

Newsletter

Fraunhofer-Allianz Verkehr

Liebe Leserinnen und Leser,

wir freuen uns, Ihnen die zweite Ausgabe unseres Newsletters für das Jahr 2025 präsentieren zu dürfen.

In dieser Ausgabe widmen wir uns innovativen Projekten, die die Mobilität und Logistik von morgen entscheidend beeinflussen. Von der digitalen Transformation in der Luftfracht über akustische Frühwarnsysteme für Brücken bis hin zu smarten Transportlösungen – wir zeigen Ihnen, wie moderne Technologien in der Praxis angewendet werden, um Effizienz und Sicherheit zu steigern.

Die vorgestellten Projekte und Entwicklungen sind nicht nur wegweisend, sondern auch ein eindrucksvolles Zeugnis für die Zusammenarbeit von Wissenschaft, Industrie und Politik. Diese Synergien ermöglichen es uns, Herausforderungen in der Infrastruktur und Logistik mit innovativen, zukunftsorientierten Lösungen zu begegnen.

Wir laden Sie ein, in diese spannende Welt der Forschung einzutauchen und mehr über die neuesten Entwicklungen zu erfahren. Gemeinsam arbeiten wir an Lösungen, die nicht nur nachhaltig sind, sondern auch einen echten Mehrwert für unsere Gesellschaft bieten.

Mit diesen und vielen weiteren Projekten leisten wir einen aktiven Beitrag zur Mobilität von morgen – innovativ, nachhaltig und effizient.

Weitere Details zu unseren Aktivitäten stehen Ihnen auf unserer Website zur Verfügung.

Bei Fragen können Sie sich auch gerne direkt an unsere Geschäftsstelle wenden.

Ihr Bernd Valeske



Prof. Dr. Bernd Valeske
Vorsitzender der
Fraunhofer-Allianz Verkehr

Herausgeber:

Fraunhofer-Allianz Verkehr
Campus E3 1
66123 Saarbrücken

Tel.: +49 681 9302-3643
E-Mail: info@verkehr.fraunhofer.de
www.verkehr.fraunhofer.de



Digitales Testfeld Air Cargo (DTAC) - Luftfracht mit neuen Technologien zum Fliegen bringen

Verkehrsexperten fragen sich zuweilen, warum Luftfracht überhaupt relevant ist. Bei derart geringen Volumina im Vergleich zu Straße, Schiene und Wasser ist es kein Wunder, dass auch die Gedanken an logistische Innovationen nur selten von der Erdoberfläche abheben und einschlägige Veranstaltungen den Schwenk von Rädern zu Flügeln wenn überhaupt nur am Rande vollziehen. Dabei ist Luftfracht aus unserem modernen Alltag nicht mehr wegzudenken, so sehr dies beim Lesen manch nostalgisches Seufzen in Erinnerung an die guten alten Zeiten hervorrufen möge. Zeitkritische, verderbliche und wertvolle Güter werden in aller Regel geflogen. Blumen, Maschinenteile, Organe, Juwelen, Gefahrgüter, Fisch, Obst, Zahnersatz und vieles mehr dampfen eben nur bedingt wochenlang auf den Ozeanen dieser Welt vor sich hin.

Flughäfen und Luftfracht stellen spannende Anwendungsfelder für moderne Daten-, KI- und Roboterlösungen dar. Bislang sind die Abläufe kaum digitalisiert und automatisiert – begrenzte Flächen, dynamische Mischverkehre, Just-in-time-Konsolidierungen, individuelle Ladungsträger und Beladungspläne pro Airline und Flugzeugtyp sowie Sonderfälle aller Art lassen keine bewährte Prozessautomatisierung wie an Seehäfen zu. Zugleich können zeitgemäße, digitale und autonome Lösungen auch in anderen komplexen Einsatzumgebungen bestehen, sobald sie die dynamische, regulierte und sicherheitskritische Flugzeugumgebung gemeistert haben.

Im DTAC, mit €13,7 Mio. gefördert vom Bundesministerium für Digitalisierung und Staatsmodernisierung (BMDS) und unter der Leitung der Fachabteilung für Luftverkehrslogistik des Fraunhofer IML, findet eben jene Transformation der Branche seit 2021 in einem breiten Konsortium deutscher Stakeholder statt. Wissenschaftlicher Partner ist die Frankfurt University of Applied Sciences; zudem wird das Projektteam um einflussreiche Akteure der deutschen Luftverkehrsindustrie komplettiert, namentlich CHI, Lufthansa Cargo, LUG, Schenker, Sovereign Speed, die Flughäfen Düsseldorf, Frankfurt (Fraport), Köln-Bonn, Leipzig (Mitteldeutsche Flughafen AG), München (Cargogate Munich Airport) und Stuttgart sowie R+V als Versicherungspartner.

DTAC-Lösungen umfassen zum Beispiel die (Weiter-) Entwicklung des Palettenroboters O³dyn, der Leitsystemsoftware openTCS und der Open-Source-Serversoftware NE:ONE®, welche bereits im Repository der Open Logistics Foundation veröffentlicht wurde. Neue KI-Algorithmen zur Verbesserung der operativen Vorhersagbarkeit sowie für Compliance-Checks komplettierten die Forschungsansätze.

Das DTAC-Konsortium wurde im Jahr 2025 in Nairobi und Hong Kong mit zwei internationalen Luftverkehrspreisen ausgezeichnet. Zudem nahm ein japanischer Verlag die robotischen Lösungen in ein Schulreferenzbuch für Grundschulkinder auf. Die aktuelle DTAC-Projektphase läuft noch bis August 2026; unter anderem wird derzeit ein neuer Roboter für die Abfertigung von Luftfrachtpaletten im Dortmunder IML-Labor von Grund auf entwickelt.

Weiterführende Informationen

Digitales Testfeld Air Cargo

Ansprechpartner

Manuel Wehner
Tel.: +49 69 668118-359
manuel.wehner@iml.fraunhofer.de

Bildunterschrift

Robotische IML-Lösungen O³dyn und evoBOT® im Testeinsatz am Flughafen München
© Fraunhofer IML, V. Neugebauer



Akustisches Frühwarnsystem für Brücken schützt Verkehr: Fraunhofer IDMT erkennt Mikrorisse und Schäden am Klang und verhindert gefährliche Ausfälle

Brücken sind zentrale Verkehrswege, doch ihre Schäden bleiben oft unbemerkt – bis es zu spät ist. Genau hier setzt das Projekt „AIrBSound" des Fraunhofer-Instituts für Digitale Medientechnologie IDMT in Ilmenau an. Ziel ist es, Brückenschäden frühzeitig zu erkennen, bevor sie den Verkehr gefährden.

Im Fokus steht die akustische Überwachung von Fahrbahnübergangskonstruktionen (FÜK), die besonders anfällig für Verschleiß sind. Mit hochsensiblen Luftschallsensoren und KI-gestützten Analysen können schon kleinste Veränderungen im Klangbild identifiziert werden. „Wir wollen Brücken nicht erst prüfen, wenn es schon zu spät ist", erklärt Olivia Treuheit, Projektleiterin am Fraunhofer IDMT. So können Mikrorisse, gelockerte Schrauben oder beginnende Verschmutzungen erkannt werden, noch bevor sie für Autofahrer spürbar werden.

Die Audiodaten werden von Störgeräuschen wie Verkehrslärm, Regen oder Vogelgezwitscher bereinigt und mit neuronalen Netzen ausgewertet. Dadurch ist es möglich, Anomalien nicht nur zu erkennen, sondern auch der Ursache zuzuordnen. Das ermöglicht gezielte, vorbeugende Wartung, ohne dass Brücken gesperrt werden müssen. Dies ist besonders relevant für stark frequentierte Verkehrswege, wo Ausfälle hohe wirtschaftliche und gesellschaftliche Kosten verursachen würden.

Langfristig sollen kostengünstige MEMS-Mikrofone die Brücken kontinuierlich überwachen. Diese kleinen, energieeffizienten Mikrofone sind äußerst empfindlich und kommen auch in Smartphones zum Einsatz. Zunächst testen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler das System an zwei Brücken im sächsischen Pirna – der Wesenitzbrücke und der Sachsenbrücke – unterstützt von der MKP GmbH, einem Ingenieurbüro für Brückenmonitoring. Die Tests umfassen auch bewusst verschmutzte Fahrbahnen und gezielt gelockerte Schrauben, damit die KI ein möglichst breites Spektrum akustischer Signale erlernt.

„Wir nutzen unsere Erfahrung aus der industriellen Produktionsüberwachung, um den Klang von Schweißverbindungen mit Mikrorissen zu identifizieren. Dieses Wissen übertragen wir nun auf Brücken", erläutert Treuheit. Das ermöglicht nicht nur die Früherkennung von Schäden, sondern auch die Priorisierung von Reparaturen und Wartungsmaßnahmen. Damit leistet das System einen wichtigen Beitrag zur Verkehrssicherheit und zur Erhaltung kritischer Infrastruktur.

„Seit dem Einsturz der Carolabrücke in Dresden 2024 ist die Sicherheit von Brücken und Verkehrswegen noch dringlicher geworden. Es ist motivierend, an einem Projekt zu arbeiten, das Pendler, Lkw-Flotten und die öffentliche Infrastruktur schützt", so Treuheit.

Das Projekt AIrBSound läuft bis Juni 2026 und wird von der Bundesanstalt für Straßenwesen gefördert (Förderkennzeichen FE 88.0217/2024/AV13).

Weiterführende Informationen

AIrBSound – Überwachung von Übergangskonstruktionen an Brücken

Ansprechpartner

Olivia Treuheit
Tel.: +49 3677 467-361
olivia.victoria.treuheit@idmt.fraunhofer.de

Bildunterschrift

Langfristig sollen empfindliche, energieeffiziente MEMS-Mikrofone zur kontinuierlichen Überwachung von Brücken eingesetzt werden.
© MKP GmbH



Projizierender Blinker für mehr Sicherheit im Straßenverkehr

Tote Winkel, kleiner Blinker oder schlechte Sichtverhältnisse – im Straßenverkehr kann es durch viele Gründe zu riskanten Situationen zwischen den Verkehrsteilnehmenden kommen, wenn zum Beispiel eine Person auf einem Fahrrad das Blinkzeichen eines ausscherenden Autos übersieht.

Forschende des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF haben einen projizierenden Blinker entwickelt, der bei einer Größe von gerade einmal 35 x 35 x 55 Millimetern eine Illuminanz von über siebentausend Lux auf der Straße erreicht. »Diese hohe Beleuchtungsstärke zusammen mit dem dynamischen Laufeffekt der Winkelzeichen ermöglichen die Sichtbarkeit des Blinkers auch bei Tageslicht«, erklärt Rohan Kundu, Wissenschaftler in der Abteilung für Optisches und Mechanisches Systemdesign.

Der entwickelte Designansatz überwindet entscheidende Herausforderungen bei Anwendungen mit mikrooptischen Projektoren: Vergrabene, absorptive Maskenschichten führen bei gängigen Projektionssystemen zu Transmissionsverlusten, einem aufwändigen und kostspieligen Herstellungsprozess und einer verringerten Lebensdauer der Projektoren. Die Forschenden am Fraunhofer IOF verzichten bei der Entwicklung des projizierten Blinkers gänzlich auf diese Masken und verlagern die Mustererzeugung bzw. Strahlformung hin zu irregulären Tandem-Mikrolinsenarrays (MLA).

Größtmögliche Sichtbarkeit und dynamische Lichtsequenzen

Das zweiseitige MLA besteht aus einer Anordnung von pfeilförmigen Mikrolinsen (Lenslets) auf der Licht-Eingangsseite und kleineren quadratischen Lenslets auf der Ausgangsseite. Durch die Beleuchtung des MLA unter unterschiedlichen Einfallswinkeln werden Lichtpfade zwischen bestimmten Kombinationen von Eingangs- und Ausgangslenslets gelenkt. Dieses gewollte Kanalübersprechen ermöglicht die Projektion einer dynamischen Sequenz von Winkelzeichen auf der Straße.

Der Designansatz ermöglicht es, mit einem einzigen Projektor-System Winkelzeichen an unterschiedlichen Positionen zu erzeugen, was die Montage vereinfacht sowie Kosten und Platzbedarf reduziert.

Die zweiseitigen Mikrooptikarrays werden durch Grautonlithographie hergestellt und als Polymer-auf-Glas-Tandemarrays repliziert. Dies ermöglicht eine präzise Kontrolle der optischen Eigenschaften durch gezieltes Auftragen und Formen des Polymermaterials auf der Glasoberfläche.

Vereinfachte Herstellungsprozesse und Sicherheit im Straßenverkehr

Die Tandemarrays lassen sich ebenfalls durch preiswertere Technologien herstellen. Die Verwendung von sehr kostengünstigen Verfahren wie Spritzgießen oder Heißprägen ermöglicht das Herstellen von größeren und optional gekrümmten Linsen bei nur minimal verschlechterter optischer Qualität.

Projizierte Muster ermöglichen dem Auto die Kommunikation mit seiner Umgebung. Damit kann der entwickelte dynamische Blinker zu einer erhöhten Verkehrssicherheit beitragen. Die Projektionssysteme stellen weiterhin eine Schlüsseltechnologie für intelligente Transportsysteme in der Zukunft dar.

