

**Branche:** industrielle Bildverarbeitung  
**Geschäftsfelder:** Display Inspection, Optical Media Inspection, Sealing Inspection, Web Inspection, Segment Vision Components (Kamera)  
**Projektschwerpunkte:** Entwicklung des Kamerasensors, der Beleuchtungseinheiten und des Bildverarbeitungsalgorithmus

**NoKra Optische Prüftechnik und Automation GmbH** (KMU)

Dipl.-Ing. Michael Krauhausen  
 Max-Planck-Straße 12  
 52499 Baesweiler  
 Tel.: 02401 6077-0, Fax: 02401 6077-11  
 E-Mail: mkrauhausen@nokra.de, www.nokra.de

**Branche:** industrielle optische Messtechnik  
**Geschäftsfelder:** Entwicklung, Herstellung und Vertrieb optischer Mess- und Prüfsysteme zur Form- und Geometriepfung

**Projektschwerpunkte:** Entwicklung des Lasersensors und des Auswertungsalgorithmus

**Gimpel Ingenieur-Gesellschaft mbH** (KMU)

Dipl.-Phys. Ing. Matthias Gimpel  
 Pontdriesch 8a  
 52062 Aachen  
 Tel.: 0241 4030-20, Fax: 0241 4030-22  
 E-Mail: m.gimpel@gimpel.de  
 www.gimpel.de

**Branche:** Maschinenbau, Elektrotechnik, technische Physik  
**Geschäftsfelder:** Entwicklung, Konstruktion und Berechnung von Sonder- und Spezialmaschinen, Forschung und Entwicklung Industrie-Messtechnik, Beratung und Begutachtung, Dienstleister

**Projektschwerpunkte:** Schnittstellendefinition, Entwicklung und Konstruktion einer mechanischen Anbindung des Prüfsystems an eine automatisierte FVK-Fertigung

**Invent GmbH** (KMU)

Dipl.-Ing. Henning Wichmann  
 Christian-Pommer-Straße 34  
 38112 Braunschweig  
 Tel.: 0531 24466-0, Fax: 0531 24466-88  
 E-Mail: henning.wichmann@invent-gmbh.de  
 www.invent-gmbh.de

**Branche:** Luft- und Raumfahrt, allgemeiner Maschinenbau, Automobil- und Schienenfahrzeugindustrie, Medizintechnik  
**Geschäftsfelder:** Engineering-Spezialist für Faserverbundtechnologien, Entwicklung und Produktion von CFK-Komponenten wie Prepreg-Technologie und Injektionstechnik  
**Projektschwerpunkte:** Prozessanalyse der FVK-Fertigung, Anforderungsprofil für das Prüfsystem, Bewertung der erzielten Ergebnisse

**Advanced Composite Engineering GmbH (ACE)** (KMU)

Dipl.-Ing. Jürgen Enz  
 Graf-von-Soden-Straße  
 88090 Immenstaad/Bodensee  
 Tel.: 07545 89484, Fax: 07545 84469  
 E-Mail: juergen.enz@ace-composite.com  
 www.ace-composite.com

**Branche:** Luft- und Raumfahrt, Bahntechnik, Automotive, Maschinenbau

**Geschäftsfelder:** Entwicklung und Fertigung von Leichtbaustrukturen aus Faserverbundwerkstoffen, spezialisiert auf die Verarbeitung von Hochleistungs-Verbundwerkstoffen

**Projektschwerpunkte:** Prozessanalyse der FVK-Fertigung, Anforderungsprofil für das Prüfsystem, Bewertung der erzielten Ergebnisse

**Advanced Fiber Placement Technology BV (AFPT)** (KMU)

Coert Kok  
 Van der Duinstraat 24  
 5161BP Sprang-Kapelle (Niederlande)  
 Tel.: +31 416 274247, Fax: +31 416 544054  
 E-Mail: co.kok@wxs.nl

**Branche:** Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie, Kunststoffindustrie, allgemeiner Maschinenbau

**Geschäftsfelder:** Verarbeitung faserverstärkter thermoplastischer Werkstoffe, Thermoplast-Tapelegetechnik

**Projektschwerpunkte:** Prozessanalyse der FVK-Fertigung, Anforderungsprofil für das Prüfsystem, Bewertung der erzielten Ergebnisse, Übertragung des Prüfverfahrens auf thermoplastische FVK

