

bioCOMP4acoustics

Recyclebare schalldämpfende Komposite mit viskoelastisch beschichteten Carbon+Naturfasern & biobasierter Vitrimermatrix

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Mobilitätssystem, FTI-Lösungen für die Transformation des Luftfahrtssystems, Sustainable Aviation Fuels inkl. Wasserstoff 2023	Status	laufend
Projektstart	01.10.2024	Projektende	30.09.2027
Zeitraum	2024 - 2027	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Aircabin; biobasierte rezyklierbare Komposite; vibroakustische Simulation; Ultra-Leichtbau		

Projektbeschreibung

Faserkomposite in der Aircabin zeichnen sich bislang durch Optimierung auf ökonomischen Ultra-Leichtbau aus. Sie basieren derzeit fast ausschließlich auf petrochemischen Ausgangsstoffen für Harz und Fasern - biobasierte & recyclingfähige Materialien fehlen bislang. Niedrige Lärmpegel als Basis für komfortables Reisen mit gutem Sprachverständnis werden durch schalldämpfende Glaswolle zwischen Cabin-Wandpaneelen mit Sandwich-Aufbau und Flugzeugwand sowie durch die Paneel-Oberfläche erreicht - mit abnehmendem Erfolg bei kleineren Flugzeugen. Hohes Potential zur Lärmreduktion hat nach Literatur & eigenen Simulationen die Implementierung innovativer biomimetischer Konzepte, d.h. eines Sandwich-Aufbaus mit (Visko-)Elastizitätsgradient über den Faserquerschnitt & über die Wandstärke. Wichtige Voraussetzung für derartige Materialien ist zusätzlich hohe Nachhaltigkeit, d.h. (i) die Nutzung von überwiegend biobasierten Werkstoffen mit (ii) einfacher Rezyklierbarkeit. Unter Berücksichtigung der essentiellen Voraussetzungen zur (iii) Erzielung zumindest gleichem, optimal jedoch 10% reduziertem Bauteil-Gewicht ("klimafreundliche Luftfahrt") und (iv) Erfüllung der Zulassungsanforderungen (i.a. Flammbeständigkeit) fehlen diese aber bislang.

Diese Lücke mit (v) zusätzlichem Verzicht auf toxische State-of-the-Art-Brandschutzmittel schließt bioCOMP4acoustics durch die F&E von

1. neuen Harzen aus biobasierten Ausgangsstoffen (d.h. Vitrimere mit dynamischen kovalenten Netzwerken) mit Verarbeitung in State-of-the-Art Pregpreg- & Autoklavier-Prozessen, Flammbeständigkeit durch biobasierte organische Phosphate sowie Löslichkeit der Matrixvitrimere in polaren Lösungsmittel mit ökologischer Rückgewinnung der Harzkomponenten bzw. Abtrennung von Faserstrukturen im Recycling (PCCL),
2. hybrider Natur- (Flachs) & Carbon-Faser-Verstärkung mit Sub-Mikrometer dünner hydrophiler, hoch-viskoelastischer und -haftfester Faserbeschichtung mit Atmosphärendruck-Plasma- und Ultraschall-Sprüh-Technologie (JOANNEUM RESEARCH), sowie
3. umfangreicher mechanischer Werkstoffprüfung vom Nano- bis Makro-Maßstab zur Datengenerierung (JOANNEUM RESEARCH, PCCL) für gleichzeitige vibroakustische & Festigkeits-Simulation mit innovativem Lückenschluss zwischen Mikro-

bis Makro-Skala in der Struktur-Auslegung von Ultra-Leichtbau-Sandwich-Kompositen mit hoher akustischer Dämpfung (TU Graz).