Weiterführende Informationen

Projizierender Blinker für mehr Sicherheit im Straßenverkehr

Ansprechpartner

Rohan Kundu
Tel.: +49 3641 807-459
rohan.kundu@iof.fraunhofer.de

Bildunterschrift

Das Blinksignal wird in einer dynamischen Bewegung auf die Fahrbahn projiziert und zeigt den Richtungswechsel des Autos an. Dank der hohen Lichtintensität ist das Signal auch bei Tageslicht gut sichtbar.
© Fraunhofer IOF



»ImaB-Edge« – Digitale Brückenwächter: Mit Edge-Computing und Sensorik Mobilität sichern und Infrastruktur vorausschauend schützen

Der Einsturz der Carolabrücke in Dresden hat verdeutlicht, wie wichtig eine vorausschauende Zustandsbewertung von Bauwerken und kritischer Infrastruktur ist. Solche Ereignisse zeigen, dass das frühzeitige Erkennen von Schäden nicht nur Leben schützt, sondern auch weitreichende wirtschaftliche Vorteile haben kann.

Im Verbundprojekt »ImaB-Edge« entwickelten Materialforschungs- und -prüfungseinrichtungen gemeinsam mit Hard- und Softwareentwicklern, Bauunternehmen und Infrastrukturbetreibern ein elektronisches System zur permanenten Überwachung des Bausubstanzzustands. Ziel war es, Bauwerke wie Brücken, Kläranlagen oder Staudämme kontinuierlich und präzise zu überwachen, um Risiken rechtzeitig zu erkennen und geeignete Maßnahmen einzuleiten. Gerade bei Brücken entlang wichtiger Verkehrsadern kann eine Sperrung täglich Schäden in Millionenhöhe verursachen. Durch kontinuierliches Monitoring in Kombination mit lokaler zerstörungsfreier Prüfung (ZfP) entsteht ein modular konfigurierbares Vor-Ort-System, das eine flexible und skalierbare Alternative zu rein cloudbasierten Lösungen bietet. Neben dem Vermeiden schwerer Unfälle können so auch teure Sanierungen reduziert werden, da frühzeitig notwendige Reparaturen eingeleitet werden.

Intelligentes Monitoring für sichere Bauwerke

Die technische Grundlage bilden Sensoren, die bei Neu- oder Bestandsbauten integriert werden können. Sie erfassen kontinuierlich Messdaten, die über Sensor-EDGE-Einheiten gesammelt, vorverarbeitet und in einem EDGE-Gateway zusammengeführt werden. Mittels KI werden diese Daten vor Ort analysiert und bewertet. Der aktuelle Zustand des Bauwerks wird automatisiert an Leitstellen oder Servicepersonal übermittelt, um Veränderungen im Materialverhalten frühzeitig zu erkennen, bevor sie sicherheitsrelevant werden. Eine direkte Bewertung am Bauwerk hat dabei den Vorteil, dass Gutachten sehr zeitnah erstellt werden können. Zusätzlich werden nur noch relevante Daten in Cloudsysteme versendet, wodurch die aktuellen Herausforderungen hinsichtlich Datensicherheit und -menge adressiert werden. Neben Autobahnbrücken sollen künftig auch Bahnanlagen, Tunnel, Dämme und andere kritische Bauwerke profitieren.

Auf dem Gelände des Fraunhofer IZFP wurde ein Reallabor eingerichtet, das alle relevanten Prozesse abbildet – von der Datenerfassung über die ZfP bis zur Visualisierung. An einer Parkplatzeinfahrt messen Temperatur- und Vibrationssensoren Belastungen, ergänzt durch Wetterstation und Kamera. So lässt sich eine Echtzeitbewertung der Verkehrsbelastung und ihres Einflusses auf die Bauwerksstruktur vornehmen. Die Daten werden durch die Projektpartner EUROKEY Software GmbH und WPM Ingenieure GmbH weiter analysiert.

ImaB-Edge wird vom BMFTR mit ca. 5,6 Millionen Euro gefördert. Durch die Verbindung modernster Sensorik mit Edge-Computing und KI entstehen praxisnahe Lösungen, die die Sicherheit kritischer Infrastruktur erhöhen, Ressourcen schonen und die Wirtschaftlichkeit der Instandhaltung nachhaltig verbessern.

Weiterführende Informationen

Fraunhofer ImaB-Edge

Intelligente, multimodale und autarke Bauwerksprüfung mittels Edge-Computing

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

Ansprechpartner

Dirk Koster, M. Sc.
Tel.: +49 681 9302-3894
dirk.koster@izfp.fraunhofer.de

Bildunterschrift

Im Projekt ImaB-Edge entstehen intelligente Sensorsysteme für eine sichere Mobilität – sie überwachen Bauwerke kontinuierlich mit KI und Edge-Computing und erkennen Schäden frühzeitig.
© Adobe Stock, Leonhard



Umladen ohne Ladekran – Erster intermodaler Container für Rundholz und andere Holzprodukte

Holztransporte hatten bisher zwei Aspekte mit Verbesserungspotenzial: Zum einen konnten die Transporter mit klassischen Rungenwagen ausschließlich Rundholz aufladen. Zwangsläufig ergab sich also eine Leerfahrt auf dem Rückweg, bei der unnötig CO2 und andere Treibhausgase ausgestoßen wurden. Zum anderen war das Umladen der Baumstämme auf die Bahn durch den erforderlichen Einsatz eines Ladekrans zeitaufwändig, sodass meist der klimaschädlichere, direkte LKW-Transport bevorzugt wurde. Holztransport per Bahn galt daher auf kurzen und mittleren Strecken als nicht lohnend. Das Konsortium des FFG-Leitprojekts PhysICAL hat unter der Leitung von Fraunhofer Austria beide Herausforderungen mit einem Schlag gemeistert: Es wurde ein multipurpose Container entwickelt und getestet, der nicht nur mit Rundholz, sondern auch mit anderen Holzprodukten wie Hackgut beladen und der in Minutenschnelle vom LKW auf die Bahn umgeladen werden kann. So macht der innovative Container den Bahntransport auch auf kurzen Strecken attraktiver, schafft Transparenz über den Beladungszustand durch eine integrierte Wiegesensorik, vermeidet LKW-Leerfahrten und ermöglicht einen umweltfreundlichen, intermodalen Holztransport.

Sandra Stein, Leiterin des Projekts PhysICAL erklärt: „Uns war schnell klar, dass wir den Verladeprozess beschleunigen wollen, um umweltfreundliche Holztransporte mit der Bahn auch für kurze Strecken attraktiv zu machen. Wir haben einen multipurpose Container entwickelt, der innerhalb weniger Minuten und ohne zusätzliches Gerät direkt vom LKW auf die Bahn umgeladen werden kann." Tatsächlich galten bisher etwa 300 km als die Strecke, ab welcher sich das Umladen auf die Bahn lohnt. Durch die Paarigkeit macht der intermodale Betrieb bereits auf Strecken ab 140 km wirtschaftlich Sinn. Dies ist möglich durch die Bauweise des entwickelten ACTS-Containers, da somit ein schneller Umschlag von LKW auf Bahn ohne Ladekran funktioniert.

Die innovative Entwicklung war nur durch enge Zusammenarbeit innerhalb des Forschungskonsortiums möglich.

Insbesondere waren die Steiermarkbahn und Bus GmbH sowie die Wiener Lokalbahnen Cargo GmbH beteiligt. Konzeptioniert und entwickelt wurde der Container von Logistikforscherinnen und -forschern bei Fraunhofer Austria gemeinsam mit der Firma Georg Kraemer Fahrzeugbau, die die konstruktive Gesamtverantwortung hatte und den Bau umsetzte.

Neben dem multipurpose Container wurde im Projekt PhysICAL Forschung in drei weiteren Bereichen betrieben: offene Transportmanagement-Plattform, innovative Zustellungsmöglichkeiten auf der letzten Meile und Entwicklung einer eCommerce Plattform für KMU. Das Projekt PhysICAL wurde im Rahmen des FTI-Programms Mobilität der Zukunft durch das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur gefördert und von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG abgewickelt.

Weiterführende Informationen

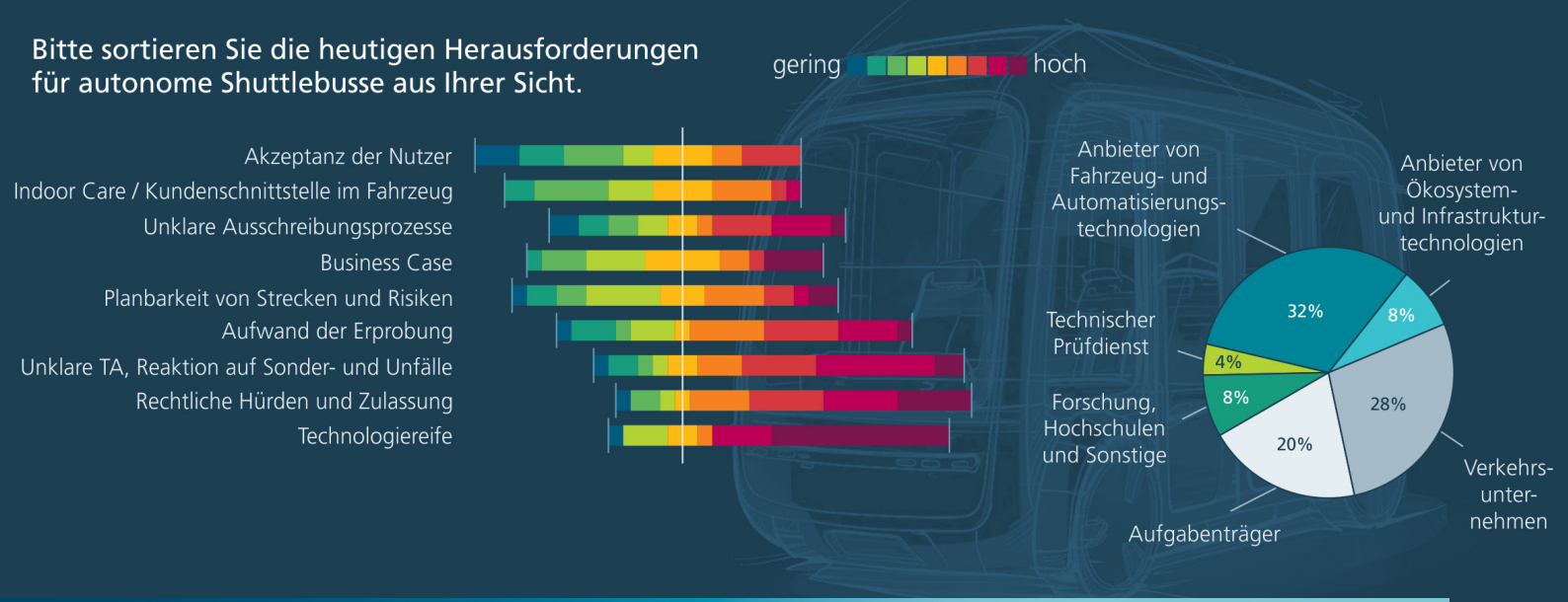
PhysICAL

Ansprechpartner

Dr. Sandra Stein
Tel.: +49 676 888 61 627
sandra.stein@fraunhofer.at

Bildunterschrift

Der innovative Container kann innerhalb weniger Minuten und ohne zusätzliches Gerät direkt vom LKW auf die Bahn umgeladen werden.
© Fraunhofer Austria



Aktuelle Studie zu Herausforderungen im autonomen ÖPNV

Automatisierter öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV), also fahrerlose Shuttlebusse ohne menschliche Aufsicht im Fahrzeug, soll in den kommenden Jahren in Deutschland Realität werden. Die Dringlichkeit ergibt sich unter anderem durch Personalknappheit, die sich in den kommenden Jahren weiter verschärfen wird, die Bedarfe der Mobilitätswende hin zu nachhaltigerem Verkehr, aber auch den internationalen Technologiewettbewerb. Entsprechend ist das Thema zentraler Gegenstand des Koalitionsvertrags der aktuellen Bundesregierung.

Aber woran hängt die Einführung in Deutschland, und wo sind die größten Bedarfe, die Entwicklung zu beschleunigen? Um diese Fragen zu beantworten, wurde von den Fraunhofer-Instituten IVI, EMI und IOSB mit schwarzenberg.tech GmbH, Interlink GmbH, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), FZI Forschungszentrum Informatik und TU München eine Expertenbefragung durchgeführt. Insgesamt wurden 29 unabhängige Organisationen befragt, überwiegend Technologieanbieter und Verkehrsunternehmen, aber auch Forschungseinrichtungen und Prüfdienste. Die Studie gibt Einblick in wichtige offene Fragen, zeigt aber auch, in welchen Feldern bereits Optimismus und fertige Lösungen bestehen.

Als wichtigste Hürde gilt die Technologiereife (52% der Befragten sehen hierin die größte Herausforderung), gefolgt von rechtlichen Hürden (21%) und dem unklaren Business-Case (20%). 93% der Befragten sehen moderaten oder hohen Entwicklungsbedarf in der Automatisierungstechnologie selbst, gefolgt von Werkzeugen zur Erprobung (80%) und Planung (69%) des Betriebs.

Positiver nehmen die Befragten Themen rund um Akzeptanz und Kundenschnittstellen wahr. Über zwei Drittel sehen Akzeptanzkriterien aus Sicht der Mitfahrenden sowie anderer Verkehrsteilnehmender als bekannt, doch die Kommunikation der Eigenschaften autonomer Fahrzeuge gilt als wesentlicher Baustein der breiten Akzeptanz. Ein gemischteres Bild ergibt sich mit Blick auf Ausschreibeprozesse, um in ausreichenden Stückzahlen Fahrzeuge abzunehmen, die zum eigenen Betriebsbereich passen. Auffällig ist, wie unterschiedlich die Akteure auf die Herausforderungen blicken: Während bei Prüfdiensten der Optimismus überwiegt, blicken Technologieanbieter, Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger skeptischer in die Zukunft.

Die Studie bewertet auch differenziert Lösungsstrategien, darunter technische Lösungen für die Kategorisierung von Strecken nach Einsatzbereichstypen (ODD), und simulative Lösungen für digitale Betriebsbereichsgenehmigungen, die als überwiegend sehr nützlich bewertet werden. Der Befragung zufolge kann mit solchen Lösungen ein breiter Einsatz automatisierter Shuttlebusse bereits um 2029 in Deutschland Wirklichkeit werden – ohne entsprechende Maßnahmen hingegen wird erst fünf bis zehn Jahre später eine entsprechende Einführung erwartet.

Die vollständige Studie (Teichmann et al., 2025: Was fehlt zur flächendeckenden Automatisierung im ÖPNV?) findet sich im aktuellen KAMO.Magazin in der Ausgabe 11/2025.

Weiterführende Informationen

KAMO.Magazin

Ansprechpartnerin

Fraunhofer IOSB
Jens Ziehn
jens.ziehn@iosb.fraunhofer.de

schwarzenberg.tech GmbH
Matthias Teichmann
matthias@schwarzenberg.tech

Bildunterschrift

© BRAVE10K-Konsortium, 2025



Die Wagentechnische Untersuchung (WTU) digitalisiert und beschleunigt durch “Digital Inspection by Machine Intelligence” (DIMI)

Im Rahmen des Verbundprojekts DIMI treibt das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) mit großer Unterstützung von Cargobeamer und der SGKV die Digitalisierung der wagentechnischen Untersuchung (WTU) mit wegweisenden Innovationen voran. Im Zentrum des Projekts stehen sensorbasierte Prozessoptimierungen, die Entwicklung intelligenter KI-Systeme zur voll- oder teilautomatischen Unterstützung der Wagenmeister sowie die Schaffung einer modernen digitalen Plattform für die Dokumentation und Kommunikation. All dies erfolgt mit dem Ziel, die Effizienz und Sicherheit der WTU signifikant zu steigern.

Zu Beginn des Projekts erfolgte eine umfassende Analyse der aktuellen Prozesskette: In enger Zusammenarbeit mit den Wagenmeistern wurden alle Prozessschritte der WTU validiert, nach dem Gesichtspunkt der technisch basierten Effizienzsteigerung beurteilt und in Bezug zur Praxistauglichkeit gesetzt. Der Fokus lag auf der Identifikation häufiger Schäden am Wagen sowie der Klassifizierung möglicher Folgeschäden, der Dauer der Prüfschritte und der Machbarkeit der technischen Unterstützung.

Im DIMI-Projekt ist das IML federführend für die Entwicklung des Kamera- und KI-Systems zur automatisierten Erkennung relevanter Waggon- und Ladungsparameter verantwortlich. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Optimierung der Erkennungsraten für komplexe Objekte wie Wagennummern, Bremshebelstellungen, Handbremsen und weiteren Parametern. Hierzu wurden modernste Ansätze wie YOLOX-basierte Deep-Learning-Modelle implementiert.

Zudem testet das Konsortium fortlaufend die Integration bereits bestehender Marktsysteme in die Arbeiten und Ziele des Projekts. Durch regelmäßige Abstimmungen und technische Benchmarks soll außerdem die Praxistauglichentwicklung entlang des gesamten Projekts sichergestellt werden.

Ein Proof of Concept für die plattformübergreifende Integration wurde bereits realisiert und wird schrittweise in die Zielumgebung überführt.

Auch die Entwicklung der digitalen Plattform liegt in der Verantwortung des Fraunhofer IML. Besondere Aufmerksamkeit widmet das IML der benutzerfreundlichen Gestaltung des Human-Machine-Interfaces (HMI): In enger Abstimmung mit Terminalbetreiber und Endanwendern werden intuitive Smartphone-Interfaces entwickelt, die den Wagenmeister durch optimierte Eingabeflächen, klar strukturierte Zug- und Wagenlisten sowie durch vom Wagenmeister ergänzte Eingabefelder unterstützen.

Das Fraunhofer IML positioniert sich in DIMI als Innovationstreiber für den intelligenten Schienengüterverkehr. Die vom IML entwickelten Lösungen sollen als Open Source für weitere Terminalbetreiber adaptiert und modular skalierbar gemacht werden – mit messbarem Mehrwert für die Prozesssicherheit, Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs.

Weiterführende Informationen

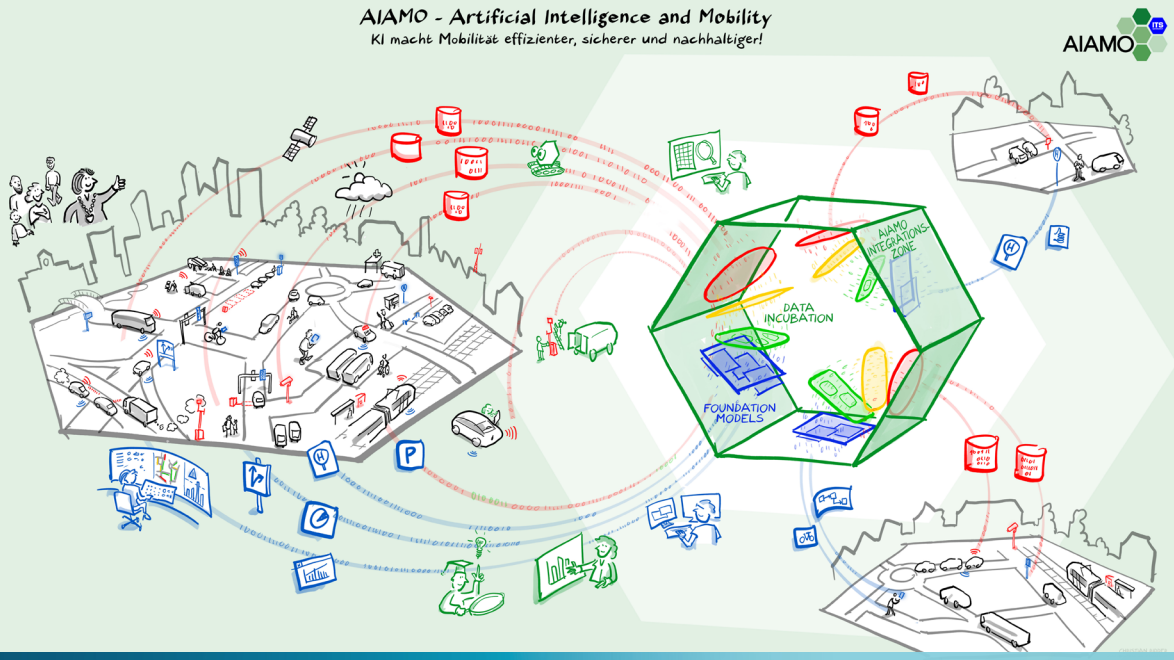
Digital Inspection by Machine Intelligence (DIMI)

Ansprechpartner

Moritz Tennhoff, M. Sc.
Tel.: +49 231 9743-137
moritz.tennhoff@iml.fraunhofer.de

Bildunterschrift

© chaisiri - stock.adobe.com



KI für nachhaltiges Mobilitätsmanagement – wie die wissenschaftliche Begleitforschung im Projekt AIAMO Wirkungen messbar macht

