



## ZLP

Zentrum für Leichtbau-  
produktionstechnologie



# Zentrum für Leichtbau- produktionstechnologie

Das Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie (ZLP) ist eine nationale Einrichtung des DLR mit den zwei Forschungsstandorten Augsburg und Stade. Dort steht jeweils die automatisierte Produktion von Bauteilen aus carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) für die Luft- und Raumfahrt, den Verkehr und die Energie im Mittelpunkt.

Im ZLP arbeiten mehrere DLR-Institute zusammen: das Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie, das Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik und das Institut für Robotik und Mechatronik. Damit kann das DLR die gesamte CFK-Engineering-Prozesskette abbilden – vom Werkstoff bis zur automatisierten Produktion.

Mit einzigartigen, multifunktionalen Großanlagen erarbeitet das ZLP Strategien, um große CFK-Komponenten kostengünstig und in hoher Qualität herzustellen. Dabei werden sämtliche Prozessschritte untersucht, integriert und mit der entsprechenden technischen Infrastruktur im Industriemaßstab abgebildet. Diese Infrastruktur steht auch Kunden zur Verfügung, um gemeinsam mit dem DLR Produktionsprozesse bedarfsorientiert und flexibel zu entwickeln und zu validieren.

## Forschung für Luft- und Raumfahrt, Automobil und Windkraft

Carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK) wird als Material unter anderem dazu genutzt Verkehrsflugzeuge der nächsten Generation herzustellen – leichter im Gewicht, sparsamer im Treibstoffverbrauch und freundlicher in der Schadstoff-Bilanz.

Auch im Automobilbau oder in der Fertigung von Rotorblättern für Windenergieanlagen nimmt CFK zu. Der steigende Bedarf macht wirtschaftliche Produktionsweisen in höchster Qualität erforderlich. Das ZLP forscht im Industriemaßstab, um auf spezielle Anforderungen der jeweiligen Branche individuell und flexibel reagieren zu können.

# ZLP-Standort Stade

Die Forschung am ZLP-Standort Stade konzentriert sich auf die Herstellung von sehr großen und komplexen Bauteilen in hochproduktiven Faserablage-Verfahren und die sensorgeführte, bauteilbezogene Steuerung von thermisch trägen Aushärtprozessen in Autoklaven oder offenen Formwerkzeugen. Des Weiteren arbeiten die Forscher in Stade an der voll automatisierten Fertigung von Großserienbauteilen aus trockenen textilen Halbzeugen im RTM-Prozess. Neben der Luft- und Raumfahrt zielen die zu entwickelnden Verfahren auch auf Anwendungen in der Automobilindustrie und der Produktion von Rotorblättern für Windenergieanlagen ab.

Für diese Forschungsaktivitäten ist der ZLP-Standort Stade mit folgenden innovativen Forschungsanlagen ausgestattet:

- Vollautomatisierte Resin Transfer Moulding (RTM) Prozesskette
- Forschungsautoklav BALU (420°C, Länge: 20 m, Durchmesser: 5,8 m)
- CNC basierte Multi-Ablege-Einrichtung für Fiber Placement (AFP) und Tapelaying (ATL)
- Rotorblattform für Windenergieanlagen (Länge: 45 m)

## Endkonturnahe RTM-Bauteile in hohen Stückzahlen

Kurze Prozesszeiten und automatisierte Abläufe in einem qualitätsgesicherten, robusten Prozess stehen im Fokus der Fertigungsstrecke für CFK-Bauteile in hohen Stückzahlen. Von Zuschnitt und Handhabung trockener Halbzeuge über Drapieren, Konsolidieren und Feinbesäumen der Preforms bis zum automatisierten Injektionsprozess samt Werkzeuglogistik, Temperzyklus und Entformung werden alle Technologien, die für eine Fertigung bis zu 100.000 Stück pro Jahr notwendig sind, in einer vernetzten Forschungsanlage demonstriert. Die aus der realen Anlage gewonnenen Daten fließen in eine Ablaufsimulation, um eine belastbare Aussage über Wirtschaftlichkeit und Produktivität sowie zu erwartende Bauteilkosten treffen zu können.



## Intelligente Autoklav- prozessstechnologie

Autoklaven sind integraler Bestandteil der Wertschöpfungskette von CFK-Bauteilen. Eine qualitätsgesicherte Fertigung im Autoklaven basiert auf der Erforschung der Prozesse und deren Parameter. Der Forschungsautoklav des ZLP-Standorts Stade ist zu diesem Zweck mit umfangreichen Sensorsystemen wie einer Thermokamera sowie Aushärtesensoren ausgestattet und gleichzeitig mit einem Simulationsmodul, dem „virtuellen Autoklaven“, gekoppelt. Dieser gibt den gesamten Prozessablauf im ständigen Abgleich mit den Sensordaten in einem realitätsnahen Modell wieder und erlaubt es den Prozess vorauszusagen. Damit kann der Trägheit des Autoklaven entgegengewirkt werden, wodurch zielgerichtet Maßnahmen auf Prozessabweichungen und exotherme Reaktionen eingeleitet werden können. Im Zusammenspiel mit dem Autoklaven können so produktivitätsoptimierte und energieeffizientere Autoklavprozesse erforscht werden.



## Roboterbasierte und hochproduktive Faserlege-Technologie

Die Fiber Placement Technologie ist für die Fertigung großer, zumeist schalenförmiger Faserverbundbauteile ein etabliertes Verfahren zur Realisierung hoher Bauteilqualitäten. Zur Steigerung der Produktionsrate und Senkung der Fertigungskosten wird am ZLP ein neuartiges Fertigungsverfahren entwickelt. Durch die Nutzung kleiner Fiber Placement und Tape Laying-Einheiten in einem neuartigen Anlagendesign lässt sich die Faserablage eines Bauteils durch bis zu acht koordiniert arbeitende Roboter parallelisieren. Die Entwicklung einer durchgehenden Simulationssoftware, die Realisierung einer online Aufgabenplanung, die Integration echtzeitfähiger Sensorsysteme, die Untersuchung und Beeinflussung materialoptimierter Prozessparameter sowie die ganzheitliche Prozessbetrachtung bis hin zur Bauteil-aushärtung bilden hierbei die Grundlage für einen effizienten, produktiven und qualitätsgesicherten Fertigungsprozess.



# ZLP-Standort Augsburg

Am Standort Augsburg konzentriert sich das ZLP auf Duromermatrixverbundwerkstoffe aus Trockenfaserhalbzeugen und Infusionsharzsysteme sowie auf Thermoplastmatrixverbundwerkstoffe. Weitere Schwerpunkte sind die produktionsintegrierte Qualitätssicherung und die entsprechende Mechatronik und Robotik. Eine europaweit einzigartige roboterbasierte Forschungsplattform (Multifunktionale Zelle - MFZ) ermöglicht Forschung im Industriemaßstab.

Der ZLP-Standort Augsburg ist mit folgender Forschungsinfrastruktur ausgestattet:

- MFZ - Multifunktionale Zelle mit fünf Robotern (Gesamtgröße: circa 15 x 30 x 7 m)
- Technologieerprobungszelle (TEZ) mit zwei Robotern
- Thermoplast-Verarbeitung mit Roboterzelle
- QS-Labor mit Roboterzelle
- Heißpresse (450°C, 1200 x 1800 mm)
- Duromerofen (200°C) und Thermoplastofen (400°C)
- Wasserstrahlschneidanlage
- Cutterzentrum

## Prozesse und Automation

Um Bauteile ökonomisch in hoher Stückzahl herstellen zu können, arbeitet der ZLP-Standort Augsburg an kürzeren Zykluszeiten in der Textil- und Infusionstechnologie und in der Thermoplastverarbeitung. Das geschieht entlang der gesamten Prozesskette.

Im Bereich der Textil- und Infusionstechnologie entwickelt das ZLP unter anderem automatisierte Greifersysteme für textile Halbzeuge zur Preformherstellung. Ziel ist es, Ablegeraten von über 100 Kilogramm pro Stunde zu erreichen und dabei eine schädigungsfreie Handhabung der Zuschnitte zu garantieren. Außerdem arbeitet das ZLP an einer Automatisierung des Vakuumaufbaus zur Harzinfiltration mit anschließender autoklavloser Aushärtung.

Die Thermoplastverarbeitung bietet durch kurze Zykluszeiten ein großes Automatisierungspotenzial - von der Ablage über die Formgebung bis hin zur Konsolidierung. Das ZLP entwickelt Verfahren, um endkonturnahe Bauteile mit einem reproduzierbaren Ergebnis und kurzen Taktzeiten herzustellen.



## Mechatronik und Robotik

Die hohen Anforderungen an die Produktionstechnik in der Luft- und Raumfahrt erfordern innovative Lösungen im Bereich der Robotik und der Mechatronik. Herzstück der Anlagen am ZLP-Standort Augsburg ist eine robotergestützte Forschungsplattform (MFZ), mit der verschiedenste Produktionsprozesse auf ihre Automatisierbarkeit hin untersucht und anschließend validiert werden. Kooperierende oder allein agierende Roboter können in der MFZ auch große Bauteile handhaben.

