



BILDER: TU HAMBURG

# Wie sicher ist der 3D-Druck?

Damit additiv gefertigte Kunststoffbauteile während ihres gesamten Lebenszyklus eindeutig identifiziert werden können, wurde an der TU Hamburg die Integration von RFID-Transpondern in Bauteile aus Ultem untersucht.

In der Luftfahrtindustrie ist die additive Fertigung, oft kurz als 3D-Druck bezeichnet, in der Produktion angekommen. Additive Bau- und Ersatzteile aus Metall finden sich in Triebwerken und im Kraftstoffsystem von Flugzeugen. In der Kabine dominieren 3D-gedruckte Teile aus Kunststoff. Bionisch inspirierte, leichtere Bauteile, deren Fertigung mit herkömmlicher Technik nicht möglich war, fliegen ebenfalls. So können je nach Anwendungsfall die Herstellkosten, das Bauteilgewicht, der Materialverbrauch bei der Fertigung oder die Anzahl der Komponenten pro Bauteil gesenkt werden. Im neuen Flugzeugmuster A350 gibt es heute über 1000 3D-Druck-Bauteile!

Die additive Fertigung bietet im Lebenszyklus eines Systems viele Vorteile und Chancen: bei der Entwicklung und Konstruktion, bei der Flexibilisierung der Produktion, bei der

Instandhaltung und Reparatur sowie bei der Logistik und der Lieferkette.

## Viele Vorteile, aber auch neue Risiken

Jedoch ergeben sich mit der voranschreitenden Digitalisierung und Vernetzung dieser Bereiche auch neue Herausforderungen und Risiken. Anzuführen sind hier z.B. der Schutz vor Bauteilfälschungen, das Urheber-, Patent- und Markenrecht sowie Produkthaftungs- und Gewährleistungsfragen. Auch sind bei einer digital vernetzten Produktions- und Lieferkette gezielte Angriffe auf die Daten und die Informationstechnik nicht völlig ausgeschlossen. Und deshalb existieren seitens der Behörden vielfältigste Regulierungen und Sicherheitsvorgaben, die in der Luftfahrt allesamt das Ziel haben, jedes erkennbare Risiko auszuschließen oder so zu minimieren,

## AUTOREN

Antonio Pagel,  
Jan Philip Speichert,  
Prof. Dr. Ralf God  
TU Hamburg  
Institut für Flugzeug-  
Kabinensysteme

dass Verkehrsflugzeuge auch in Zukunft eines der sichersten Transportmittel bleiben.

### Durchgängige Chain of Trust

Zur Erforschung, Vermeidung und Mitigation möglicher Risiken, welche die additive Fertigung in sicherheitskritischen Industrien mit sich bringen kann, beschäftigt sich ein Verbund aus Industriepartnern und Hochschulen mit der Etablierung einer durchgängigen Sicherheitslösung, genannt: SAMPL (Secure Additive Manufacturing Plattform).

Ziel ist die sichere Übermittlung, Lizenzierung und Verfolgung von Daten eines beim Konstrukteur entstehenden digitalen Werkes, über die Materialisierung als 3D-gedrucktes Bauteil, bis hin zur Nutzung, Wartung und Instandhaltung innerhalb eines ca. 30 Jahre dauernden Flugzeublebens. Die Plattform soll auch den Rückfluss von Information aus dem realen Systembetrieb zum Bauteil- oder Systemhersteller ermöglichen, woraus sich dann Rückschlüsse auf die Nutzungsdauer und Qualität ziehen lassen. Der gesamte Prozess von der Entwicklung bis hin zur Entsorgung erfolgt über eine so genannte Chain of Trust. Innerhalb dieser werden die Daten von der Konstruktion verschlüsselt an den 3D-Druckdienstleister mit dessen gesichertem (d.h. trusted) 3D-Drucker kommuniziert. Die beim Druck entstehenden Produkte werden dann mittels

eines elektronischen Sicherheitsmerkmals (d.h. einer elektronischen Identität, kurz eID) abgesichert. Dieses eID-Merkmal dient auch der späteren Bauteilverfolgung und Dokumentati-on im Lebenszyklus bis hin zur Entsorgung. Die Lizenzierung erfolgt mithilfe von so genannten Smart Contracts und wird über die Blockchain-Technologie, auf der auch bekannte Kryptowährungen basieren, realisiert. Der sichere Datenaustausch gelingt mithilfe des industriell bereits verbreiteten Standards Open DXM Global X des Projektpartners Prostep AG.

