

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

24.01.2023 || Seite 1 | 4

Flexible Sensorstreifen helfen, den Treibstoffverbrauch beim Fliegen zu senken

Die Luftfahrtbranche will beim Ziel der Klimaneutralität Taten sprechen lassen. Um bestehende und künftige Flugzeugmodelle noch energieeffizienter und mit weniger Kerosin zu betreiben, ist eine zuverlässige Datenlage über den aktuellen Verschleiß der Materialien sowie die Aerodynamik während des Flugs hilfreich. Forschende vom Fraunhofer IZM demonstrieren im Auftrag des Flugzeugherstellers Airbus Central C&T, wie Sensoren in der äußeren Kunststoffverkleidung integriert werden und trotz der rauen Bedingungen robust messen können.

Auch wenn der Luftverkehr aus der globalisierten Welt nicht mehr wegzudenken ist, dürfen die Auswirkungen des Fliegens auf das Klima nicht unterschätzt werden. Um die Flugbranche mit dem Ziel der Nachhaltigkeit zu verbinden, müssen der Treibstoffverbrauch gesenkt und die Energieeffizienz gesteigert werden. Innovative Technologien sind dabei eine treibende Kraft: Leichte, langlebige Baumaterialien und eine optimierte Aerodynamik sind nur Beispiele für „grüne“ Potenziale. Um diese zu nutzen, benötigt der Flugverkehr zuverlässige Messmethoden, die Erkenntnisse zum Verhalten der Materialien liefern und Belastungen bis auf den Nanometer genau erfassen. Zur Schließung dieser Wissenslücke entwickeln Wissenschaftler*innen vom Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM in Berlin eine Art Sensorhaut, die über die Flügel eines Flugzeugs gespannt wird, verschiedene Werte misst und diese live auswertet.

Im Fokus der Untersuchung steht der Kunststoff, der standardmäßig zur Lackierung von Flugzeugen genutzt wird: thermoplastisches Polyurethan (TPU). Die Aufgabe der Forschenden bestand darin, Teststreifen des Materials mit integrierten elektronischen Bauelementen wie Sensorsystemen aufzubauen und diese später unter verschiedenen Belastungen zu testen. In der Realität eingesetzt, kann ein solcher Sensorüberzug Informationen zu Temperatur, Luftdruck, Schwingung und Vibration der Tragflächen liefern. Hierzu muss vorab die Resistenz des Sensorstreifens gegen Chemikalien, wie zum Beispiel Enteisungsmittel oder Kerosin, untersucht werden. Flugzeughersteller gewinnen durch eine solche flächendeckende Sensorik in der Außenhaut einen detaillierten Datenpool, aus dem sich Rückschlüsse auf die Abnutzung bzw. Langlebigkeit des verbauten Materials ziehen lassen. Des Weiteren könnte durch eine Live-Auswertung von Umgebungsparametern und Strömungswiderständen während des Flugs der Kerosinverbrauch optimiert werden.

Redaktion

Susann Thoma | Telefon +49 30 46403-745 | susann.thoma@izm.fraunhofer.de |Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | www.izm.fraunhofer.de |

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM

Obwohl das Fraunhofer-Team seine Expertise auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechniken dehnbarer Elektronik als Grundlage anwenden konnte, war es kein leichtes Unterfangen, den Kunststoff mit miniaturisierten Sensoren für die Aeronautik nutzbar zu machen. Zu Beginn liegt das TPU nämlich als schlaffe Folie vor, was seine Bearbeitung kompliziert macht. Die Crux dabei ist, weder die sensiblen Bauteile noch das flexible Material während der Prozessierung zu beschädigen. Zudem muss bei extremer Dünne des Gesamtaufbaus von 200 µm eine hohe Funktionalität gewährleistet werden. Die Substratdicke ist auch für das Gewicht entscheidend, das so gering wie möglich ausfallen muss. Im ersten Schritt wurde der Kunststoff charakterisiert, so dass relevante Parameter wie die temperaturbedingte Ausdehnung oder Elastizität bekannt waren. Diese Erkenntnisse flossen wiederum in weitere Simulationen ein, die konkrete Schwachstellen sowie die Lebensdauer des TPUs unter mechanischer und thermomechanischer Belastung prognostizierten. Mit den gewonnenen Daten konnten darüber hinaus ideale Prozessparameter wie Temperatur und Druckeinstellungen für die Folienlamination sowie das Löten der Bauelemente und Komponenten abgeleitet werden.

PRESSEINFORMATION24.01.2023 || Seite 2 | 4

Das Schaltungsmuster für das dehnbare Sensormodul realisierten die Forschenden mit Hilfe von Lithografie und Ätzprozessen, die standardmäßig in der Leiterplattenherstellung Anwendung finden. Nachdem die Bauelemente bestückt und gelötet wurden, demonstrierte das Team rund um Dr. Stefan Wagner und Joao Alves Marques zwei Verfahren, mit denen die Bauelemente vor äußeren Einwirkungen geschützt werden: zum einen mit so genannten Glob Tops, die ebenfalls aus Polyurethan bestehen und mikroelektronische Bauteile als aushärtende Vergussmasse versiegeln, zum anderen die Integration von dünnen Chips direkt in das Substratinnere mittels Flip-Chip-Montage. Ein klarer Vorteil der ausgewählten Technologien und Materialien ist, dass das TPU als Schaltungsträger mit integrierten Sensormodulen Flexibilität bietet, was für die Anwendung im Flugverkehr von hoher Bedeutung ist. Das biegsame Substrat kann sich an die Flügel anschmiegen und gleichzeitig die verbaute Elektronik schützen.

