

**Konzeptstudie „Propulsive Fuselage“:  
Geringere Emissionen durch ein Extra-Triebwerk**

Im Angesicht der ambitionierten „Flightpath 2050“-Emissionsziele der Luftfahrtindustrie werden vollkommen neuartige Ansätze für die Auslegung und Integration von Antriebssystemen erforderlich sein, wenn es gilt, die Effizienz zukünftiger Flugzeuge weiter zu verbessern. Eine in diesem Zusammenhang sowohl in der Wissenschaft als auch in der Industrie immer wieder diskutierte, vielversprechende Idee ist die Verteilung der erzeugten Antriebsleistung eines einzelnen Kerntriebwerks auf mehrere Fans. Aufgrund der vergrößerten Vortriebsfläche bei einem moderaten Anstieg von Fandurchmesser und -gewicht würde ein solcher Ansatz die Antriebsleistung deutlich erhöhen. Ein solcher „verteilter“ Antrieb würde den Konstrukteuren zudem weitere Optimierungsmöglichkeiten eröffnen, beispielsweise durch die Verwendung von Zwischenkühlern und Energierückgewinnungssystemen zur Effizienzsteigerung im Kerntriebwerk. Gemeinsam mit internationalen Partnern im Projekt DisPURSAL (Distributed Propulsion and Ultra-high bypass Rotor Study at Aircraft Level) arbeiten Wissenschaftler aus dem Bauhaus Luftfahrt an Modellen zur Quantifizierung des Potenzials solcher Antriebssysteme auf der Gesamtflugzeugebene.

Eine der vielversprechendsten Optionen für ein „verteilter“ Antriebssystem ist der Einsatz eines einfach oder gegenläufig rotierenden Fans am hinteren Teil des Flugzeugrumpfes, den er vollständig umläuft. Der so entstehende „Propulsive Fuselage“ nutzt ganz bewusst die sogenannte „Grenzschicht“ in unmittelbarer Nähe zum Flugzeugrumpf und verlegt die Schubproduktion in den vom Rumpf erzeugten Strömungsnachlauf. Installiert man den „Fuselage Fan“ dahingehend, dass er die Grenzschicht des Rumpfes „einsaugt“, so könnte er gleichzeitig den effektiven Widerstand des Flugzeugs reduzieren und die Vortriebsleistung des Antriebs erhöhen. Darüber hinaus würde die enge Integration

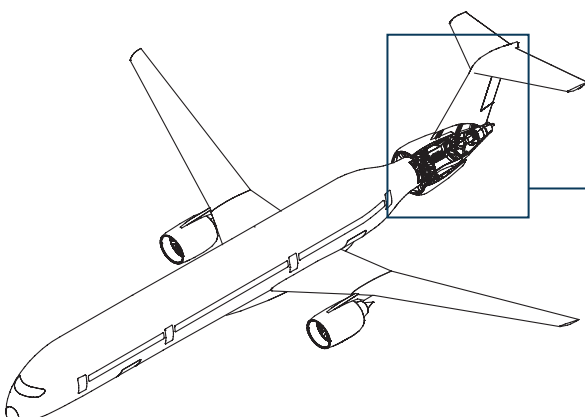
**Concept study „Propulsive Fuselage“:  
Adding an extra engine to reduce emissions**

In view of the aviation industry’s ambitious “Flightpath 2050” emissions targets, new approaches for propulsion system design and integration are required to further improve aircraft efficiency. One promising idea proposed by academia and industry is to distribute the power of a single core engine to two or even more fans. This would increase the propulsive efficiency due to a larger total fan area while maintaining a moderate increase in fan diameter and weight. Generally referred to as “distributed propulsion”, this would open up new options for optimisation such as the introduction of intercoolers and recuperators to improve engine core efficiency. Together with international partners in a project called DisPURSAL (Distributed Propulsion and Ultra-high bypass Rotor Study at Aircraft Level), researchers at Bauhaus Luftfahrt are working on the development of models to quantify the potentials of such distributed propulsion systems at the overall aircraft level.

One of the most promising options for “distributed propulsion” considers a single- or counter-rotating fan encircling the aft-section of the fuselage. This so-called “Propulsive Fuselage” concept intentionally entrains the fuselage boundary layer and distributes the generation of thrust along the viscous wake generated by the fuselage. By installing the fuselage fan in such a way that it “ingests” the fuselage boundary layer, the effective drag of the aircraft may be reduced while the propulsive efficiency of the power plant is improved. Moreover, the close integration of fans into the airframe lowers nacelle drag, and, may reduce external noise radiation. Bauhaus Luftfahrt is working on the assessment of the overall benefit of the „Propulsive Fuselage“ concept, and therefore also takes into account effects that are expected to have an adverse efficiency impact, such as a reduced ram

**Installation am Flugzeug:** Der „Fuselage Fan“ rotiert um den hinteren Teil des Rumpfes.  
**Installation at the aircraft:** The „Fuselage Fan“ encircles the rear part of the fuselage.

**Modell des „Propulsive Fuselage“-Konzepts:** Beispiel für einen „verteilter“ Antrieb.  
**Model of the „Propulsive Fuselage“ concept:** Example for „distributed“ propulsion.



des Fans in die Flugzeugstruktur den Widerstand der Fangondel reduzieren und könnte auch die externe Lärmentwicklung verringern. Das Bauhaus Luftfahrt arbeitet an der Bewertung des gesamten Vorteils des „Propulsive Fuselage“-Konzeptes und bezieht dabei auch Effekte mit ein, von denen eher ungünstige Auswirkungen auf die Effizienz erwartet werden. Dazu zählen beispielsweise ein niedriger Einlauf-Druckrückgewinn und eine verminderte Leistungsumsetzung des Fans durch die am Lufteinlass auftretende ungleichmäßige Strömung beim Einsaugen der Rumpfgrenzschicht.

Erste Analysen des „Propulsive Fuselage“-Konzeptes auf Basis eines zweistrahligen Flugzeugs zeigten trotz des zusätzlichen Triebwerks bereits eine knapp über zehn Prozent höhere Reichweite im Vergleich zu einem konventionell angetriebenen Referenzflugzeug. Eine der wichtigsten Erkenntnisse dabei war, dass die Einsaugung der Grenzschicht die Effizienz eines Flugzeugs derart stark verbessern kann, dass die zwei für den Schub hauptverantwortlichen konventionellen Triebwerke kleiner, leichter und widerstandsärmer und somit effizienter ausgelegt werden können.

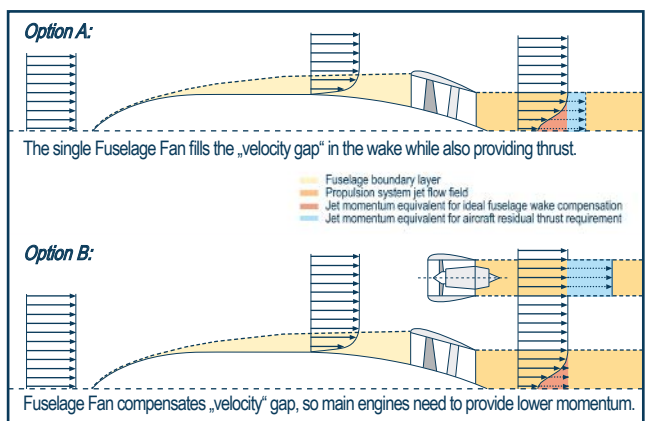
Das vom Bauhaus Luftfahrt ausgestellte Modell veranschaulicht eine mittelfristige Zukunftsperspektive eines „Propulsive Fuselage“-Konzeptes mit einem fortschrittlichen Gasturbinenantrieb. Im Falle eines möglichen Einzugs der Elektromobilität in die Luftfahrt in den kommenden Jahrzehnten sehen die Wissenschaftler des Bauhaus Luftfahrt sogar noch ein weitaus größeres Potenzial für „verteilte“ Antriebsarchitekturen und den „Propulsive Fuselage“. Der Grund dafür ist die sehr gute Skalierbarkeit elektrischer Antriebe und ihre Ansteuerung durch flexible Kabelverbindungen anstelle starrer Antriebswellen, womit ihre intelligente Verteilung über die gesamte Flugzeugstruktur vereinfacht wird. □

pressure recovery and fan inlet performance degradation resulting from the non-uniform in-flow when ingesting the fuselage boundary layer.

Even with the addition of an extra engine to a formerly twin-engined aircraft, initial analyses performed on the „Propulsive Fuselage“ concept yielded just over ten percent improvement in range compared to a conventionally-powered reference aircraft. One major finding of this study was that boundary layer ingestion is able to increase aircraft efficiency in such a way that the conventional engines that provide the main thrust could be scaled down in order to reduce drag as well as weight, and to increase efficiency of the propulsion system.

The model exhibited by Bauhaus Luftfahrt offers a promising mid-term perspective for the concept of a “Propulsive Fuselage”, driven by an advanced gas turbine. However, looking into the distant future, researchers at Bauhaus Luftfahrt see “distributed propulsion” and “Propulsive Fuselage” architectures gaining even greater momentum with a possible breakthrough of electro-mobility in the aviation sector. Electric motors offer superb scalability and can be controlled via flexible wiring harnesses instead of rigid driveshafts, allowing for their intelligent placement and distribution all over the entire aircraft structure. □

**Grenzschichtinsaugung:** Nur Option B ermöglicht die notwendige Antriebsredundanz.  
**Boundary Layer Ingestion:** Only Option B ensures the mandated propulsion redundancy.



**Magnetschwebetechnik:** Eine Elektrifizierung würde weitere Potenziale eröffnen.  
**Magnetic levitation technology:** Electrification would facilitate additional benefits.