Künstliche Intelligenz (KI) eröffnet neue Möglichkeiten für das Mobilitätsmanagement in Städten und Kommunen. Im Projekt AIAMO – Artificial Intelligence And MObility werden Potenziale und Verfahren erforscht, Lösungen entwickelt und praktisch erprobt. Ziel ist ein intelligentes, vernetztes und nutzerorientiertes Mobilitätsmanagement, das mithilfe von KI urbane Mobilität messbar effizienter und klimafreundlicher gestaltet. Das vom Bundesministerium für Digitales und Staatsmodernisierung geförderte Projekt bietet über den AIAMOnexus einen zentralen Zugang zu Mobilitäts-, Verkehrs- und Umweltdaten, die für KI nutzbar sind. In Zusammenarbeit mit Forschungspartnern, Unternehmen und Innovatoren werden auf der Basis praxisnahe Lösungen entwickelt, die Verkehrsflüsse optimieren, Emissionen senken und die Lebensqualität in Städten und Regionen erhöhen.

Das Fraunhofer IML unterstützt AIAMO im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung, die die Wirkung der entwickelten Bausteine für das kommunale Mobilitätsmanagement messbar macht. Dabei werden sowohl Effekte auf Verkehrsströme und Emissionen als auch Aspekte wie Zuverlässigkeit, Nutzerakzeptanz und Anpassungsfähigkeit systematisch analysiert, um die Praxisrelevanz der Lösungen fundiert nachweisen zu können.

Hierzu werden Key Performance Indicators (KPI) definiert, die direkte und indirekte Effekte abbilden und als Grundlage dienen, die Effizienz, Wirksamkeit und Nachhaltigkeit der Lösungen zu belegen. Zusätzlich ermöglichen die KPIs, die Wirkungen einzelner Bausteine auf Umwelt, Verkehr und Nutzerverhalten systematisch zu erschließen und in übertragbare Konzepte für andere Kommunen zu übersetzen.

In den Pilotregionen Leipzig und Landau in der Pfalz wird die praktische Umsetzung sichtbar: Leipzig nutzt rund 50 Messstationen und einen digitalen Zwilling für Verkehr & Umwelt, um Daten gezielt für ein umweltsensitives und KI-gestütztes Mobilitätsmanagement einzusetzen.

Landau in der Pfalz erprobt darüber hinaus weitere KI-basierte Anwendungen – zum Beispiel für eine dynamische Lichtsignalanlagensteuerung, die die „grünen Welle" an die aktuelle Verkehrssituation anpasst. Das Fraunhofer IML analysiert kontinuierlich die Wirkung dieser Lösungen und bewertet ihre Übertragbarkeit auf andere Kommunen.

Die KPIs werden sowohl auf der Ebene einzelner Komponenten als auch ganzheitlich für integrierte Lösungen bewertet. Untersucht wird, wie sich die Bausteine innerhalb der AIAMO-Lösungswelt entfalten und welche Effekte nach außen sichtbar werden.

So wird aus Forschung konkretes Handlungswissen: Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse und Methoden schaffen eine belastbare Grundlage für künftige Entwicklungen im umweltsensitiven Mobilitätsmanagement – und unterstützen Kommunen dabei, technologische Innovationen verantwortungsvoll und wirkungsorientiert einzusetzen.

Weitere Informationen & Anmeldung

AIAMO - Artificial Intelligence And Mobility

Gefördert durch:
Bundesministerium für Digitales und Staatsmodernisierung
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

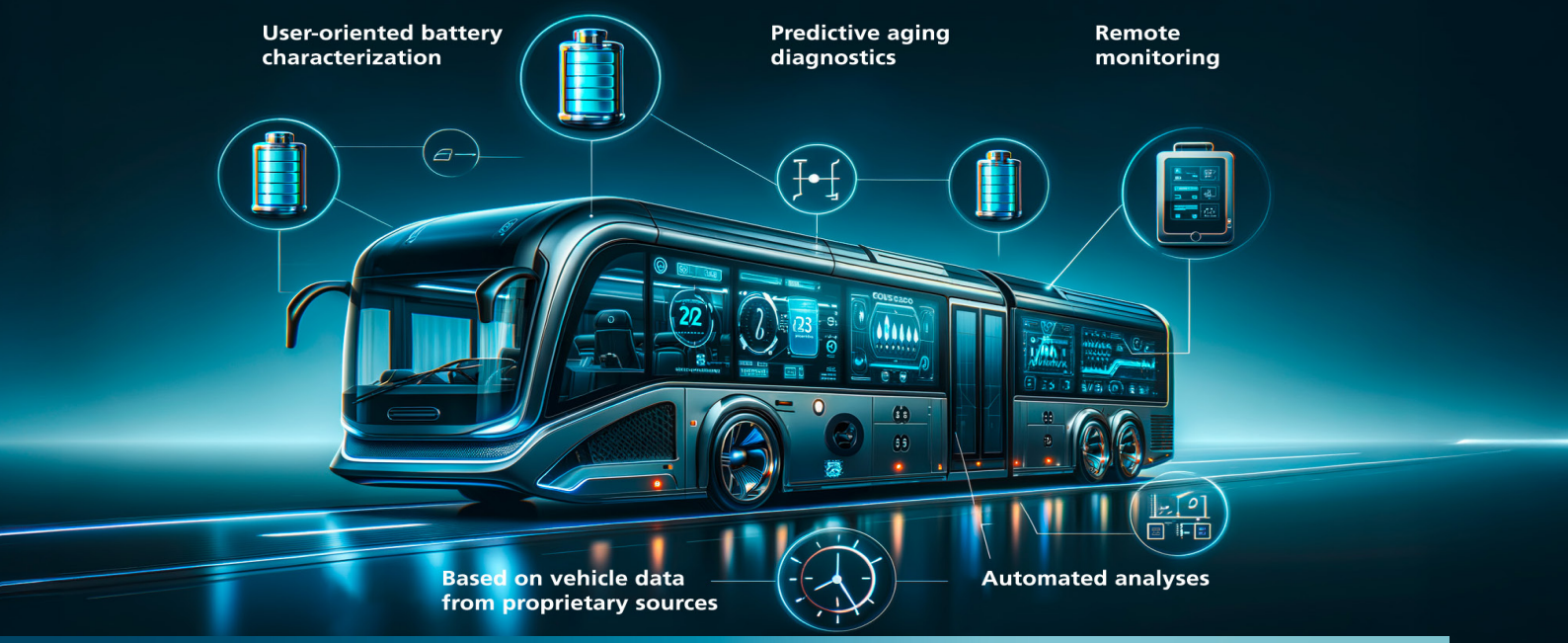
Ansprechpartner

Katrin Scholz
Tel.: +49 8051 901-117
katrin.scholz@iml.fraunhofer.de

ITS Germany e.V.
Sabine Rieth
Tel.: +49 241 94580550
sabine.rieth@aiamo.de

Bildunterschrift

© AIAMO / Christian Ridder



Mehr Reichweite, längere Lebensdauer: Wie sich optimierte Batteriestrategien auf Reichweite, Kosten und Nachhaltigkeit von E-Bussen im ÖPNV auswirken

Immer mehr Verkehrsunternehmen setzen auf batterieelektrische Busse, um ihre Flotten klimaneutral auszurichten. Doch hohe Anschaffungskosten, begrenzte Reichweiten und Einschränkungen bei den Ladezeiten stellen die ÖPNV-Anbieter vor neue Herausforderungen. In einer aktuellen Studie hat das Fraunhofer IVI den Energieverbrauch und das Ladeverhalten einer städtischen Elektrobusflotte über einen Zeitraum von mehr als zwei Jahren ausgewertet. Die Untersuchung zeigt: Mit gezielten Anpassungen in Betrieb und Lademanagement lassen sich Energieverbrauch reduzieren, Batterien länger nutzen und CO_2-Emissionen deutlich senken – und das ohne tiefgreifende Änderungen im Betriebsablauf.

