

Membran-Leichtbau

Innovative Konstruktions- und Regelungssysteme für den Membran-Leichtbau auf der Basis von Flugtieren mit Membranbespannung

Konsortialführer

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung
Denkendorf
vertreten durch das Institut für Textil- und Verfahrenstechnik
Denkendorf
Dr.-Ing. Thomas Stegmaier
Körschtalstr. 26
73770 Denkendorf
thomas.stegmaier@itv-denkendorf
fon: 0711 9340-219

Projektpartner

- Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe
- Global Safety Textiles GmbH
- Architekturbüro Oligmüller
- Wagner Tragwerke, Prof. Dr.-Ing. Rosemarie Wagner
- IF Ingenieurgesellschaft Flächentragwerke Essrich-Duerr-Dinort (IF Group)
- Walter Krause GmbH

Das Projekt

Ungelöste Fragen in der Funktion und Integration von faserverstärkten Membranwerkstoffen begrenzen bislang die technischen Anwendungen in den wachsenden Märkten des textilen Bauens von sehr großflächigen Dach- und Gebäudekonstruktionen (Stadien, Flughäfen, Bahnhöfen, Schirmen) als auch des Leichtbaus für mobile Behältnisse. Die Problemfelder umfassen die bisher stark begrenzte Funktionalität des Membranwerkstoffes, die nur ansatzweise gelungene Integration pneumatischer Stabilisierung, die Integration der kraftaufnehmenden Anbindesysteme sowie die erhebliche Materialschädigung bei der Faltung der Membranen für Transport, Montage als auch in der Nutzungsphase temporärer oder wandelbarer Bauten.

Durch jüngste Erkenntnisse zur Struktur und Funktionsweise des Flugapparates von einzigartig erhaltenen Exemplaren des Pterosauriers als auch von weiteren lebenden Tieren mit Flughäuten (Fledertiere), stehen bionisch nutzbare Grundlagen bereit, um innovative, smarte technische Lösungen für die oben genannten Probleme zu entwickeln. Das kompetente Team aus Biologen und Paläozoologen, Architekten, Bauingenieuren, Materialentwicklern aus den Bereichen Biologie, anwendungsorientierter Forschung und der industriellen Umsetzung entwickelt gemeinsam die erforderlichen neuen Konstruktionsprinzipien, Materialien, Systeme und Bauformen. Die Industriepartner sind weltweit anerkannte und gefragte Experten und gehören zu den Marktführern in ihren Bereichen.



Big-eared-townsend-Fledermaus,
Quelle: <http://de.wikipedia.org/>; <http://www.nv.blm.gov/>



Flugsaurier der Spezies *Ornithocheirus mesembrinus*
(Bogdanov 2008)

Die bisher einsetzbaren Membranen können lediglich einhüllende Funktionen übernehmen. Von Architekten ist jedoch eine Multifunktionalität erwünscht, die bislang durch getrennte Mehrschichtaufbauten realisiert werden musste, die enorme Anstrengungen in der Statik und Verankerung der Einzellagen mit sich bringt. Die angestrebten Neuentwicklungen zur Realisierung eines besseren Lichtmanagements, der optimierten Wärmeisolation und der energetisch sinnvollen Klimatisierung werden von großer Bedeutung sein.

Die Faltung der Membranen verursacht beim Transport und Aufbau der großer Membranflächen vielfach irreparable Schäden. Vor allem bei temporären als auch fliegenden Bauten, die regelmäßig auf- und abgebaut werden, sowie bei mobilen Transportsystemen sind die Faltstellen der frühe Beginn des Materialversagens. Es gibt weder zu den Faltungsvorgängen noch zu Schädigungen systematische Untersuchungen und wissenschaftlich fundierte Aussagen.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Faltbares Dach, Commerzbank-Arena Frankfurt, Quelle: if-group

Bionik

Der interdisziplinäre Diskurs von Biologen, Textilingenieuren, Bauingenieuren und Architekten ermöglicht den Projektpartner unkonventionelle Betrachtungsweisen, die sowohl zu vielversprechenden Entwicklungen für Membranmaterialien und -konstruktionen, als auch zu einem vertieften Verständnis der biologischen Vorbilder beitragen. Die untersuchten Vorbildorganismen bieten Ansatzpunkte, sowohl zur bioinspirierten Konzeptfindung, als auch zur systematischen Ableitung von Prinzipien für die Mechanik von Membrankonstruktionen.

Umweltentlastender Effekt und Nachhaltigkeit

Bauten mit gespannten Membranen haben neben dem reinen Wetterschutz auch klimatisierende Aufgaben. Durch die Integration klimatisierender Funktionen, wie Wärmeisolation, Strahlungsreflektion, Heizung, Kühlung und Nutzung solarer Energie, sind enorme energetische Einsparungen zu erwarten. Neben multifunktionalen Membranen werden im Projekt auch Lösungen zur pneumatischen Stabilisierung und für faltbare Konstruktionen entwickelt. Beides ermöglicht extreme Leichtbauweisen – insbesondere in fliegenden und wandelbaren Bauten können durch die reduzierte Massen große Energiemengen eingespart werden. Durch das große Potential der neuen Technologien für energiearme Anwendungen, sowie durch die Möglichkeit Energie zu gewinnen, kann bei Erfolg des Vorhabens mittelfristig die Nachhaltigkeit in mehreren Wirtschaftszweigen verbessert und die internationale Wettbewerbsfähigkeit gestärkt werden.

Anwendungspotential

Durch einen intensiven bionischen Diskurs über Flughäute, Insektenflügel, Multifunktionalität, Faltung, Energiehaushalte, Membrankonstruktionen, Herstellungsverfahren und innovative Materialien haben sich die Projektpartner Kompetenz für neue, unkonventionelle Membran-Bauweisen erarbeitet. Pionierkonzepte und -bauten im Projekt zeigen die Potentiale:

- Leicht - stabilisiert durch Luft, Schäume oder Faserverbundprofile
- Faltbar - hohes Packmaß, kontrollierte Faltvorgänge durch lokale Versteifung, orientierte Fasern und Pneus
- Variabel - Module frei zusammenstellen und so Funktion und Größe variieren
- Stabil - nahtlos eingewebte Keder- und Profiltaschen
- Energiesparend - wärmeisolierender Mehrschichtaufbau
- Maßgefertigt - mit CAD-basiertem Webverfahren
- Agil - pneumatisch gesteuerte Wandelbarkeit

Vielversprechende Anwendungsfelder sind

- Wandelbare und faltbare Membrankonstruktionen
- Freitragende Membrandächer über Stadien, Hallen, Bahnhöfen, Flughäfen, ...
- Bauen im Bestand, z. B. Carports, faltbare Innenhofüberdachung
- Messebauten
- Leichte temporäre Bauten mit hohem Packmaß
- Einsatz-, Notunterkunfts- und Expeditionszeltbau
- Textiler Behälterbau, z. B. faltbare Schüttgutbehälter
- Robotik, z. B. pneumatische textile Aktuatoren

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung