



Joint NASA / DLR Aeronautics Design Challenge 2018-2019

In Zusammenarbeit mit der NASA lädt der DLR Luftfahrtvorstand Prof. Rolf Henke Studentinnen und Studenten dazu ein, Luftfahrzeugentwürfe und Konzepte für die Verkehrsanbindung abgelegener Orte zu entwickeln. Gesucht sind dabei Luftfahrzeugentwürfe, die mit sehr kurzen Start- und Landebahnen auskommen und als multi-modale Entwürfe abgelegene ländliche Regionen und Vorstädte anbinden sollen. Die Gesamtkonzepte sollen sich insbesondere durch eine hohe Wirtschaftlichkeit auszeichnen. Ein Baustein dieses Ziel zu erreichen, sollen nächtliche unbemannte Frachtflüge sein, die die Passagierflüge tagsüber mit Pilot ergänzen. Zusätzlich soll ein Kostenszenario für einen zukünftigen Betrieb vollständig ohne Pilot abgeschätzt werden.

Es werden Teams und einzelne Studentinnen und Studenten aus Deutschland und den USA an dem 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 2019 vorgestellt und diskutiert. Der oder die Sieger oder das Siegerteam der deutschen Universitäten und Hochschulen werden dazu zur NASA in die USA eingeladen.

Hintergrund:

Der kommerzielle Einsatz von kleinen Luftfahrzeugen stellt die Luftfahrtindustrie und die Fluglinien insbesondere vor ökonomische Herausforderungen. Die Flugzeugklasse bedient typischerweise lokale Kurzstreckenverbindungen mit geringem Passagieraufkommen und ist daher tendenziell ein kleineres Flugzeug. Trotz des geringen Passagieraufkommens würde eine Streichung der Verbindungen abgelegene Regionen der Erde von einer Anbindung an die nächstgelegenen Städte abschneiden. Die schnelle Versorgung abgeschiedener Regionen wäre dadurch bedroht. Die entsprechenden Routen sind ökonomisch sehr anspruchsvoll in der Umsetzung. Das liegt einerseits an den Missionen, die sich durch geringe Nachfrage bei ebenso geringer zeitlicher Auslastung hinsichtlich der Flugstunden auszeichnen und andererseits an den, bezogen auf die Flugstunden, hohe Zahl an Starts und Landungen. Zum einen wird dadurch der Einfluss der Fixkosten erhöht (Anschaffung, Versicherung, etc.) und zum anderen steigen die direkten Betriebskosten (Treibstoff/Energie und Wartung) überproportional stark an. Die geringe Auslastung und die begrenzte Passagierkapazität führen zu hohen Kosten pro Passagier. In den Vereinigten Staaten von Amerika (USA), wo diese Routen essentiell sind um entlegene Gebiete anzubinden, ist die Markttauglichkeit sehr begrenzt, so dass es eigens ein Subventionsprogramm gibt, das sogenannte „Essential Air Service“ Programm (<https://tinyurl.com/y7w7t8j5>).

Vor allem in den USA bildet der „Title 14 of the Code of Federal Regulations (14 CFR) Part 135 Air Carrier and Operator Certification“ (<https://www.tinyurl.com/y8alt3dn>) der FAA die Grundlage für entsprechende Entwürfe. Hierin ist die Zulassung für Luftfahrzeuge mit nur einem Pilot geregelt. In Europa ist die Zulassung innerhalb der ähnlichen „Certification Specifications (CS) 23“ definiert. Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der NASA sollen jedoch auch am DLR die US-amerikanischen Regularien herangezogen werden. Die Vorschrift sieht vor, dass mit dem Luftfahrzeug und **einem Piloten** nicht mehr als neun Passagiere oder **3402 Kg** (7 500 Pounds) Fracht

transportiert werden dürfen. Der Frachttransport ist als erste Anwendung autonomer Lufttransporte auch ohne Pilot sehr interessant. Das liegt vor allem an dem geringeren Risiko durch den Transport von Fracht anstelle von Passagieren. Weiterhin kann durch autonomen Frachtverkehr, insbesondere während der Nacht, die quasi nicht vorhandene Passagiernachfrage in dieser Zeit ausgeglichen werden. Durch eine insgesamt höhere Auslastung, bestehend aus Passagierflügen bei Tag und unbemannten Frachtflügen in den frühen Morgen- und Abendstunden, kann der Betrieb möglicherweise wirtschaftlich lohnend werden. Dazu ist es wünschenswert, schnell zwischen Pilotenbetrieb und unbemanntem Betrieb wechseln zu können. Der unbemannte Betrieb kann dabei vollständig autonom oder als ferngesteuerter Betrieb realisiert werden.

Design Anforderungen:

In dieser NASA/DLR Design Challenge werden die Studenten aufgefordert, ein Luftfahrzeug nach den Regularien 14 CFR Part 135 (s.o.) zu entwerfen, das optional mit und ohne Pilot operieren kann. Das entsprechende Luftfahrzeug soll dabei im Jahr 2025 in Betrieb genommen werden können (**EIS 2025**). Weitere Anforderungen sind in der nachfolgenden Tabelle (s.u.) aufgelistet. Für einige Anforderung gibt es ein Minimum, das jedes Konzept erfüllen muss („Threshold“) und ein wünschenswertes Ziel („Goal“). Erreicht das Konzept einen Wert zwischen diesen beiden Anforderungen, wird es als akzeptabel eingestuft. Eine Orientierung in Richtung Ziel wirkt sich dabei positiv auf die Bewertung des Konzeptes aus.

Als Einstieg und zur weiteren Vertiefung des Themas sei auf folgende Literatur verwiesen:

D. Wolf, „Commuter Airline Perspective“, presented at ODM and Emerging Technology Joint NASA-FAA Workshop. Arlington, VA, May 8-9. <https://tinyurl.com/yat134eq> (last accessed 27.11.2018).

A.M. Stoll, G. Veble Mickic, “Design studies of thin-haul commuter aircraft with distributed electric propulsion”, AIAA 2016-3765m 16th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, AIAA AVIATION Forum

#	Anforderungen	
	Threshold	Goal
1	Sitzkonfiguration für mindestens 9 Passagiere	
	1.1	Jeder Passagier soll mit einer Masse von 180 Pounds (81,65 Kg) und zusätzlich 40 Pounds (18,14 Kg) Gepäck angenommen werden
2	In der Frachtkonfiguration soll die Nutzlast min. 2000 Pounds (907,18 Kg) betragen	
3	Das Luftfahrzeug soll in unter 60 Minuten von einer Fracht- zu einer Passagierkonfiguration (und umgekehrt) umgebaut werden können	
4	Das Luftfahrzeug soll zu Ausbildungszwecken für bis zu zwei Piloten ausgestattet sein	
	4.1	Missionen in naher Zukunft mit Passagieren sollen mit einem einzelnen Pilot an Board möglich sein
	4.2	Frachtflüge können ohne Pilot erfolgen, sofern die Ausstattung des Luftfahrzeugs eine Steuerung und Kommunikation mittels Fernsteuerung oder autonomen Flugs ermöglicht
	4.3	Missionen in ferner Zukunft mit Passagieren erfüllen Punkt 4.2
5	Passagierkonfiguration (9 PAX) hat eine maximale Reichweite (ohne Reserven) von 200 NM (370,4 km)	Passagierkonfiguration (9 PAX) hat eine maximale Reichweite (ohne Reserven) von 500 NM (926 km)
6	Die maximale Reichweite der Konfiguration (Punkt 5) muss in weniger als 99 Minuten	