Auf der Basis von realen Betriebsdaten präsentiert die Studie eine Analyse des Energieverbrauchs von E-Bussen in Abhängigkeit diverser Parameter wie der Außentemperatur oder der durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit. Für typische urbane Umläufe konnten klare Referenzwerte abgeleitet werden – eine zuverlässige Grundlage für Verkehrsunternehmen, um Reichweiten zuverlässig zu prognostizieren, Umläufe realistisch zu planen und Ladefenster besser zu timen.

Um darüber hinaus Empfehlungen für eine batteriefreundliche Nutzung abzuleiten, standen das State-of-Charge-Fenster (SOC) während des Betriebs und in Stillstandsphasen sowie die Ladeleistung im Fokus. Das Lade- und Batteriemanagement bietet entscheidendes Optimierungspotenzial: Werden die Busse nicht permanent im Bereich von 95-100 Prozent Ladezustand gehalten, sondern in einem um rund 20 Prozentpunkten abgesenkten SOC-Fenster betrieben, lässt sich die Alterung der Batterie erheblich verlangsamen. Noch größerer Effekt entsteht, wenn intelligentes Depotladen umgesetzt wird: Busse sollten erst kurz vor ihrem nächsten Einsatz auf volle Kapazität geladen werden, statt lange im vollgeladenen Zustand abgestellt zu sein. Simulationen zeigen, dass sich die Batterielebensdauer dadurch von etwa 11 auf bis zu 16 Jahre verlängern lässt – ohne nennenswerte Verzögerungen oder Einschränkungen im Betrieb.

Für eine praxisgerechte Umsetzung empfiehlt das Forschungsteam den Einsatz von 90%-Perzentil-Verbrauchskurven. Diese bilden nicht nur Durchschnittswerte ab, sondern berücksichtigen auch Spitzenlasten bei ungünstigen Bedingungen. Damit lassen sich Lade- und Einsatzpläne temperatur- und geschwindigkeitsabhängig anpassen und so Energieeffizienz, Zuverlässigkeit und Batterielebensdauer gezielt steuern.

Alle Ergebnisse basieren auf Langzeit-Monitoringdaten einer städtischen E-Busflotte im Realbetrieb. Verkehrsunternehmen erhalten damit belastbare, feldgetestete Handlungsempfehlungen, die sie direkt anwenden können, sowohl bei der Optimierung bestehender Flotten als auch bei der Planung neuer Infrastruktur. Da es sich in der Studie um umlaufspezifische Energieverbräuche für städtische Fahrzyklen handelt, ergeben sich weitere Untersuchungs- und Validierungsmöglichkeiten mit unterschiedlichen Einsatzprofilen – z. B. bei Überlandlinien oder in der Logistik.

