

SmartTurboprop

Im Verbundprojekt „Airport 2030“ werden in der Forschungsgruppe „Aero – Aircraft Design and Systems Group“ an der HAW Hamburg zusammen mit Airbus effiziente Flugzeugkonfigurationen untersucht. Eine dieser Konfigurationen ist der sogenannte SmartTurboprop. Es wird untersucht, ob durch den Einsatz eines tief fliegenden Turboprop-Flugzeugs eine Senkung der direkten Betriebskosten erreicht werden kann. Das entworfene Flugzeug könnte ein Nachfolger für das Mittelstreckenflugzeug Airbus A320 sein. Daher gelten die gleichen Anforderungen wie für den A320, wobei aufgrund der begrenzten Fluggeschwindigkeiten von Turboprop-Flugzeugen eine geringere Reiseflugmachzahl angesetzt wird.

Die Ausgangssituation

Steigender Kostendruck und steigende Umweltaforderungen veranlassen die Flugzeughersteller zum Entwurf neuer, verbesserter Flugzeugkonfigurationen. Flugzeuge mit Turboprop-Triebwerken (Turboprops) könnten auf der Mittelstrecke eine interessante Alternative zu den heute vorwiegend eingesetzten Flugzeugen mit Turbofan-Triebwerken (Turbofans) darstellen. Zudem könnten bei diesem konventionellen Ansatz die Entwicklungskosten und -risiken im Vergleich zu anderen Konzepten wie Blended-Wing-Body oder Boxwing-Flugzeug relativ gering gehalten werden.

Warum Turboprop-Triebwerke?

Für Fluggesellschaften sind möglichst geringe Betriebskosten (Kosten pro Passagier und Strecke) eines Flugzeugs entscheidend. Der Einsatz von Turboprops könnte zu einer Verringerung der Betriebskosten führen, weil diese Triebwerke einen geringeren spezifischen Treibstoffverbrauch

als die heute bei zivilen Transportflugzeugen meist eingesetzten Turbofan-Triebwerke haben. Um die Betriebskosten gering zu halten, müssen jedoch auch möglichst viele Passagiere in einem bestimmten Zeitraum transportiert werden, d. h., die Anzahl der Flüge muss hoch sein. Die Anzahl der möglichen Flüge hängt von der Fluggeschwindigkeit ab. Dies ist ein Nachteil der Turboprops, da sie gegenüber vergleichbaren Turbofans nur geringere Fluggeschwindigkeiten ermöglichen. Ziel muss es also sein, möglichst geringen Treibstoffverbrauch bei möglichst hohen Fluggeschwindigkeiten zu erreichen. Diese beiden Anforderungen stehen im Widerstreit, weil der Wirkungsgrad der Turboprop-Triebwerke bei höheren Fluggeschwindigkeiten abnimmt und damit der Treibstoffverbrauch steigt. Es muss also der optimale Kompromiss zwischen hoher Fluggeschwindigkeit und geringem Treibstoffverbrauch gefunden werden. Bei der aktuell favorisierten Konfiguration liegt dieser Kompromiss bei einer für Turboprops relativ hohen Reiseflugmachzahl von 0,71.

Warum tiefer fliegen?

Die Fluggeschwindigkeit eines Flugzeugs wird durch seine Flugmachzahl (das Verhältnis der Fluggeschwindigkeit zur Schallgeschwindigkeit) begrenzt. Die Schallgeschwindigkeit hängt von der Temperatur und damit von der Flughöhe ab. Je geringer die Flughöhe, desto höher die Schallgeschwindigkeit. Ein Flugzeug mit einer Reiseflugmachzahl von 0,71 weist daher in geringer Flughöhe eine höhere Fluggeschwindigkeit auf, als in größerer Flughöhe. Eine Turboprop mit einer Machzahl von 0,71 hätte in einer Flughöhe von 6140 m etwa dieselbe Fluggeschwindigkeit wie eine Turbofan mit einer Machzahl von 0,76 in 11 000 m

Höhe. Um eine möglichst hohe Fluggeschwindigkeit zu erreichen, muss der Turboprop daher in geringerer Flughöhe als vergleichbare Turbofans fliegen.

Konfiguration des Turboprop-Flugzeugs

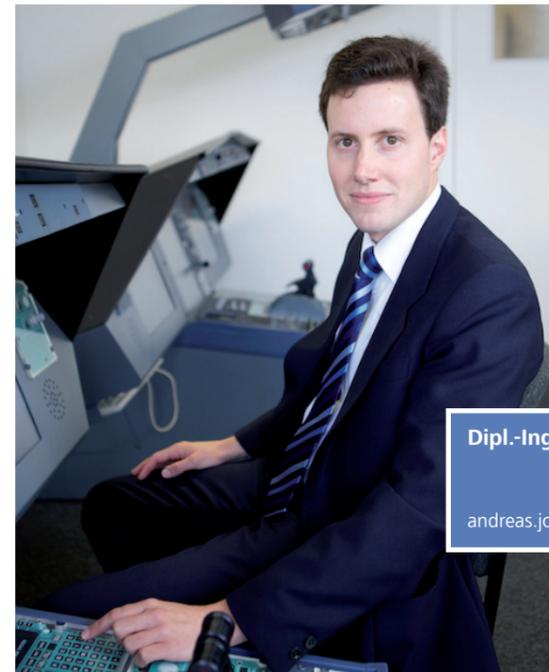
Voraussetzung für niedrigen Treibstoffverbrauch ist ein hoher Wirkungsgrad der Propeller. Um einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen, sind niedrige Flächenbelastungen, d. h. eine Verteilung der erforderlichen Leistung auf eine möglichst große Propellerfläche, notwendig. Dies kann durch einen großen Propellerdurchmesser erreicht werden, der jedoch aus Platzgründen und durch die Blattspitzenbegrenzung ist. Doch kann die Flächenbe-

lastung auch durch den Einsatz zusätzlicher Triebwerke verringert werden. Im Entwurfsprozess erreichten Flugzeugkonfigurationen mit vier Triebwerken und hohen Wirkungsgraden trotz z. B. höherer Wartungskosten geringere Betriebskosten als Konfigurationen mit zwei Triebwerken und niedrigeren Wirkungsgraden.

Um die großen Propeller unterbringen zu können, wurde eine Hochdeckerkonfiguration gewählt, da bei einem Tiefdecker sehr hohe Fahrwerksbeinlängen und damit hohe Fahrwerksmassen notwendig gewesen wären, um ausreichende Bodenfreiheit für die Propeller sicherzustellen. Bei Tiefdeckern ist das Hauptfahrwerk meist im Flügel untergebracht. Eine solche Unterbringung würde bei der gewählten Hochdeckerkonfiguration ebenfalls zu großen Fahrwerksbeinlängen und damit zu einer großen Fahrwerksmasse führen, sodass eine Unterbringung des Fahrwerks am Rumpf gewählt wurde.

Zusammenfassung

Die aktuell favorisierte Turboprop-Konfiguration ist ein Hochdecker mit T-Leitwerk, vier Triebwerken und großen, gefeiltten Propellern mit 6 m Durchmesser. Das Fahrwerk ist außen am Rumpf angebracht. Dieses Flugzeug könnte Treibstoffersparnisse von etwa 15 % im Vergleich zum A320 aufweisen. Die direkten Betriebskosten könnten sich im Vergleich zum A320 um etwa 10 % senken lassen.



Dipl.-Ing. Andreas Johanning

andreas.johanning@haw-hamburg.de