

Joint NASA / DLR Aeronautics Design Challenge 2017-2018

In Zusammenarbeit mit der NASA lädt der DLR Luftfahrtvorstand Prof. Rolf Henke Studentinnen und Studenten dazu ein, Flugzeugentwurfstudien für zukünftige unkonventionelle Verkehrsflugzeuge durchzuführen. Es sollen dabei Konzepte für effizientere und lärmärmere Flugzeugkonfigurationen entwickelt und demonstriert werden. Die Entwürfe sollen sich vor allem dadurch auszeichnen, dass sie deutlich weniger Kraftstoffverbrauch und Emissionen generieren als aktuelle Flugzeugkonfigurationen.

Es werden Teams und einzelne Studenten/-innen aus Deutschland und den USA an einem vorgegebenen technischen Schwerpunktthema unabhängig voneinander arbeiten können. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt getrennt für die Teams aus Deutschland durch das DLR und für die US-Teams durch die NASA. Die prämierten Arbeiten aus beiden Ländern werden im Rahmen eines Symposiums bei der NASA im Herbst 2018 vorgestellt und diskutiert. Der/die Sieger/-in oder das Siegerteam der deutschen Universitäten/Hochschulen werden dazu zur NASA in die USA eingeladen.

Hintergrund:

Um der steigenden Nachfrage des Luftverkehrs in den nächsten Jahrzehnten gerecht zu werden, müssen leise, sichere, wirtschaftliche, energieeffiziente und gesellschaftsfreundliche Transportflugzeuge entwickelt und eingeführt werden. Für den zukünftigen Markt sind dabei spezifische Anforderungen an Nutzlast, Geschwindigkeit und Reichweite zu erfüllen.

Das NASA *Aeronautics Research Mission Directorate* (ARMD) hat hierzu einen Strategieplan veröffentlicht, der eine Vision für die Luftfahrtforschung für die nächsten 25 Jahre und darüber hinaus vorstellt (<https://www.nasa.gov/aeroresearch/strategy>). Dieser beschreibt eine Bandbreite von Technologien mit deren Anwendung die zukünftigen Bedürfnisse der internationalen Luftfahrtgemeinschaft eines sicheren, effizienten, flexiblen und umweltverträglichen Lufttransports ermöglicht. Im Strategieplan ist die ARMD-Forschung in sechs strategischen Punkten organisiert:

- Punkt 1: Sicheres und effizientes Wachstum im globalen Luftverkehrsbetrieb
- Punkt 2: Innovation bei kommerziellen Überschallflugzeugen
- Punkt 3: Ultra-effiziente kommerzielle Luftfahrzeuge
- Punkt 4: Einführung und Etablierung von alternativen Antrieben und Energiekonzepten
- Punkt 5: Gewährleisten von gesamtsystemweiter Sicherheit in Echtzeit
- Punkt 6: Sichere Autonomie für die zukünftigen Herausforderungen in der Luftfahrt

Der diesjährige gemeinsame Entwurfswettbewerb des DLRs und der NASA konzentriert sich auf die Abstimmung von Technologien und Konzepten des Strategiepunkts 3 (Ultraeffiziente Luftfahrzeuge) und des Punkts 4 (Alternative Antriebe und Energiekonzepte). Es sollen dabei drastische Energieeffizienzverbesserungen u.a. bei kommerziellen Langstrecken-Flugzeugen ermöglicht werden. Die folgende Tabelle stellt die NASA-Zielvorgaben an Verbesserungen im Unterschall-Luftverkehr für den kurzfristigen (2015-2025), mittelfristigen (2025-2035) und langfristigen (über 2035 hinaus) Zeithorizont vor. Die NASA und ihre Partner haben potenzielle Flugzeugkonfigurationen identifiziert, die sich dem unteren Ende des langfristigen Ziels zur Reduzierung des Energiebedarfs (60%) annähern. Zu diesen Konzepten gehören sowohl unkonventionelle Flugzeugkonfigurationen (z.B. hybrid wing body, truss-braced wing, double-bubble fuselage) als auch unkonventionelle

Antriebssysteme (z. B. open rotor propulsor, hybrid electric propulsion, turboelectric propulsion). Es wird erwartet, dass das oberste langfristige Ziel einer 80%-igen Reduzierung des Energieverbrauchs nicht allein durch innovative Ansätze für Flugzeugzellen und Antriebssysteme erreicht werden kann. Es ist vielmehr eine synergetische Integration der Flugzeugarchitektur und der Antriebssysteme erforderlich. Darüber hinaus müssen auch innovative Betriebskonzepte berücksichtigt und der Luftverkehrsbetrieb ganzheitlich betrachtet werden.

Technologische Verbesserungen	Technologie-Generationen (Technology Readiness Level 5-6)		
	Kurzfristig 2015-2025	Mittelfristig 2025 - 2035	Langfristig nach 2035
Lärm (kumulativ unterhalb Stage 4)	22 - 32 dB	32 - 42 dB	42 - 52 dB
LTO NOx Emissionen (unterhalb CAEP 6)	70 - 75%	80%	> 80%
Reiseflug NOx Emissionen (rel. zur besten Version 2005)	65 - 70%	80%	> 80%
Kraftstoffeffizienz / Energiebedarf (rel. zur besten Version 2005)	40 - 50%	50 - 60%	60 - 80 %

Tabelle 1: NASA Subsonic Transport System Level Metrics (LTO = Landing-and-Takeoff, CAEP = Committee on Aviation Environmental Protection).

Design Challenge:

In dieser Design Challenge werden die Studenten aufgefordert, innovative Unterschall-Passagierflugzeugkonzepte für den Einsatzzeitrahmen ab 2045 zu entwickeln, die das Potenzial aufweisen, eine Verbesserung von 60% des Energieverbrauchs zu übertreffen. Dabei soll das langfristig angestrebte Ziel, einer 80%-igen Reduzierung des Energieverbrauchs bei gleicher Mission wie bei der Baseline zu erreichen, im Vordergrund stehen. In diesem Zusammenhang ist der Energieverbrauch von Flugzeugen als die Gesamtmenge an Energie definiert, die von dem Flugzeug für die Durchführung der Mission aufgewendet wird, unabhängig davon, woher diese Energie stammt. Wie in der obigen Tabelle angegeben, ist die Vergleichsgrundlage ein *Best-in-Class*-Flugzeug von 2005 (d.h. das energieeffizienteste Flugzeug in einer bestimmten Größenklasse mit Technologien, die 2005 im Produkt bereits zum Einsatz kamen). Im Rahmen dieser Design Challenge sollten die Studenten die Leistung eines Referenzflugzeugs ermitteln, um daraus die Energieverbrauchsreduzierung zu berechnen. Das ausgewählte Referenzflugzeug muss mindestens der Single-Aisle-Transportklasse (Airbus A320 / Boeing 737) entsprechen. Da der Fokus dieser Herausforderung auf der Reduzierung des Energieverbrauchs liegt, sind auch konfigurative Lösungen erwünscht, die beispielsweise eine Änderung an der heutigen Bodeninfrastruktur erfordern. Im Bericht sind allerdings die damit verbundenen Herausforderungen und die Zweckmäßigkeit bei der Implementierung der Bodeninfrastrukturänderungen zu adressieren. Darüber hinaus sollten alle Änderungen des Flugbetriebs zur Verbesserung der Effizienz in Hinblick auf die Kosten und die operationelle Planbarkeit für das Gesamtsystem Lufttransport untersucht werden. Obwohl die Designstudien nicht unbedingt auch die Fernziele für Lärm und NOX-Emissionen erfüllen müssen, sollten die Auswirkungen der Designentscheidungen auf diese Bereiche nicht ignoriert werden. Wie bei jedem neuen Flugzeug sollten die Teams auch die Bedürfnisse möglicher Kunden, Entwicklungskosten und -risiken, die behördliche Zertifizierung und die Akzeptanz der Passagiere berücksichtigen. Eine besondere Berücksichtigung dieser Faktoren sollte gegeben werden, wenn

Konstruktionsmerkmale verwendet werden, die mit den aktuellen FAA bzw. EASA Vorschriften oder den Erwartungen der Passagiere nicht vereinbar sind. Obwohl einige Spekulationen über die Projektion von Technologien, die im Zeitrahmen von 2045 verfügbar sind, ein notwendiger Teil des Entwurfsprozesses sein werden sollten die Studenten alle Annahmen über den zukünftigen Stand der Technik begründen und rechtfertigen.

Missionsanforderungen:

Die spezifischen Missionsanforderungen werden durch die von den Teams ausgewählten Baseline-Flugzeuge vorgegeben. Das beschriebene fortschrittliche, hocheffiziente Flugzeugkonzept muss mindestens die gleiche Missionsleistung aufweisen wie das Vergleichsflugzeug. Ein eventuelles Übertreffen muss entsprechend diskutiert werden. Unter diese Mindestanforderung der Missionsleistungsparameter fallen insbesondere die Reichweite bei gleicher Nutzlast und derselben Reisegeschwindigkeit. Die Start- und Landeleistung sollte ebenfalls gleich oder besser sein als die des ausgewählten Referenzflugzeugs.

Technischer Bericht:

Der Bericht ist auf 25 Seiten begrenzt und sollte eine Diskussion der Auslegungsanforderungen (TLARs - Top Level Aircraft Requirements und Zertifizierungsrandbedingungen), einschließlich der Identifizierung der maßgebenden Design Kriterien und aller weiteren daraus abgeleiteten Anforderungen für Teilsysteme etc., beinhalten. Eine gründliche Literaturrecherche sollte durchgeführt werden, um eine fundierte Auswahl des jeweiligen Referenz- bzw. Vergleichsflugzeugs durchführen zu können. Abmessungen, Massen und wichtige Leistungsparameter des Referenzflugzeugs sollten dargestellt werden. Es sollten mehrere alternative Konzepte mit verschiedenen Flugzeugzellenlayouts und Antriebsoptionen erstellt werden. Dabei ist ein systematischer qualitativer und/oder quantitativer Auswahlprozess zu zeigen, um die Auswahl des finalen Konzepts zu untermauern. Alle Werkzeuge und Methoden, die zum Entwerfen und Analysieren des Konzepts verwendet werden, sollten kurz beschrieben werden. Das beinhaltet auch die Werkzeugvalidierung und die Verifizierung der Ergebnisse unter Verwendung von Plausibilitätsprüfungen, Handbuchmethoden, historischen Daten oder anderen geeigneten Mitteln.

Folgenden Daten sollten für das vorgeschlagene Konzept mindestens bereitgestellt werden:

- Bemaßte Zeichnung(en) und Drei-Seitenansicht
- Eine Liste der Schlüsseltechnologien mit der jeweiligen Begründung, dass diese bis 2045 verfügbar sein werden.
- Eine Ansicht, die die Lage der wichtigsten Strukturelemente und Teilsysteme zeigt
- Eine Übersicht der Massenaufschlüsselung sowohl für das Basis- als auch für das neu entworfene Flugzeug, bei der unter anderem folgende Elemente ersichtlich sind:
 - o Strukturgewicht der einzelnen Komponenten (Flügel, Rumpf, Leitwerke) usw.
 - o Masse des Antriebssystems
 - o Nutzlast
 - o Kraftstoff
 - o Die Übersicht sollte auch das MZFM - *maximum zero fuel mass* (Leermasse + Nutzlastmasse) und die Abflugmasse beinhalten
- Eine Tabelle mit wichtigen Leistungsparametern sowohl für das Basis- als auch für das neu entworfene Flugzeug, z. B. Start- und Landestrecke, Steigrate, Geschwindigkeit und Flughöhe, aerodynamische Eigenschaften und Antriebssystem (z. B. L/D, Kraftstoff- und / oder

Energieverbrauchsrate usw.), Energieverbrauch nach Missionssegment, Gesamtenergieverbrauch für Design-Mission, etc.

- Details der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs sowohl für das Basis- als auch für das neu entworfene Flugzeug
- Betriebskonzept für einen typischen Flug einschließlich aller erforderlichen Schritte des Bodenbetriebs.

Die eingereichten Berichte werden von einer unabhängigen Jury anhand folgender Kriterien bewertet:

- Kreativität
- Innovation
- Nutzung von Fachliteratur
- Vergleich mit existierenden Flugzeugkonfigurationen

Das DLR führt im Rahmen dieser „Joint NASA / DLR Design Challenge“ keine fachlichen Betreuungen der Arbeiten durch.

Teilnahmebedingungen:

Alle Teilnehmer/-innen müssen Vollzeitstudenten/-innen an einer deutschen Universität, Hochschule oder Fachhochschule sein. Die Anmeldung für eine Teilnahme am Wettbewerb und für das Kickoff-Meeting erfolgt über den betreuenden Lehrstuhl. Bei Lehrstuhl-übergreifenden Teams erfolgt die Anmeldung von dem Lehrstuhl des/der Teamsprechers/-in. Die Einreichung der Bewerbung und der Dokumente ist ebenfalls über die betreuenden Lehrstühle zu erfolgen. Die Teilnehmer/-innen müssen zustimmen, dass alle eingereichten Dokumente, Abbildungen und Diagramme zur Veröffentlichung auf den NASA- und DLR-Web-Seiten oder für sonstige Arten der Öffentlichkeitsarbeit unter Angabe des Urhebers/-in genutzt werden dürfen. Weitere Details zur Teilnahme und Einreichung sind dem Dokument „Joint-NASA-DLR-Design-Challenge-Abgaberichtlinien.pdf“ zu entnehmen.