Weitere Informationen & Anmeldung

Zur Studie im World Electric Vehicle Journal als Open Access Paper

Batterieferndiagnose – Überwachung des Batteriezustandes mit IVImon

Ansprechpartner

Dr. Martin Ufert
Tel.: +49 173 468 22 05
martin.ufert@ivi.fraunhofer.de

Bildunterschrift

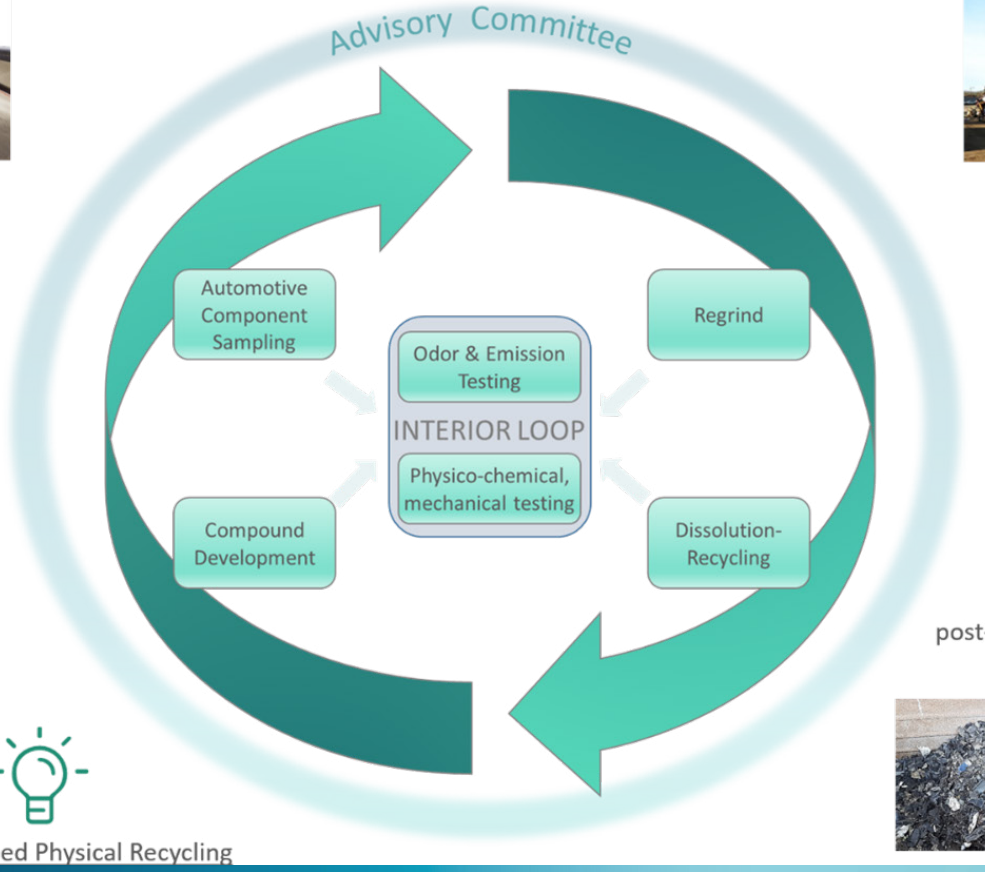
© KI-generiert | Fraunhofer IVI



OEM

ELV treatment





Tier suppliers

Dismantling





Compounders

Shredder & post-shredder treatment



Advanced Physical Recycling

Verwendung von Kunststoffrecyclaten im Fahrzeuginnenraum

Die Revision der im Jahr 2000 eingeführten Altfahrzeugrichtlinie 2000/53/EC führte zum Entwurf einer neuen EU Verordnung, der ELV Regulation, die u.a. vorsieht, dass Neufahrzeuge zukünftig einen signifikanten Anteil an Kunststoffrecyclaten enthalten müssen. Aktuell ist die Verfügbarkeit an hochwertigen Recyclaten für den Automobilbereich aber noch stark eingeschränkt. Für die Anwendung im Automobilinnenraum kommt hinzu, dass neben den mechanischen Eigenschaften auch strenge Anforderungen im Bereich VOC-Emissionen und Geruch eingehalten werden müssen. Bestehende, mechanische Recyclingverfahren sind daher in den meisten Fällen nicht ausreichend, um die erforderlichen Recyclatqualitäten zu erzielen.

Das Projekt „Interior Loop" zielt daher darauf ab, durch lösungsbasiertes Recycling hochreine Thermoplaste aus komplexen ELV-Kunststoffströmen zurückzugewinnen und dabei sowohl sehr gute mechanische Eigenschaften als auch niedrige Geruchs- und VOC-Emissionen zu erreichen. Auf diesem Weg lassen sich die strengen Standards der Automobilindustrie erfüllen und damit Kunststoffrecyclate für die Anwendung im Fahrzeuginnenraum bereitstellen.

Das lösungsmittelbasierte Recycling nutzt selektive Lösungsmittel zur Trennung von Zielpolymeren und Verunreinigungen, wobei die Polymerstrukturen intakt bleiben. In verschiedenen Projekten wurde bereits belegt, dass die Technologie auch auf industrieller Ebene eingesetzt werden kann. Durch eine engmaschige Kontrolle des Einflusses einzelner Prozessschritte auf Emissionen und Geruch sollen die Reinigungsstufen angepasst und so die Qualität der Recyclate weiter gesteigert werden.

Das Projekt umfasst vier Phasen, die von Laboruntersuchungen bis hin zu industriellen Tests reichen. Dabei werden verschiedene Testmethoden zur Emissionsbewertung und zur Sicherstellung der mechanischen Eigenschaften angewandt und bei Bedarf entwickelt. Ziel des Projektes ist in der letzten Phase ein Demonstratorbauteil aus Kunststoffrecyclat herzustellen, das die Anforderungen der Automobilindustrie (Mechanik, Geruch, VOC-Emissionen) erfüllt.

Die Förderung dieses Projekts erfolgt durch die Volkswagenstiftung, AZ: 9D868

Weitere Informationen & Anmeldung

Von Müll zu Mehrwert: Neue Forschung verwandelt Abfall in Ressourcen

Ansprechpartner

Dr. Matthias Brunnermeier
Tel.: +49 8024 643 269
matthias.brunnermeier@ibp.fraunhofer.de

Dr. Martin Schlummer
Tel.: +49 08161 491-250
martin.schlummer@ivv.fraunhofer.de

Bildunterschrift

Aufbereitung, Einsatz und Optimierung von Kunststoffrecyclaten im Automobilbereich
© Fraunhofer IVV, © Fraunhofer IBP



ALBACOPTER® erfolgreich erprobt: Das teilautonome eVTOL-Fluggerät zum Lastentransport in Ballungsräumen hat seinen Jungfernflug absolviert

Der Jungfernflug des ALBACOPTER® Mitte August am Nationalen Erprobungszentrum für Unbemannte Luftfahrtsysteme des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Cochstedt setzte einen erfolgreichen Schlusspunkt unter das hochambitionierte Leitprojekt der Fraunhofer-Gesellschaft.

Projektauftrag war, ein teilautonomes, elektrisch angetriebenes Fluggerät zu entwickeln, das VTOL- und Tragflächenflugeigenschaften kombiniert. Es soll beispielsweise in Ballungszentren mit hohem Straßenverkehrsaufkommen Lasten im einer smarten Transportbox schnell und effizient auch über größere Strecken transportieren. Den Verkehrsraum in seiner dritten Dimension stärker zu erschließen, würde Städte entlasten und abgelegenen Gegenden neue Chancen bieten. Zielgrößen im ALBACOPTER®-Projekt waren eine Nutzlast von 25 Kilogramm und eine Reichweite von 120 Kilometern. Dafür war ein Fluggerät mit acht um 90 Grad schwenkbaren Rotoren und 18 Metern Spannweite vorgesehen. Der in Cochstedt erprobte Demonstrator war mit sieben Metern Spannweite und ebenfalls acht schwenkbaren Rotoren etwa im Maßstab 1:2 konstruiert und lieferte den »proof of concept« für das Zusammenspiel der Komponenten untereinander sowie mit der Software.

Sechs Fraunhofer-Institute waren an dem mehr als vier Jahre dauernden Leitprojekt der Fraunhofer-Gesellschaft beteiligt: Der Fluglageregler stammt vom Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM in Paderborn. Ein Team des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Karlsruhe programmierte eine App-basierte mobile Bodenstation zum Monitoring aller Komponenten und für die Flugstreckenplanung und entwickelten einen digitalen Zwilling des Fluggerätes. Das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS in Duisburg steuerte die sichere Prozessorarchitektur bei. Für die Struktur sowie die Batterietechnik war das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt zuständig, das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal entwickelte die Antriebe sowie einige Leichtbaukomponenten in der Struktur des ALBACOPTER®.

Die Projektleitung lag während der Abschlussphase des Leitprojekts beim Fraunhofer ICT. Dessen Institutsleiter Frank Henning sagte anlässlich der Flugversuche in Cochstedt: »Dem Team des ALBACOPTER®-Leitprojekts gratuliere ich zu seiner Beharrlichkeit und seinem Mut, die den Jungfernflug möglich gemacht haben. Das Team hat sich nicht mit der Dokumentation der Möglichkeiten zufriedengegeben, sondern einen Technologieträger entwickelt und dessen Flugfähigkeit unter Beweis gestellt. Wieder einmal wurde deutlich, wie wichtig interdisziplinäres Arbeiten ist und wie gut uns dies innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft gelingt. Deshalb ist das Ganze weit mehr als die Summe seiner Teile. Mit den Erkenntnissen und Erfahrungen aus der Projektphase bietet der ALBACOPTER® in seinen Teilaspekten und als Gesamtkonzept vielfältige Ansatzpunkte für weitergehende Forschung und Entwicklung und vor allem für den Transfer in die Industrie.«

Weitere Informationen & Anmeldung

ALBACOPTER® - Ein skalierbares Drohnenkonzept

Ansprechpartner

Elisa Seiler
Tel.: +49 152 21723616
elisa.seiler@ict.fraunhofer.de

Bildunterschrift

© Fraunhofer