		absolviert werden. Typische Geschwindigkeitsbeschränkungen im US-Luftraum sollen eingehalten werden (z.B.: <i>kein Flug mit über 250 KIAS unter 10 000 ft MSL</i>)	
7		Die Konfiguration soll genug Treibstoff/Energie am Ende jeder Mission haben, um den nachfolgenden Anforderungen an die Reservemission zu genügen:	
	7.1	Nach einer abgebrochenen (Fehl-)Landung muss ein Flughafen in einer Entfernung von 50 NM (92,6 km) erreicht werden	Nach einer abgebrochenen (Fehl-)Landung muss ein Flughafen in einer Entfernung von 100 NM (185,2 km) erreicht werden
	7.2	Zusätzlich muss eine 45-minütige Energiereserve für die normale Cruise-Leistung am Ende des Ausweichfluges vorgehalten sein (durchschnittliches Power-Setting im normalen Cruise-Segment der Mission)	
8		Benötigte Start- und Landebahnlänge bis zur Hindernishöhe von 35 ft ist weniger als 1000 ft (304,8 m)	Benötigte Start- und Landebahnlänge bis zur Hindernishöhe von 35 ft ist weniger als 250 ft (76,2 m)
9		Das Antriebssystem muss in jedem Fall ohne bleihaltige Treibstoffe auskommen	
10		Die Passagiere sollen keinem Druck ausgesetzt werden, der einer Atmosphäre bei mehr als 8 000 ft (2438,4 m) über dem Meeresspiegel entspricht (Cabin Altitude)	
11		Das Luftfahrzeug hat einen Geräuschpegel von nicht mehr als 80 dB(A) nach der Prozedur in 14 CFR Part 36, Appendix G (https://tinyurl.com/y7m8tukn)	Das Luftfahrzeug hat einen Geräuschpegel von nicht mehr als 65 dB(A) nach der Prozedur in 14 CFR Part 36, Appendix G (https://tinyurl.com/y7m8tukn)
		Pro Jahr sollen 300 volle Auslastungstage nach 12.1 und 12.2 erreicht werden	
12		Passagiermissionen: 120 NM-Flüge (222,24 km) mit 9 PAX sollen je 12h/Auslastungstag geflogen werden mit einer 45-minütigen Turnaround-Zeit zwischen den Flügen	
	12.1	Flüge sollen mindestens mit der durchschnittlichen Block-Geschwindigkeit nach Punkt 6 geflogen werden, unabhängig von der Reichweite aus Punkt 5	
		Die Anzahl der Flüge pro Tag muss gerade sein, um eine Rückkehr zur Basis zu ermöglichen	
		Vereinfachung: Jeder Flug hat nur eine Turnaround-Zeit (die Hälfte zum Beladen und die andere Hälfte repräsentiert das Entladen)	
	12.2	Frachtmissionen: 120 NM-Flüge mit 2000 Pounds Nutzlast sollen zusätzlich je 6h/Auslastungstag geflogen werden mit einer 30-minütigen Turnaround-Zeit zwischen den Flügen	
		Flüge dürfen bei jeder möglichen Block-Geschwindigkeit geflogen werden	
		Die Anzahl der Flüge pro Tag muss gerade sein, um eine Rückkehr zur Basis zu ermöglichen	
		Vereinfachung: Jeder Flug hat nur eine Turnaround-Zeit (die Hälfte zum Beladen und die andere Hälfte repräsentiert das Entladen)	
13		Möglichst niedrige Lebenszykluskosten (inkl. Beschaffung, Investment, Versicherung, Wartung, Energiekosten, Piloten/Betreiber-Gehälter und anderer notwendiger Kosten) Die Kalkulation soll in 2018er US-\$ erfolgen.	Minimale Kosten pro Meile und Passagier (Goal: 0,00 US-\$)

13.1	Frachtflüge können in der Berechnung pro Meile und Passagier als 9 volle Passagiere behandelt werden	
13.2	Für die Abschätzung der Produktionskosten soll ein Markt von 800 Luftfahrzeugen über 8 Jahre angenommen werden	
13.3		Zusatzziel (Goal): Abschätzung der Kosten, wenn vollständig ohne Pilot geflogen werden kann (auch auf Passagierflügen). Dabei darf das bisherige Cockpit mit optionalem Piloten auch vollständig und dauerhaft entfernt werden.

Technischer Bericht, Vortrag und Video:

Der Bericht ist auf 25 Seiten begrenzt und soll 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. Abmessungen, Massen und wichtige Leistungsparameter des Luftfahrzeugs sollen dargestellt werden. Alle Werkzeuge und Methoden, die zum Entwerfen und Analysieren des Konzepts verwendet werden, sollen kurz beschrieben werden. Das beinhaltet auch die Werkzeugvalidierung und die Verifizierung der Ergebnisse unter Verwendung von Plausibilitätsprüfungen, Handbuchmethoden, historischen Daten oder anderen geeigneten Mitteln. Eine systematische Vorgehensweise soll gewählt werden, um das endgültige Konzept als sinnvoll zu untermauern.

Folgenden Daten sollten für das vorgeschlagene Konzept mindestens bereitgestellt werden:

- Bemaßte Drei-Seitenansicht
- Eine Liste der Schlüsseltechnologien mit der jeweiligen Begründung, dass diese bis 2025 verfügbar sein werden
- Eine Übersicht, die die Einhaltung der Anforderungen zusammenfasst
- Eine Übersicht der Massenaufschlüsselung, bei der unter anderem folgende Elemente ersichtlich sind:
 - o Strukturgewicht der einzelnen Komponenten (Flügel, Rumpf, Leitwerke) usw.
 - o Masse des Antriebssystems
 - o Nutzlast
 - o Energieträger
 - o Die Übersicht sollte auch das MZFM - *maximum zero fuel mass* (Leermasse + Nutzlastmasse) und die Abflugmasse beinhalten
- Eine Tabelle mit wichtigen Leistungsparametern 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 die Fracht- und Passagiermission, etc.
- Betriebskonzept für die benötigte Auslastung nach Anforderung 12 einschließlich aller erforderlichen Schritte des Bodenbetriebs.
- Einen Missionsplan über eine 24-stündige Auslastungsphase, der die Anforderung aus Punkt 12 berücksichtigt und die Möglichkeiten der daneben verfügbaren Zeiträume für Umbau, leichte Wartungsarbeiten, etc. diskutiert

- Eine Beschreibung des optionalen bemannt/unbemannten Systems für den Piloten inkl. der Operationsmodi. Falls Anforderung 13.3 bearbeitet wird, sollen die notwendigen Änderungen an dem Konzept detailliert erläutert werden. Insbesondere sollen die Vor- und Nachteile diskutiert werden, die sich als Nebeneffekte aus dem vollständigen Verzicht auf einen Piloten ergeben.
- Eine Beschreibung der Designfeatures, die die Auswirkungen von vorhersagbaren Risiken und Fehlerfällen minimieren

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

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

Dabei wird der Gesamtentwurf ebenso berücksichtigt, wie der Grad der Zielerfüllung, der über die Minimalanforderungen hinausgeht. Über die Zielerfordernisse hinausgehende Fähigkeiten werden berücksichtigt wie Fähigkeiten, die die Ziele (Goal) exakt erfüllen.

Zusätzlich zu Vortrag und schriftlichem Bericht soll ein **kurzes, maximal drei Minuten** langes Video („Pitch“) von jeder Gruppe erstellt werden.

In die Bewertung gehen die Ergebnisse wie folgt ein:

- | | |
|-----------------------------|------|
| - Schriftliche Ausarbeitung | 70 % |
| - Vortrag | 20 % |
| - Video | 10 % |

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: 1.12.2018;
- **Interessensbekundung** per Email an den DLR Ansprechpartner (DesignChallenge@dlr.de) seitens des betreuenden Lehrstuhls bis zum 31. Dezember 2018;

- **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: etwa Ende Februar 2019;
 - 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 1. Februar 2019 an den DLR Ansprechpartner per Email;
- Einreichen des **Berichts** beim DLR Ansprechpartner: 1. Juli 2019;
- **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 August 2019;
 - o 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:
 - o Ort: NASA Langley oder in der Nähe;
 - o Zeitpunkt: voraussichtlich Oktober 2019;
 - o 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);
- Pro teilnehmendes Team kann jeweils ein Entwurf beim DLR als Modell durch additive Fertigung (3D-Druck) hergestellt werden. Die Modelle können für Vortrag und das Video benutzt werden.
- 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 2018/2019“; Zusätzlich wird ein Besuch im Flugsimulator des DLRs angeboten;
- alle Teilnehmer/-innen erhalten eine Teilnahmebestätigung „Joint NASA / DLR Design Challenge 2018/2019“;

- Präsentation prämierter Arbeiten auf dem Deutschen Luft- und Raumfahrt Kongress 2019 (30.09-02.10.19 in Darmstadt).

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: Institutsdirektoren aus dem DLR-Forschungsbereich Luftfahrt

Ansprechpartner:

- Dr.-Ing. Olaf Brodersen, Jochen Kirz, Markus Kregel, E-Mail: DesignChallenge@dlr.de

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