**Composite Technology Center Stade GmbH (CTC)**

Prof. Dr.-Ing. Axel S. Herrmann  
 Airbus-Straße 1  
 21684 Stade  
 Tel.: 04141 938-500, Fax: 04141 938-530  
 E-Mail: axel.herrmann@airbus.com  
 www.ctc-gmbh.com

**Branche:** Flugzeugbau, Schiffbau, Schienenfahrzeugbau, Nutzfahrzeugbau, Kraftfahrzeugbau

**Geschäftsfelder:** Entwicklung und Vertrieb von Technologien zur industriellen seriennahen Herstellung und Prüfung von Hochleistungs-Faserverbundbauweisen, Dienstleister

**Projektschwerpunkte:** Prozessanalyse der FVK-Fertigung, Anforderungsprofil für das Prüfsystem, Prüfung der Ablagequalität, Praxistest des Prüfsystems, Bewertung der erzielten Ergebnisse

## Fiber Automatic Live Control: Aufbau eines Inline-Prüf- systems zur automatisierten Konfektion faserverstärkter Kunststoffstrukturen (FALCON)

### Das Projekt

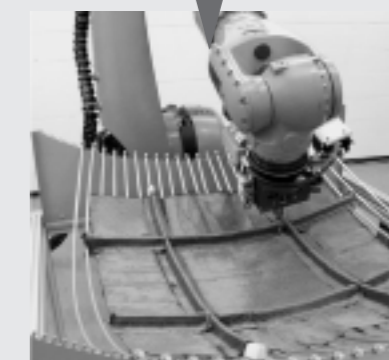
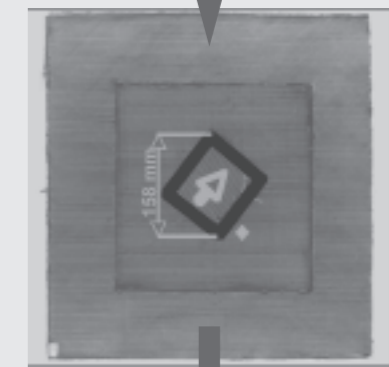
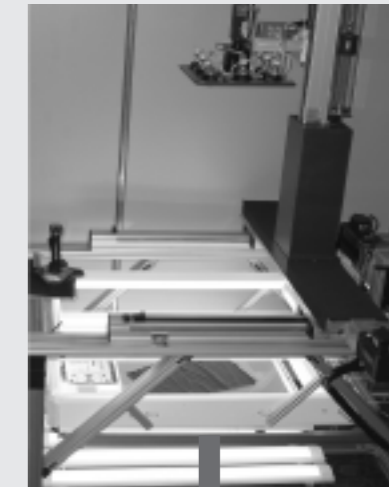
Die Produktion in vielen Industriebranchen, wie Luft- und Raumfahrt oder Bootsbau, ist heutzutage ohne den Einsatz faserverstärkter Kunststoffe (FVK) wegen ihrer hervorragenden mechanischen Eigenschaften bei gleichzeitig geringem Gewicht undenkbar. Weiterhin werden faserverstärkte Kunststoffe aus Glas- oder Carbonfasern auch in der Medizintechnik, der Messtechnik und in der automobilen Fertigung eingesetzt.

Die Herstellung textiler endkonturnaher Verstärkungsfaserstrukturen, so genannte textile Preforms, ist immer noch durch eine Vielzahl manueller Arbeitsschritte gekennzeichnet. Die Struktur, Zuschnittsgeometrie, genaue Positionierung und die korrekte Ablage der einzelnen Textilhalbzeuge ist hierbei wesentlich für die spätere Qualität des Bauteils verantwortlich. Aus diesem Grund ist die FVK-Herstellung bislang sehr kostenintensiv oder nur eingeschränkt reproduzierbar. Daher werden diese Werkstoffe vorwiegend in sehr exklusiven oder „Hightech“-Produkten verwendet.

Die bislang entwickelten Prüfsysteme analysieren die Faserorientierung und Fehler im textilen Halbzeug. Den Prüfanforderungen an ein umfassendes Qualitätssicherungssystem für eine automatisierte FVK-Produktion werden diese Prüfsysteme allerdings nicht gerecht. Große Messbereiche mit geringer Messunsicherheit, kurze Taktzeiten und hohe Zuverlässigkeit sind Forderungen, die in Hinblick auf den Einsatz in der Flugzeug- und Automobilindustrie noch zu erfüllen sind.