### RFID als eID-Merkmal

Als eID-Merkmal für Flugzeugbauteile werden am Institut für Flugzeug-Kabinensysteme an der Technischen Universität Hamburg verschiedene nach dem Prinzip der Radiofrequenz-identifikation (RFID) funktionierende Transponder genutzt. Diese wurden in ein aus dem Hochleistungskunststoff Ultem additiv gefertigtes Flugzeugbauteil integriert und getestet. Exemplarisch wurde dazu ein Bauteil aus der Sitzschale der Flugbegleiterstation des Airbus A300 / A310, das sog. Belt Mold, ausgewählt. Für dieses Kunststoffbauteil besteht heute eine geringe, aber konstante Nachfrage, wobei die ursprünglichen Spritzgussformen nicht mehr verfügbar sind. Die additive Fertigung ist daher in diesem Fall die naheliegen-de und wirtschaftlich beste Lösung.

# sps ipc drives

Smarte und Digitale Automation  
Nürnberg, 27. – 29.11.2018

## Answers for automation

Es gibt Aufgaben, die uns vor neue Herausforderungen stellen.  
Treffen Sie Experten für eine zukunftsweisende Automation.  
Finden Sie im direkten Gespräch konkrete Lösungen für Ihr Unternehmen.

**Ihre kostenlose Eintrittskarte: Code 1812301064ADE1**  
[sps-messe.de/tickets](http://sps-messe.de/tickets)



**mesago**  
Messe Frankfurt Group



Verschiedene HF- und UHF-RFID-Transponder im Größenvergleich zu einem Streichholz.

Überprüfung der Echtheit eines aus Ultem gedruckten Belt Mold aus einem Airbus A300 bzw. A310 anhand eines monolithisch integrierten RFID-Tags.

RFID ist ein automatisches Identifikationsverfahren, welches berührungslos über das elektromagnetische Feld digital kommuniziert. Ziel der Untersuchungen im Projekt SAMPL war die monolithische Integration von RFID-Tags, um drei zentrale Anforderungen an Sicherheitsmerkmale zu erfüllen. Dies sind Eindeutigkeit, Fälschungssicherheit und Dauerhaftigkeit. Erstere kann über die für einen Transponder nur einmal vergebene Tag-ID sichergestellt werden. Über Smart Contracts werden in der Blockchain die ID und vergebene Lizenzen sowie zusätzliche Informationen zum Bauteil dokumentiert. Für eine hohe Fälschungssicherheit ist eine verschlüsselte Kommunikation mit den RFID-Tags umsetzbar. Über die monolithische Integration und die kontaktlose Funktionsweise ist schließlich auch die Dauerhaftigkeit sichergestellt, weil Transponder und Bauteil nicht zerstörungsfrei voneinander getrennt werden können.

Für die in der Luftfahrt eingesetzten Werkstoffe gelten strenge Anforderungen hinsichtlich der Brennbarkeit und des Brandverhaltens. Daher muss für den 3D-Druck ein Hochleis-

tungskunststoff wie z.B. Ultem verwendet werden, der im Drucker Bauraumtemperaturen von durchgängig etwa 200 °C und für die Schmelzschichtung Extrusionstemperaturen von über 300 °C erfordert.

### Integration via 3D-Druck

Unter diesen Randbedingungen wurde eine Reihe verschiedener RFID-Transponder (vom Typ HF = 13,56 MHz als auch vom Typ UHF = 860...960 MHz) diverser Hersteller in Bauteile und Probekörper aus Ultem monolithisch integriert und getestet. Dabei konnten nach der Integration alle untersuchten Tags als funktionstüchtig erkannt und ausgelesen werden. Die Tags wurden bei Bauraumtemperatur nicht nur für die spezifische Druckzeit des hergestellten Belt Mold, sondern in entsprechenden Probekörpern auch für Druckdauern größerer Bauteile mit bis zu sieben Tagen Verweildauer im beheizten Bauraum des Druckers geprüft.

Diese Arbeiten zeigen, dass ein aus Hochleistungskunststoff gedrucktes Flugzeugbauteil mit einem RFID-basierten eID-Merkmal ausgestattet werden kann. Ein solches monolithisch integriertes, elektronisches Produktsicherheitsmerkmal stellt innerhalb der im Projekt SAMPL verfolgten Chain of Trust ein wichtiges Glied dar, weil damit das als Bauteil materialisierte digitale Werk eineindeutig identifizierbar bleibt und dann während der Nutzungsphase z.B. in einer Blockchain während seines gesamten Lebenszyklus verfolgt und dokumentiert werden kann.

Der Ausdruck Chain of Trust veranschaulicht, dass nicht der vermeintliche Zustand absoluter Sicherheit, sondern das Vertrauen in eine sichere durchgängige Prozesskette eine Lösung ist. In diesem Kontext bietet die Secure Additive Manufacturing Platform SAMPL einen ganzheitlichen Lösungsansatz, welcher Sicherheit in der digitalen Welt mit Sicherheit in der realen Welt vereint. (qui)

## WISSEN

### Die durchgängige Sicherheitslösung SAMPL

Die Secure Additive Manufacturing Platform (SAMPL) ermöglicht eine durchgängige Chain of Trust. Digitale Werke werden verschlüsselt an gesicherte (d.h. trusted) 3D-Drucker kommuniziert und die materialisierten Bauteile werden mittels eines eID-Merkmals (d.h. einer elektronischen Identität) abgesichert. Das eID-Merkmal dient bei der digitalen Dokumentation auch dem Lebenszyklus-Management bis hin zur Entsorgung des Bauteils. Die Lizenzierung erfolgt mithilfe von Smart Contracts.

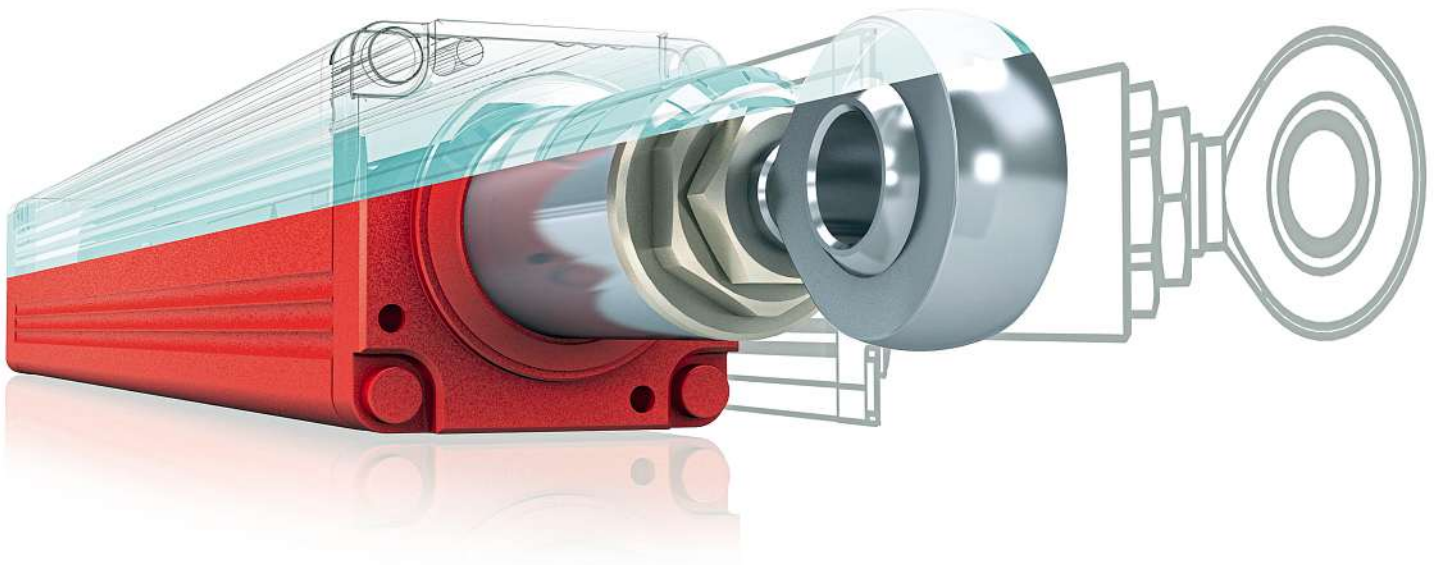
Das Forschungsvorhaben SAMPL ([www.sampl-3d.de](http://www.sampl-3d.de)) wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) auf Beschluss des Deutschen Bundestags innerhalb des Programms „Digitale Technologien für die Wirtschaft (PAiCE)“ gefördert.

# konstruktions praxis

2018

10

ALLES, WAS DER KONSTRUKTEUR BRAUCHT



## ANTRIEBSTECHNIK

Wie Servotechnik in einem Volumen-Reduzierer hilft, die Größe von Kartons auf ein Minimum zu senken

## LINEARTECHNIK UND HANDHABUNG

Motek 2018: Komponenten und Lösungen rund um die Montage und Handhabung

SPEZIAL

# konstruktions praxis

## AKADEMIE



## Webinar

Die Technologien Poly-Jet und FDM (Fused Deposition Modeling) werden schon heute flächendeckend in der Automobilindustrie eingesetzt. Doch welche Technologie ist die richtige? Anhand verschiedener Beispiele aus der Automobilindustrie wollen wir Ihnen dies im Webinar „**Prototypen, Werkzeug und Bauteile für die Automobilindustrie**“ zeigen. Das Webinar gliedert sich in zwei Teile und zeigt im ersten Teil die Poly-Jet-Technologie, mit der es möglich ist, Multi-Material-Prototypen herzustellen. Im zweiten Teil wird FDM vorgestellt. Kohlefaserverstärktes Material FDM Nylon 12CF bietet Biegefestigkeit und Steifigkeit aller FDM-Materialien und eignet sich für Werkzeuge und Hochleistungsteile.

Sehen Sie die Aufzeichnung unter:

[www.konstruktionspraxis.vogel.de/webinare](http://www.konstruktionspraxis.vogel.de/webinare)



## Event

**04.12.2018** Der **Anwendertreff Leichtbau** informiert in Vorträgen über die wichtigsten Leichtbauwerkstoffe und Leichtbaustrategien für den Maschinen-, Anlagen-, Geräte- und Fahrzeugbau. Ergänzend finden praxisorientierte Workshops statt, in denen konkrete Fragen diskutiert werden können. Der Anwendertreff führt so Konstrukteure und Produktentwickler mit Experten zusammen und bietet ein Forum zum gegenseitigen Austausch. Eine Ausstellung ergänzt die zweitägige Veranstaltung. Der Anwendertreff richtet sich an Konstrukteure und Entwickler, die noch keine Leichtbaulösungen einsetzen, die das Potential des Leichtbaus noch nicht voll ausschöpfen und Konstrukteure und Entwickler, die Leichtbau praktizieren.

Mehr unter:

[www.anwendertreff-leichtbau.de](http://www.anwendertreff-leichtbau.de)

# konstruktions praxis

ISSN 0937-4167

[www.konstruktionspraxis.de](http://www.konstruktionspraxis.de)

### Kommunikationsdaten unserer Ansprechpartner:

Email-Code: (bitte Schreibweise von Umlauten beachten): <vorname>.<name>@vogel.de  
Telefon: +49-931-418-(4-stellige-Durchwahl)

## IMPRESSUM

### REDAKTION

**Leser-, Redaktionsservice:**  
Tel. +49-931-418-2139  
Fax +49-931-418-2030  
[redaktion.konstruktionspraxis@vogel.de](mailto:redaktion.konstruktionspraxis@vogel.de)

**Chefredakteurin:**  
Ute Drescher (ud), Tel. -2925

**Redakteure:**  
Sandra Häuslein (sh), Tel. -2756  
Juliana Pfeiffer (jup), Tel. -2765  
Dipl.-Ing. Dorothee Quitter (qui), Tel. -2704  
Bernhard Richter (br), Tel. -2985  
Jan Vollmuth (jv), Tel. -2496

**Redaktionelle Mitarbeiterin:**  
Lilli Bähr (lb), Tel. -2923

**Chefin vom Dienst:**  
Alexandra Geißner

**Konzeption & Layout:**  
Vogel Design Werkstatt,  
Ltg. Annette Sahlmüller, Tel. -2160

**Unternehmens- und Produktnamen**  
schreiben wir gemäß Duden wie normale Substantive.  
So entfallen etwa Großbuchstaben und Mittellinien.

### PUBLISHER:

Bernd Weinig, Tel. -2037

**Assistenz des Publishers:**  
Kerstin Braun, Tel. -2866

### VERKAUF & AUFTRAGSMANAGEMENT

**Verkaufsleitung:**  
Bernd Weinig, Tel. -2037

**Auftragsmanagement:**  
Heike Blümel, Tel. -2436, Fax -2793

**Verlagsvertretungen:**  
Auskunft über zuständige Verlagsvertretungen:  
Tamara Mahler, Tel. -2215, Fax -2857

### MARKETING & VERTRIEB

**Produkt Marketing Manager:**  
Sonja Höger, Tel. -2513

**Abonnenten-Service:**  
DataM-Services GmbH, Franz-Horn-Straße 2, 97082 Würzburg,  
Leserservice, Tel. +49-931-4170-462,  
[mgrimm@datam-services.de](mailto:mgrimm@datam-services.de), [www.datam-services.de](http://www.datam-services.de).

**Bezugspreis:**  
Einzelheft 18,00 Euro. Abonnement Inland: jährlich 202,00 EUR  
inkl. MwSt. Abonnement Ausland: jährlich 226,60 EUR. Alle  
Abonnementpreise verstehen sich einschließlich Versandkosten  
(EG-Staaten ggf. + 7 % USt.).

**Verbreitete Auflage:**  
Angeschlossen der Informationsgemeinschaft  
zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern –  
Sicherung der Auflagenwahrheit.  
Aktuelle Zahlen [www.ivw.de](http://www.ivw.de)

**Datenbank:**  
Die Artikel sind kostenpflichtig über die Wirtschaftsdatenbank  
GENIOS zu beziehen: [www.genios.de](http://www.genios.de)



**VOGEL** COMMUNICATIONS  
GROUP

**Vogel Communications Group GmbH & Co. KG**  
Max-Planck-Str. 7/9 in 97082 Würzburg  
Tel. +49-931-418-0  
[www.vogel.de](http://www.vogel.de)

**Beteiligungsverhältnisse:**  
Persönlich haftende Gesellschafterin:  
Vogel Communications Group Verwaltungs GmbH,  
Max-Planck-Str. 7/9 in 97082 Würzburg.  
Kommanditistin:  
Vogel Medien Holding GmbH & Co. KG,  
Max-Planck-Str. 7/9 in 97082 Würzburg

**Geschäftsführung:**  
Matthias Bauer (Sprecher)  
Florian Fischer  
Günter Schürger

**Druck:**  
Vogel Druck und Medienservice GmbH,  
97204 Höchberg

**Copyright:**  
Vogel Communications Group GmbH & Co. KG

**Nachdruck und elektronische Nutzung:**  
Wenn Sie Beiträge dieser Zeitschrift für eigene  
Veröffentlichungen wie Sonderdrucke, Websites,  
sonstige elektronische Medien oder Kundenzeitschriften  
nutzen möchten, erhalten Sie Information sowie die  
erforderlichen Rechte über [www.mycontentfactory.de](http://www.mycontentfactory.de)  
oder Manuela Maurer, Tel. +49-931-418-2786.

