aktuellen Nietverfahren bieten beide Verfahren den Vorteil des staubfreien Fügens. Allerdings wurden sie bisher weder in der Produktion noch in der Forschung bei derart großen CFK-Bauteilen und mit den benötigten speziellen Qualitätsanforderungen angewendet. Der Bedarf für ein staubfreies Fügen ergibt sich aus der erstmals durchgeführten Vorintegration beider Schalen mit einer Vielzahl von ebenfalls schweißtechnisch montierten Struktur- und Systemkomponenten, die ein nachträgliches Entfernen von Staub und Spänen nicht zulässt.

Mehr Informationen: <https://www.ifam.fraunhofer.de/de/Presse/neue-bauweise-automatisierte-produktion-thermoplast-flugzeugrumpf.html>

PRESEMITTEILUNG

Nr. 05 | 2024

28. Mai 2024 || Seite 5 | 10

Besuchen Sie uns

ILA Berlin 2024

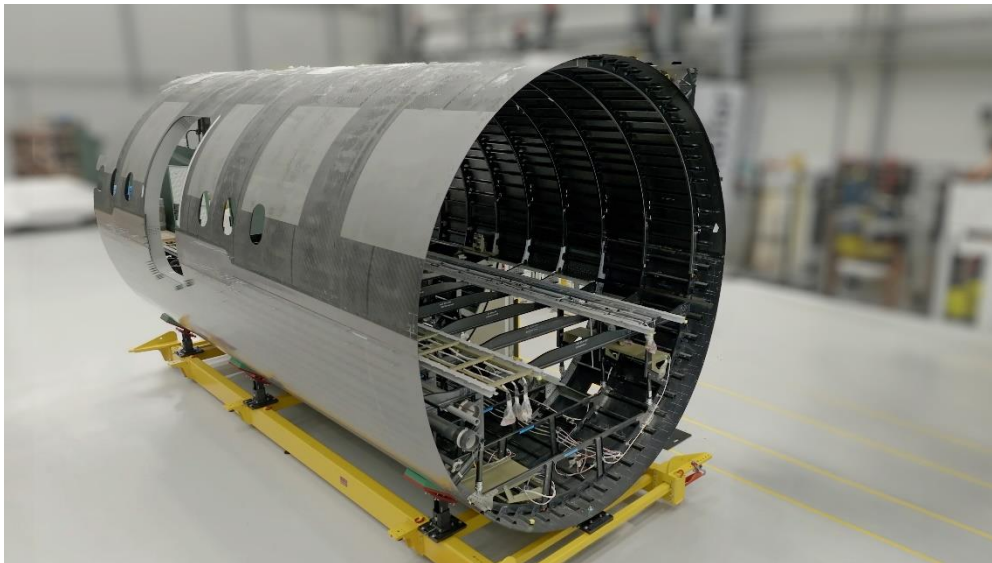
05.–09.06.2024

**Berlin ExpoCenter
Airport**

Halle 2, Stand 270

Fraunhofer-
Gemeinschaftsstand

Mehr Informationen:
[s.fhg.de/ILA-PR](https://www.fhg.de/ILA-PR)



Im Rahmenprogramm »Large Passenger Aircraft« (LPA) gelang es dem Fraunhofer IWS innerhalb des MFFD-Projekts erstmals weltweit unter Einsatz einer CO₂-Laserstrahlquelle das Schweißen langer Verbindungsnahte an großvolumigen thermoplastischen Flugzeugfaserverbundstrukturen zu demonstrieren.

© CLEAN AVIATION

PRESSEMITTEILUNG

Nr. 05 | 2024

28. Mai 2024 || Seite 6 | 10

Besuchen Sie uns

ILA Berlin 2024

—

05.–09.06.2024

**Berlin ExpoCenter
Airport**

Halle 2, Stand 270

Fraunhofer-
Gemeinschaftsstand

Mehr Informationen:
s.fhg.de/ILA-PR



Auf der linken Seite des MFFD erzeugte der am Fraunhofer IWS entwickelte Verfahrensansatz die finale Längsnahtverbindung zwischen der oberen und unteren Rumpfhälfte eines acht mal vier Meter messenden Abschnitts aus »Carbon Fiber Reinforced Thermo-Plastics« (CFRTP) – in Originalgröße.

© CLEAN AVIATION

PRESEMITTEILUNG

Nr. 05 | 2024

28. Mai 2024 || Seite 7 | 10

Besuchen Sie uns

ILA Berlin 2024

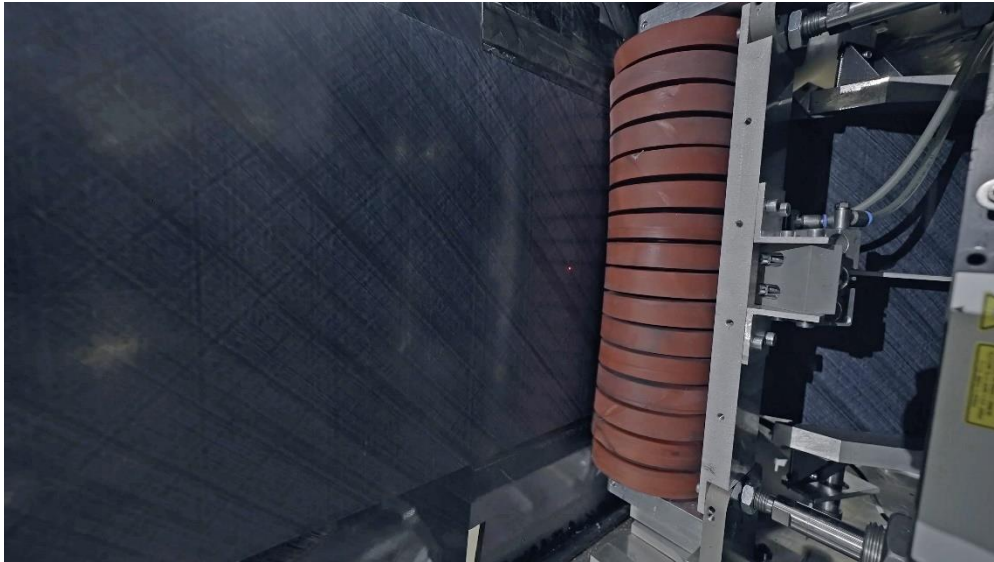
05.–09.06.2024

**Berlin ExpoCenter
Airport**

Halle 2, Stand 270

Fraunhofer-
Gemeinschaftsstand

Mehr Informationen:
s.fhg.de/ILA-PR



Eine wichtige Aufgabe bestand darin, das aufzubringende Laminat kontinuierlich präzise zu führen und konturgetreu breitenabhängig an die Flugzeughalbschalen anzudrücken. Gleichzeitig wurde der Laserstrahl gesteuert sowie die Temperatur in der Fügezone pyrometrisch erfasst.

© CLEAN AVIATION

PRESEMITTEILUNG

Nr. 05 | 2024

28. Mai 2024 || Seite 8 | 10

Besuchen Sie uns

ILA Berlin 2024

05.–09.06.2024

**Berlin ExpoCenter
Airport**

Halle 2, Stand 270

Fraunhofer-
Gemeinschaftsstand

Mehr Informationen:
s.fhg.de/ILA-PR



Die konzeptionelle Ausarbeitung und Umsetzung des gesamten Anlagen- sowie Steuerungssystems inklusive Mensch-Maschine-Schnittstelle beruhte auf einer Eigenentwicklung des Fraunhofer IWS. Zusätzlich kamen kommerziell erhältliche Systemkomponenten zum Einsatz.
© CLEAN AVIATION

PRESEMITTEILUNG

Nr. 05 | 2024

28. Mai 2024 || Seite 9 | 10

Besuchen Sie uns

ILA Berlin 2024

05.–09.06.2024

**Berlin ExpoCenter
Airport**

Halle 2, Stand 270

Fraunhofer-
Gemeinschaftsstand

Mehr Informationen:
s.fhg.de/ILA-PR



Ein Rumpfsegment aus thermoplastischen CFK-Werkstoffen wurde erstmals in einem Forschungsprojekt in Originalgröße hergestellt. Das sollte die fundierte Bewertung von Machbarkeit sowie ökologischer und ökonomischer Vor- und Nachteile ermöglichen. Die Rumpftonne aus thermoplastischem Verbundwerkstoff wiegt deutlich weniger als heute übliche Sektionen.

© CLEAN AVIATION

PRESEMITTEILUNG

Nr. 05 | 2024

28. Mai 2024 || Seite 10 | 10

Besuchen Sie uns

ILA Berlin 2024

05.–09.06.2024

**Berlin ExpoCenter
Airport**

Halle 2, Stand 270

Fraunhofer-
Gemeinschaftsstand

Mehr Informationen:
s.fhg.de/ILA-PR