

# FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT

1. August 2023 || Seite 1 | 4

**Terahertz-Messsystem für Slush-Häute**

## Damit der Airbag sicher auslöst

**Über 358 000 Menschen kamen in Deutschland 2022 laut Statistischem Bundesamt bei Verkehrsunfällen zu Schaden. Oft verhindert ein Airbag dabei Schlimmeres. Während der Fahrt liegt er gut verborgen unter einer hochwertigen Kunststoff-Oberfläche, die große Teile des Cockpits überzieht: der Slush-Haut. Damit diese an den richtigen Stellen reißt, wenn der Airbag auslöst, wird sie nach der Produktion vorsichtig angeritzt. Doch Material und eingebrachte Sollrisstelle müssen optimal aufeinander abgestimmt sein, sodass der Airbag sich im Ernstfall voll entfalten kann. Um dies sicherzustellen, kommt zur Überprüfung der Slush-Häute nun nutzerfreundliche Spitzentechnologie zum Einsatz: Das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern hat ein handgeführtes Terahertz-Messsystem entwickelt, mit dem eine individuelle und zerstörungsfreie Qualitätskontrolle von Slush-Häuten möglich ist.**

Slush-Häute mit ihrer lederähnlichen Optik werden heute in vielen Fahrzeugen der Mittel- und Oberklasse eingesetzt, um Armaturen zu verkleiden. Sie zeichnen sich durch sehr flexibel gestaltbares Design und Haptik aus und überzeugen zusätzlich in Sicherheitsfragen. Ihr Name leitet sich von ihrem Herstellungsverfahren, dem Pulversintern (engl. powder slush oder slush moulding) ab. Dabei wird eine Negativ-Form aus Metall aufgeheizt, im nächsten Schritt mit Kunststoffpulver gefüllt und gedreht. Das Pulver beginnt zu schmelzen und haftet an; beim Abkühlen entsteht eine durchgängige Haut.

Um Gewicht und Material einzusparen und zugleich eine bessere Anhaftung auf dem Cockpit zu ermöglichen, hat die Antolin Straubing GmbH ein Zweischichtsystem für Slush-Häute entwickelt. Für das neue Produkt galt es, ein serienbegleitendes Prüfverfahren zu konzipieren, welches sicherstellt, dass der Airbag die Slush-Haut bei einem Verkehrsunfall sicher durchdringt und die Personen im Fahrzeug schützt

### Wie lässt sich jede einzelne Slush-Haut überprüfen?

Mit dieser Problemstellung trat der Automobilzulieferer an das Fraunhofer ITWM heran. Gemäß neuen Vorgaben sollten die zweischichtigen Slush-Häute nicht mehr nur stichprobenartig durch Analyse unter dem Mikroskop, sondern individuell und zugleich zerstörungsfrei kontrolliert werden. Die Expertise der Forschenden am Fraunhofer ITWM im Bereich der Dickenmessung von Mehrschichtlacken vor Augen nahm der Zulieferbetrieb Kontakt zur Abteilung Materialcharakterisierung und -prüfung auf. Seit mehreren

---

#### Kontakt

**Roman Möhlmann** | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de  
**Ilka Blauth** | Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM | Telefon +49 631 31600-4674 | Fraunhofer-Platz 1 | 67663 Kaiserslautern | www.itwm.fraunhofer.de | ilka.blauth@itwm.fraunhofer.de

Jahren arbeitet die Forschungsgruppe »Optische Terahertz-Messtechnik« unter Leitung von Dr. Daniel Molter am Einsatz von Terahertz-Technologien für die Industrie und erzielte dabei vielversprechende Resultate, indem sie etwa eine zuverlässige und schonende Prüfmethode für lackierte Oberflächen im Automobilbereich entwickelte. Nun stellte sich die Frage: Lässt sich Terahertz-Messtechnik auch für die ungleichmäßige Struktur von Slush-Häuten einsetzen, sodass die Dicke beider Schichten sicher bestimmt werden kann?

-----  
**FORSCHUNG KOMPAKT**

1. August 2023 || Seite 2 | 4  
-----

### **Schichtdickenmessung mit Terahertz-Technologie**

Terahertz-Wellen sind elektromagnetische Wellen, die mit einer Länge von etwa 300 µm zwischen dem Mikrowellen- und dem Infrarotbereich liegen. »Die Terahertz-Technologie ist im Vergleich zur Technologie anderer Spektralbereiche vergleichsweise jung, und über die letzten Jahre hat sich die Schichtdickenmessung als einer der vielversprechendsten Anwendungsfälle herausgestellt«, beschreibt Daniel Molter das Arbeitsgebiet der Gruppe. »Dafür nutzen wir Femtosekundenlaser, deren Pulse wir mit einem photoleitenden Schalter in Terahertz-Pulse umwandeln. Damit entsteht ein kurzer elektromagnetischer Impuls. Dieser wird dann auf ein Mehrschichtsystem geschickt, und bei jedem Schichtübergang – z. B. von der Luft zum überprüften Material und dann zu einem Metall – entsteht ein Zwischenreflex. Der zeitliche Unterschied zwischen den Reflexen lässt Rückschlüsse auf die Dicke der einzelnen Schichten zu, wenn man deren optische Eigenschaften kennt.«

Bei Mehrschichtlacksystemen funktioniert die bisherige Auswertungstechnik der Signale zuverlässig, weil ihre Struktur homogen ist und Grenzschichten gut definiert sind. Um die ungleichmäßig aufgebauten und mit Luftblasen durchsetzten Schichten von Slush-Häuten vermessen zu können, mussten die Forschenden die bestehende Methodik weiterentwickeln. Anstatt die einzelnen Schichtantworten mathematisch zu modellieren, arbeiteten sie mit einer Reihe von Filteralgorithmen und der Dekonvolution (Entfaltung) von Signalen: Unter Kenntnis einer Eingangsgröße (einem Referenzsignal bzw. der Systemcharakteristik) und des Ergebnisses (Messergebnis) konnten sie die zweite Eingangsgröße – nämlich das Schichtmodell der vorliegenden Slush-Haut – berechnen.

### **Mobiles, handgehaltenes Messsystem**

Damit die Messung direkt vor Ort nach der Produktion der Slush-Häute durchgeführt werden kann, hat die Projektgruppe das neue Messsystem als mobilen Rollwagen mit handgeführtem, 3D-gedrucktem Messkopf konzipiert. Neben einer eigens entwickelten Software verfügt es unter anderem über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung, einen Touchscreen mit ausziehbarer Tastatur sowie einen drahtlosen Barcode/QR-Scanner zur Produkterfassung und ist einfach zu bedienen. Zur Qualitätskontrolle einer fertig produzierten Slush-Haut wird der Messkopf an vorab definierten Punkten aufgesetzt. Bei erfolgreicher Messung ertönt ein akustisches Signal, und die Schichtdicken lassen sich auf einen Blick im Display ablesen.

---

Mit der erfolgreichen Entwicklung des Messsystems für diesen sehr speziellen Anwendungsfall hat die Gruppe um Daniel Molter Pionierarbeit geleistet: »Trotz unserer bisherigen Erfahrung in der Schichtdickenmessung ist das Projekt einzigartig, da wir viele kundenspezifische Anforderungen adressieren mussten.« Zukünftig seien auch weitere Einsatzmöglichkeiten von der Messung anderer Kunststoffschichten im Autocockpit bis hin zur Prüfung von Rohr-Wandstärken vorstellbar. »Im Prinzip eignet sich das System überall dort, wo Wandstärken von etwa 10  $\mu\text{m}$  bis hin zu wenigen Millimetern gemessen werden sollen und ein handgehaltenes System von Vorteil ist«, so Molter. Schon jetzt steht fest: Mit dem von ihnen entwickelten Terahertz-Prüfsystem leisten die Forschenden einen Beitrag für mehr Sicherheit und Nachhaltigkeit in der Automobilproduktion.

---

**FORSCHUNG KOMPAKT**

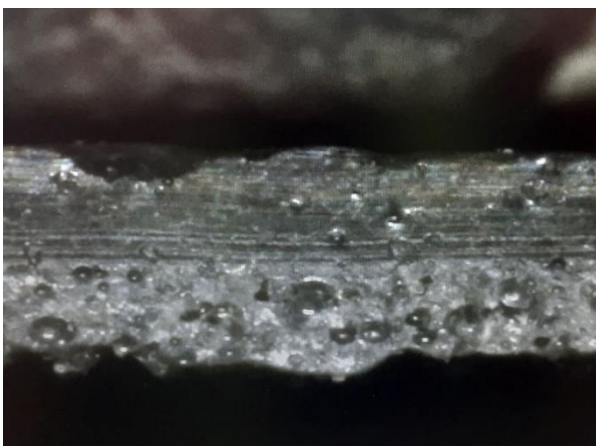
1. August 2023 || Seite 3 | 4

---



**Abb. 1** Moderne Slush-Häute sind nicht nur aus optischen Gründen ungleichmäßig strukturiert und bestehen aus mehreren Schichten.

© Antolin Straubing GmbH



**Abb. 2** Querschnitt einer Slush-Haut: Damit der Airbag sicher auslöst, muss die Sollrisstelle bis in die oberste Schicht eingebracht werden.

© Fraunhofer ITWM



**Abb. 3** Der Messkopf des mobilen Terahertz-Systems bietet ein Farbdisplay mit Signalstärke-Feedback, Betriebsmodus und Schichtdicken-Ergebnissen.

© Fraunhofer ITWM