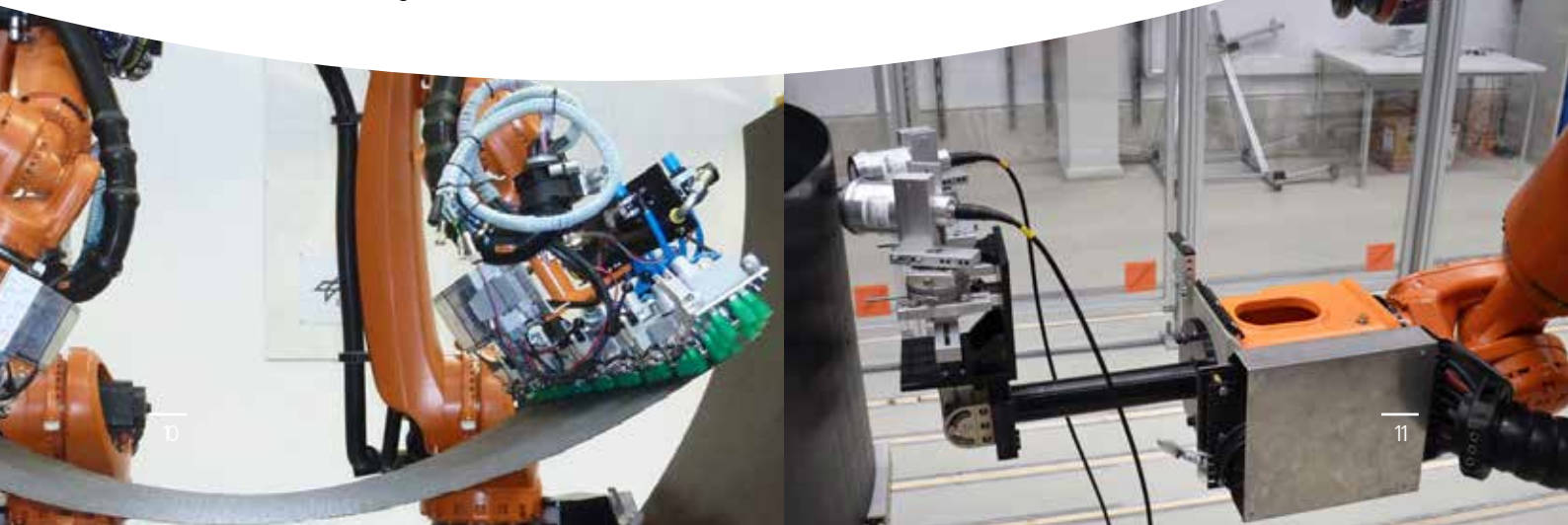
## Montage- und Verbindungstechnologie

Derzeitiger Stand der Technik in der Luft- und Raumfahrt zur Verbindung von Strukturen ist das Nieten oder Bolzen sowie zunehmend auch das Kleben. In diesem Forschungsbereich entwickelt das ZLP Prozesse, um Faserverbundstrukturen künftig hochintegral zu fertigen oder automatisiert zu fügen. In der MFZ können Szenarien, die in digitalen Modellen untersucht wurden, an Demonstratoren mit realen Abmessungen validiert werden.

## Produktionsintegrierte Qualitätssicherung

Die automatisierte Produktion von Luftfahrt- und anderen Leichtbaustrukturen erfordert eine schnelle und kostengünstige integrierte Qualitätssicherung, die Fehler bereits während der Produktion von Bauteilen erkennt und gegebenenfalls behebt.

Hierfür entwickelt das ZLP Qualitäts-sicherungsstrategien sowie geeignete Endeffektoren für moderne Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung, wie aktive Thermographie oder kontaktfreien Ultraschall, sowie weitere optische Methoden. Diese werden entsprechend in die Roboteranlagen integriert. Mit Hilfe neuer Methoden zur automatisierten Auswertung der Daten wird sichergestellt, dass eine durchgängige und zuverlässige Qualitätssicherung den Produktionsprozess begleitet, um Leichtbaustrukturen hoher Qualität in einem effizienten Herstellungsprozess zu ermöglichen.



## Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.



**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt**

**Zentrum für  
Leichtbauproduktionstechnologie**

Ottenbecker Damm 12  
21684 Stade

Telefon: 0531 295-3700

Am Technologiezentrum 4  
86159 Augsburg

Telefon: 0821 319874-1000

[www.DLR.de/zlp](http://www.DLR.de/zlp)