Nachdem die entstandenen Teststreifen erfolgreich vom Industriepartner Airbus Central C&T gegen mechanische und chemische Einflüsse getestet wurden, sind Folgeprojekte denkbar. Mit der angewandten Aufbau- und Verbindungstechnik wird beispielsweise angestrebt, die Sensorik nicht nur in Streifen, sondern auch in planare Module zu integrieren, die innerhalb einer Fläche von bis zu 60 cm x 60 cm realisiert werden können. Um eine gewisse Autarkie von der Flugelektronik zu gewährleisten, ist die Untersuchung der Integration der gesamten Auswerteelektronik in solche TPU-Sensormatten von großem Interesse. So könnte das Sammeln von Daten unabhängig von Flugzeugressourcen stattfinden und die Kommunikation komplett kabellos per Funk oder Bluetooth durchgeführt werden.

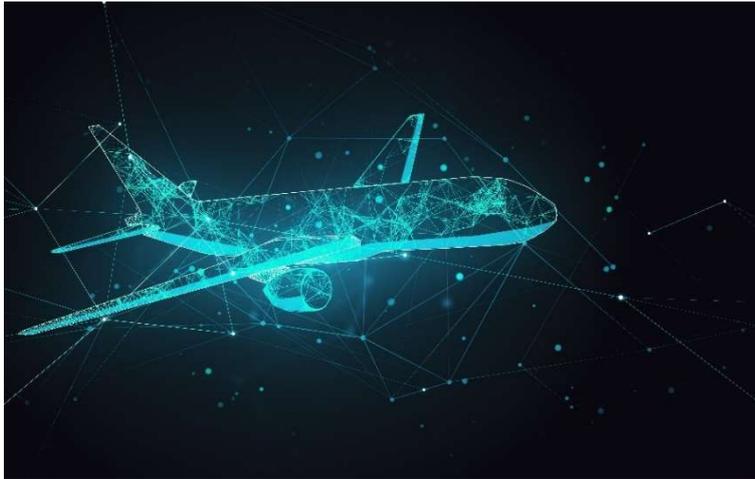
(Text: Olga Putsykina)

Fachlicher Ansprechpartner

Dr. Stefan Wagner | Telefon +49 30 46403-609 | Stefan.Wagner@izm.fraunhofer.de |
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | www.izm.fraunhofer.de |

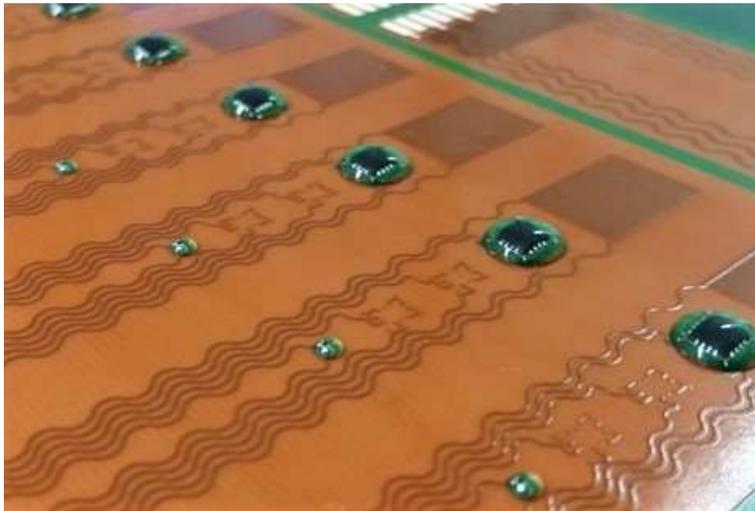
Technischer Ansprechpartner

Joao Alves Marques | Telefon +49 30 46403-651 | Joao.Alves.Marques@izm.fraunhofer.de |
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | www.izm.fraunhofer.de |



PRESSEINFORMATION

24.01.2023 || Seite 3 | 4



TPU-basierte Sensormodule für den Luftverkehr: Als dehnbare Überzüge auf den Flügeln sammeln sie Daten während des Betriebs. | © Fraunhofer IZM
Druckqualität: www.izm.fraunhofer.de/pics

Fachlicher Ansprechpartner

Dr. Stefan Wagner | Telefon +49 30 46403-609 | Stefan.Wagner@izm.fraunhofer.de |
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | www.izm.fraunhofer.de |

Technischer Ansprechpartner

Joao Alves Marques | Telefon +49 30 46403-651 | Joao.Alves.Marques@izm.fraunhofer.de |
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | www.izm.fraunhofer.de |

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 30.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,9 Milliarden Euro. Davon fallen 2,5 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung.

Das **Fraunhofer IZM**: Unsichtbar, aber unverzichtbar: Nichts funktioniert mehr ohne hoch integrierte Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik. Grundlage für deren Integration in Produkte ist die Verfügbarkeit von zuverlässigen und kostengünstigen Aufbau- und Verbindungstechniken. Das Fraunhofer IZM, weltweit führend bei der Entwicklung und Zuverlässigkeitsbewertung von Electronic Packaging Technologien, stellt seinen Kunden angepasste Systemintegrationstechnologien auf Wafer-, Chip- und Boardebene zur Verfügung. Forschung am Fraunhofer IZM bedeutet auch, Elektronik zuverlässiger zu gestalten und seinen Kunden sichere Aussagen zur Haltbarkeit der Elektronik zur Verfügung zu stellen.

Fachlicher Ansprechpartner

Dr. Stefan Wagner | Telefon +49 30 46403-609 | Stefan.Wagner@izm.fraunhofer.de |
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | www.izm.fraunhofer.de |

Technischer Ansprechpartner

Joao Alves Marques | Telefon +49 30 46403-651 | Joao.Alves.Marques@izm.fraunhofer.de |
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | www.izm.fraunhofer.de |