Termine:

- Veröffentlichung der Ausschreibung: Vorlesungsbeginn Wintersemester 2017/2018;
- Interessensbekundung per Email an den DLR Ansprechpartner (DesignChallenge@dlr.de) seitens des betreuenden Lehrstuhls bis zum 12. Dezember 2017;
- Kickoff-Meeting beim DLR zusammen mit dem DLR Luftfahrtvorstand Prof. Rolf Henke für potentiell interessierte Lehrstuhlinhaber/-innen und Teams:
 - o Ort: ZAL Hamburg-Finkenwerder;
 - o Zeitpunkt: Februar 2018;
 - o Kosten: Fahrtkosten (Bahnfahrt 2. Kl.) werden vom DLR für den/die Lehrstuhlinhaber/-in und die Teams übernommen. Es gilt ein maximaler Erstattungsbetrag pro Team;
- Teilnahmebekundung bis zum 2. Februar 2018 an den DLR Ansprechpartner per Email;
- Einreichen des Berichts beim DLR Ansprechpartner: 2. Juli 2018;
- Abschluss-Meeting beim DLR für alle teilnehmenden Teams und den/die betreuenden Professoren/-innen zur Präsentation der Arbeiten und Bekanntgabe des/der Sieger/-in bzw. des Sieger-Teams:
 - o Ort: voraussichtlich DLR Standort Braunschweig;
 - o Zeitpunkt: voraussichtlich Juli/August 2018;

- Kosten: Bahnfahrt 2. Kl. und gegebenenfalls Übernachtung werden vom DLR übernommen. Es gilt ein maximaler Erstattungsbetrag pro Team;
- Veranstaltung bei der NASA für die US-Teams und das deutsche Siegerteam:
 - Ort: NASA Langley oder in der Nähe;
 - Zeitpunkt: voraussichtlich Oktober 2018;
 - Kosten: (Economy-Flug, Unterbringung, Verpflegungspauschale) werden vom DLR für das Siegerteam oder die/den Siegerin/-er übernommen. Es gilt ein maximaler Erstattungsbetrag für das Team.

Anerkennungen:

- interessierte Lehrstuhlinhaber/-innen und die zugehörigen Teams, die ein Interesse bekundet haben, werden vom DLR Luftfahrtvorstand Prof. Rolf Henke zu einem Kickoff-Meeting in das DLR eingeladen (Fahrtkosten werden erstattet; es gilt ein maximaler Kostenbetrag pro Team);
- teilnehmende Studenten/-innen und Teams, die eine Arbeit eingereicht haben, erhalten eine Rückmeldung von der Jury und werden vom DLR Luftfahrtvorstand Prof. Rolf Henke in das DLR zu einer Präsentation Ihrer Arbeiten und zur Bekanntgabe des/der Siegers/Siegerin oder des Siegerteams eingeladen (Fahrtkosten werden erstattet, es gilt ein maximaler Kostenbetrag pro Team);
- der/die Sieger/-in oder das Siegerteam wird zu einem technischen Symposium bei der NASA oder in dessen Nähe eingeladen, um die Arbeit zu präsentieren (es gilt ein maximaler Kostenbetrag für das Team). Das NASA-Siegerteam wird dort ebenfalls seine Arbeit präsentieren. Die Siegerteams haben die Möglichkeit mit Experten/-innen zu diskutieren. Betreuende Professoren/-innen des Siegerteams sind willkommen teilzunehmen (eigenfinanziert);
- der/die zweit- und drittplatzierten Teilnehmer/-innen oder Teams erhalten eine Teilnahmeurkunde „Joint NASA / DLR Design Challenge 2017/2018“;
- alle Teilnehmer/-innen erhalten eine Teilnahmebestätigung „Joint NASA / DLR Design Challenge 2017/2018“;
- Präsentation prämierter Arbeiten auf dem Deutschen Luft- und Raumfahrt Kongress 2018.

Hintergrundinfos:

- NASA Design Challenge: <https://aero.larc.nasa.gov/university-contest/>
- Joint NASA / DLR Design Challenge: <http://www.dlr.de/DesignChallenge>

Jury:

Die Jury wählt basierend auf unabhängigen Gutachten die Preisträger aus.

- Vorsitz: Prof. R. Henke
- Jurymitglieder: Institutsleiter aus dem DLR-Forschungsbereich Luftfahrt

Ansprechpartner:

- Dr.-Ing. Johannes Hartmann und Dipl.-Ing. Till Pfeiffer, Email: DesignChallenge@dlr.de

Alle Angaben gelten vorbehaltlich von Änderungen. Es gilt das Bundesreisekostengesetz. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.