Wegen des Fehlens eines geeigneten Inline-Prüfsystems, das jeden Textilzuschnitt während der Konfektion überprüft, existiert bisher kein voll automatisiertes Fertigungssystem für Verstärkungstextilien. Dies bedeutet, dass es an einem sicheren und automatisierten Fertigungsprozess mangelt. Denn nur, wenn die Verarbeitung von faserverstärkten Kunststoffen weiter automatisiert wird, können die Kunden von den Vorteilen dieser Technologie in alltäglichen, preisempfindlichen Produkten profitieren.

Projekt FALCON - Von der Inline-Prüfung zur automatisierten Herstellung faserverstärkter Kunststoffe:



Ziel des Projektvorhabens „FALCON“ ist die Entwicklung eines Machine-Vision-Systems zur Inline-Prüfung des Materialtyps, der Struktur, der Geometrie, der Ausrichtung und der Ablagequalität textiler Halbzeuge für die FVK-Fertigung.

Um ein effizientes Prüfsystem trotz eines komplexen Szenarios anbieten zu können, wird die Kombination eines flexiblen Bildverarbeitungssystems mit einem Lasersensor entwickelt. Diese neue Kombination nutzt die Vorteile jeder Sensorart und verspricht somit einen optimalen Prüfverlauf hinsichtlich Prüfzeit und Messgenauigkeit.

Das Machine-Vision-System bietet die Möglichkeit einer Prüfung und Rückkopplung der Qualitätsmerkmale jedes textilen Halbzeugs an ein automatisiertes Handhabungssystem, welches an bereits bestehende Fertigungsprozesse adaptiert werden kann. Dies ermöglicht eine Rückverfolgbarkeit der Qualitätsmerkmale an verschiedenen Stellen der gesamten FVK-Wertschöpfungskette, wie z. B. beim Zuschnitt der Halbzeuge oder beim Aufbau der Faserstruktur. Ein solches System gewährleistet eine Herstellung von komplexen FVK-Produkten mit geringeren Kosten und höherer Qualität.

### Die Kooperation

Um einerseits die innovative Forschungsarbeit in ein marktfähiges Produkt zu verwandeln und andererseits die Kompetenzen durch die Integration der Kenntnisse aus unterschiedlichen Technologiegebieten zu bündeln, wurde ein Konsortium der Industrie mit Forschungsinstituten eingerichtet. Dies besteht aus drei Forschungsinstituten (WZL, ITA und FIBRE), zwei Sensoranbietern (Basler und NoKra), einem Ingenieurdienstleister (Gimpel), zwei FVK-Herstellern (Invent und ACE), einem FVK-Technologieanbieter (AFPT) und einem FVK-Endkunden der Luft- und Raumfahrt (CTC/Airbus).

Das ITA, als Experte für technische Textilien und Textilmaschinenbau, arbeitet zusammen mit den FVK-Herstellern (Invent, ACE, AFPT und CTC) und dem FIBRE, um den Handlingprozess während der FVK-Wertschöpfungskette zu analysieren und eine aussagekräftige Pilotanwendung zu konzipieren. Daraus werden die genauen Prüfanforderungen und -bedingungen abgeleitet. Die Firmen Invent und ACE spielen hier eine essenzielle Rolle wegen ihrer verschiedenen Produktionsprozesse und Produktpaletten. Die Firma Gimpel kooperiert intensiv mit dem ITA, um die notwendigen Komponenten für die Integration des Prüfsystems in eine automatisierte Produktionsanlage zu entwickeln.

Für die Erfüllung der erforderlichen Prüfaufgaben einer FVK-Herstellung konzentriert sich das WZL auf die Entwicklung des optischen Inline-Prüfsystems, das auf einer Kombination aus einem Kamera- mit einem Lasersensor basiert. Die Firma Basler, mit umfangreicher Erfahrung beim Aufbau von Bildverarbeitungssystemen und bei der Kameraherstellung, trägt zum Projekt mit der Entwicklung des Kamerasensors und des Auswertungsalgorithmus bei. Die Firma NoKra ist spezialisiert auf optische Messtechnik und entwickelt zusammen mit dem WZL einen Lasersensor für die FVK-Strukturprüfung. Das WZL nutzt sein Know-how in der Fertigungsmesstechnik für die Integration sowie Kalibrierung des Prüfverfahrens.

Die Sicherstellung der Güte der Ablage erfolgt durch einen Vergleich der abgelegten Textilstruktur mit der vorgegebenen Struktur. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf

der Gewinnung qualitativer Aussagen über textile 3D-Phänomene anhand von 2D-Ergebnissen der Bildanalyse. FIBRE koordiniert die Durchführung dieser Aufgabe in Zusammenarbeit mit ITA, WZL und CTC.

Die Firma AFPT unterstützt bei der Übertragung des Prüfverfahrens auf eine neue viel versprechende FVK-Technologie aus Thermoplasten. Die Firma CTC verfügt über umfassende Erfahrungen im Bereich der Serienfertigung von FVK-Bauteilen und eine enge Anbindung an Airbus, die eine ideale Projekttransferrmöglichkeit bietet.

Dieses Kooperationskonsortium umfasst alle wesentlichen Mitglieder der Wertschöpfungskette einer Produktherstellung von faserverstärkten Kunststoffen. Durch die Vertretung der Partnerfirmen an verschiedenen Standorten weltweit und die Kooperation mit mehreren Unternehmen ist ein Zugang zu den unterschiedlichen Marktsegmenten gesichert. Somit entsteht eine ideale Konstellation für eine Produktentwicklung mit hoher Marktakzeptanz.

### Die Perspektiven

Mit der Entwicklung des neuen optischen Prüfsystems wird ein Vorsprung bei der Herstellung von faserverstärkten Kunststoffen durch technologische Innovation erzielt. Die Prozessparameter werden „inline“ in Echtzeit gemessen und Fehler werden durch direkte Rückkopplung an das automatisierte Handhabungssystem vermieden. Somit wird die Herstellung hochwertiger Produkte aus komplexen Faserstrukturen für hoch anspruchsvolle Anwendungen, wie sie in der Luftfahrtindustrie obligatorisch sind, ermöglicht. Die Serienproduktion wird durch diesen Prozessschritt deutlich verbessert und die damit verbundenen Produktkosten werden verringert. Das System wird in unterschiedlichen Fertigungsprozessen flexibel einsetzbar sein.

Das neue Prüfsystem wird zu Testzwecken in Form einer Pilotanlage bei der Partnerfirma CTC in den Fertigungsprozess eingeführt. Durch die enge Zusammenarbeit des CTC mit dem Airbus-Werk in Stade ist kurzfristig eine direkte Integration der erzielten Ergebnisse in die Produktionskette von Faserverbundstrukturen in Airbus-Produkten vorgesehen. Nach Bewährung im Serieneinsatz ist eine Vermarktung des Systems in der Luftfahrtindustrie, dem Schiffbau, dem Automobilbau und anderen Branchen zu erwarten. Deshalb wird geschätzt, dass die ersten Prüfsysteme bereits innerhalb von drei bis sechs Monaten nach dem Projektabschluss bei den Partnerunternehmen installiert werden. Die Forschungsinstitute werden den Aufbau der ersten Prüfsysteme unterstützen, bis das Produkt eine gewisse Marktakzeptanz erhalten hat. Danach werden die Konstruktion und die Inbetriebnahme des Prüfsystems an die Industriepartner übertragen.

Ein wichtiges Projektergebnis ist das Know-how, das durch die Zusammenarbeit der Forschungseinrichtungen mit den Unternehmen entsteht. Der Wissenstransfer aus den Forschungsinstituten und der Erfahrungsaustausch zwischen den Unternehmen werden während der gesamten Projektdauer gefördert und durch Veröffentlichungen und Vorträ-

ge weiter an interessierte Wissenschaftler und Industrievertreter verbreitet.

Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in die akademische Lehre der beteiligten Forschungsinstitute der Universitäten Aachen und Bremen ein. In Form von projektbegleitenden Seminaren werden die Ergebnisse einer breiten Öffentlichkeit mit Hilfe des WZLforum des WZL vorgestellt. Die Projekterkenntnisse werden in Zukunft zur Beratung kleiner und mittlerer Unternehmen verwendet, die ähnliche Anwendungen erfordern. Die Mitgliedschaft der Projektpartner in Kompetenznetzwerken, wie das Werkstoff-Forum der RWTH Aachen und das CFK-Valley, garantiert einen nachhaltigen Wissenstransfer der Ergebnisse in eine Vielzahl von Unternehmen.

Durch das Anwachsen des europäischen FVK-Marktes um bis zu ca. 9% pro Jahr (Quelle: JEC, Paris) ist mit einem wachsenden Bedarf dieser Prüftechnologie zu rechnen. Zusätzlich ist eine Erweiterung der wirtschaftlich herstellbaren Produktpalette von FVK-Bauteilen zu erwarten. Dies bedeutet, dass das Prüfsystem eine Schlüsselkomponente für eine wirtschaftliche Herstellung von faserverstärkten Kunststoffprodukten ist und dass es auf ein hohes Marktpotenzial hindeutet.



### Das Projekt im Überblick

Fiber Automatic Live Control: Aufbau eines Inline-Prüfsystems zur automatisierten Konfektion faserverstärkter Kunststoffstrukturen (FALCON)

**Technologiefeld / Branche:** Fertigungsintegrierte Messtechnik, industrielle Bildverarbeitung, Automatisierung des Fertigungsprozesses, Prüfung und Konfektion von faserverstärkten Werkstoffen, Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie, Schiffbau, Windkraftanlagenbau, allgemeiner Maschinenbau

**www.falcon.wzl.rwth-aachen.de**

**Laufzeit:** 01.05.2006 bis 30.04.2008

**Projektkosten:** 792.988 Euro

**Förderungssumme:** 479.561 Euro

### Projektpartner **Forschung**

#### **Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen**

(Kordinator)

Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt

Steinbachstraße 53B

52074 Aachen

Tel.: 0241 80-20283, Fax: 0241 80-22293

E-Mail: R.Schmitt@wzl.rwth-aachen.de

M. Eng. Alexandre Orth

Tel.: 0241 80-24181, E-Mail: A.Orth@wzl.rwth-aachen.de

www.wzl.rwth-aachen.de

**Fachgebiete:** Produktionstechnologie, Fertigungsmesstechnik, Qualitätsmanagement

**Zielbranchen:** produktionstechnisches Gewerbe

**Projektschwerpunkte:** industrielle Bildverarbeitung, Messsystem mittels Lasertechnik, Kalibrierung optischer Messsysteme, Entwicklung und Integration des Inline-Prüfsystems, Projektkoordination

#### **Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen (ITA)**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Thomas Gries

Eilfschornsteinstraße 18

52062 Aachen

Tel.: 0241 80-95621, Fax: 0241 80-92149

E-Mail: Thomas.Gries@ita.rwth-aachen.de

www.ita.rwth-aachen.de

**Fachgebiete:** Textilmaschinenbau, Garn- und Textilentwicklung, Entwicklung textiler Fertigungs- und Verfahrenstechniken, Prozessoptimierung, Textilwirtschaft

**Zielbranchen:** Textilindustrie, Textilmaschinenbau, Luftfahrtindustrie, Automobilbau, allgemeiner Maschinenbau, Bauindustrie

**Projektschwerpunkte:** Prozessanalyse, Integration eines Inline-Prüfsystems in eine automatisierte Fertigung textiler Preforms

#### **Faserinstitut Bremen e. V. (FIBRE)**

Prof. Dr.-Ing. Axel S. Herrmann

Am Biologischen Garten 2

28359 Bremen

Tel.: 0421 218-9329, Fax: 0421 218-3110

E-Mail: Herrmann@faserinstitut.de

www.faserinstitut.de

**Fachgebiete:** Faserprüfung, Fasermesstechnik, Prüfung von Konstruktionswerkstoffen, nachwachsende Rohstoffe

**Zielbranchen:** Textilindustrie, Luftfahrtindustrie, Automobilbau, allgemeiner Maschinenbau

**Projektschwerpunkte:** Datenbankerstellung, Sicherstellung der Ablagequalität mit bildanalytischen Methoden

### Projektpartner **Industrie**

#### **Basler AG (KMU)**

Dirk Hackenberg

An der Strusbek 60-62

22926 Ahrensburg

Tel.: 04102 463-366, Fax: 04102 463-359

E-Mail: dirk.hackenberg@baslerweb.com

www.baslerweb.com