Die Wahl der Ausgangs-Rohstoffe, Verfahren und Simulationsmodelle basiert auf hohem Knowhow der Partner (innovative Komposit-Technologie & Rolle-zu-Rolle-Beschichtung). Die Entwicklung orientiert sich an den vorgegebenen Zertifizierungsaufgaben (Business- & Verkehrsflugzeuge, F/List) unter Nutzung vorhandener Anlagentechnik (Hilitech). Ziel von F/List als zukünftiger Nutzer der Ergebnisse für leisere, nachhaltigere Aircabins und Hilitech als dessen OEM-Zulieferer ist die Konstruktion eines Demonstrators (TRL 4) basierend auf der zuvor entwickelten innovativen Material-, Simulations- und Verfahrens-Toolbox. Diese Toolbox ("digitaler Elementbaukasten" inkl. aeroakustischen Designregeln) ermöglicht zukünftig effizientes, Topographie-optimiertes Bauteil-Design auch außerhalb des Projekt-Use-Cases unter Einhaltung der Randbedingungen durch Materialien & Fertigung.

Eine erste Integration als Prototyp in Business-Flugzeuge mit gegenüber Verkehrsflugzeugen einfacherem Zertifizierungsprozess, aber höherem Kundenbedarf für Schalldämmung ist durch F/List 3 Jahre nach erfolgreichem Projektabschluss geplant.

Abstract

Fiber (sandwich) composites in the aircabin have so far been optimized for economical, ultra-lightweight construction and are currently based almost exclusively on petrochemical raw materials for resin and fibers - bio-based and recyclable materials are missing. Low noise levels as a basis for good speech understanding are achieved in this sandwich structure by sound-absorbing glass wool between the cabin wall panels and the aircraft's outer wall as well as through the surface of the panels - with decreasing success in smaller aircraft. The implementation of innovative biomimetic concepts, i.e. a composite structures with a (visco-)elasticity gradient in the fiber and component wall thickness, has potential for noise reduction. An important prerequisite for such next-generation materials is high sustainability, i.e. (i) use of predominantly bio-based materials with (ii) easy recyclability of all valueable materials. However, taking into account the essential requirements of (iii) achieving at least the same, but optimally 10% reduced component weight ("climate-friendly aviation") and (iv) meeting the approval requirements (including flame resistance), these are missing so far.

bioCOMP4acoustics closes this gap with (v) additional avoidance of toxic state-of-the-art fire retardants through R&D on

1. new resins from bio-based raw materials (i.e. vitrimers with dynamic covalent networks) with (i) processing in state-of-the-art prepreg and autoclaving processes, (ii) fire resistance through bio-based organic phosphates and (iii) solubility of polar solvents for the ecological separation of dissolved matrix monomers from fiber structures and fabrics in recycling (PCCL),
2. hybrid natural (flax) & carbon fiber reinforcement with sub-micron thin hydrophilic, highly viscoelastic and adhesive coating with atmospheric pressure plasma and ultrasonic spray technology (JOANNEUM RESEARCH), as well as on
3. extensive mechanical material characterization on the nano to macro scale for data generation (JR, PCCL) for simultaneous vibroacoustic & strength simulation for innovative gap closure between micro to macro scale in the design of ultra-lightweight sandwich composites with high acoustic damping (TU Graz).

The choice of raw materials, processes and simulation models is based on the partners' high level of know-how (innovative composite and roll-to-roll coating technology), the joint development under specified certification requirements (business and commercial aircraft, F/List) and under use of existing system technology (Hilitech). The aim of F/List as future user of the

results for quieter, more sustainable aircabins and Hilitech as its OEM supplier is to construct a demonstrator based on the previously developed innovative material, simulation and process toolbox. This toolbox ("digital element construction kit") also includes validated vibroacoustic simulation and ultimately enables specific topography-optimized component design while maintaining the boundary constraints of materials and production.

An initial integration as a prototype into business aircraft with a simpler certification process than commercial aircraft, but higher customer demand for sound insulation, is planned by F/List 3 years after the successful end of the project.

Projektkoordinator

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

Projektpartner

- F. LIST GMBH
- HILITECH GMBH
- Polymer Competence Center Leoben GmbH
- Technische Universität Graz Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik