

Warum?

Das Wachstum der Luftfahrtindustrie und die zunehmenden, zurückgelegten Flugkilometer der letzten Jahrzehnte führen zu einer Erhöhung der Schadstoff- und CO₂-Emission. Im Sinne des Klimaschutzes ist die Entwicklung neuartiger Technologien und Betriebskonzepte erforderlich.

Die Leermasse eines Flugzeuges hat einen großen Einfluss auf dessen Wirtschaftlichkeit. Eine kleinere Leermasse sorgt bei gleich bleibendem maximalen Abfluggewicht oder bei konstanter Nutzlast für eine bessere Wirtschaftlichkeit, da entweder mehr Nutzlast transportiert werden kann beziehungsweise sich durch die Reduktion der Masse ein geringerer Luftwiderstand und damit ein reduzierter Treibstoffverbrauch einstellt.



Abb. 1: Fahrwerke eines Langstreckenflugzeuges

Hauptfunktionen (Roskam)

- Absorption d. Landestoß
- Bodenmanöver
- Bremsen
- Schutz d. Fahrbahn
- Erlauben von Schleppen

Fahrwerke...

- ...sind eines der teuersten Flugzeugsysteme
- ...sind aufwendig im Betrieb und in der Wartung
- ...wiegen etwa 8% des Flugzeugleergewichtes (A380: knapp 25t)
- ...und werden im Reiseflug als ungenutzte Masse mitgeführt

Ein Weglassen des Fahrwerksystems hätte unter Berücksichtigung von so genannten Schneeballeffekten (verkettete Auswirkungen auf andere Systeme sowie den gesamten Flugzeugentwurf) eine Reduktion der Leermasse um bis zu 15% zur Folge. Für den Flugzeugbetreiber ergeben sich ökonomische, ökologische und operationelle Vorteile (z.B. Rollen ohne Haupttriebwerk, Verzicht auf Push-back Fahrzeuge), die zudem einen Sicherheitsgewinn mit sich führen könnten (z.B. Seitenwindlandungen inkl. Windvorhaltewinkel, Notbremsysteme).

Wie?

Um die genannten Vorzüge des Fliegens ohne Fahrwerk nutzbar zu machen, muss an Flughäfen ein bodenbasiertes Fahrwerksystem installiert werden, das den Start-, Lande- und Rollvorgang fahrwerkloser Verkehrsflugzeuge ermöglicht.

mb+Partner konzipiert und untersucht ein solches bodenbasiertes Fahrwerksystem für fahrwerklose Verkehrsflugzeuge namens GroLaS. Der Vorentwurf des Systems sieht vor, dass die Struktur der herkömmlichen Landebahn erhalten bleibt und ein dualer Betrieb fahrwerkloser und fahrwerksgebundener Flugzeuge möglich ist. GroLaS hat zwei translatorische Freiheitsgrade (entlang der Bahn und quer zur Bahn) sowie einen rotatorischen Freiheitsgrad um die Hochachse. Bei einem Start unterstützt das System die Triebwerke bis zum Abheben. Somit kann der Startschub auf den minimal zulässigen Wert reduziert werden (Derated T/O). Für eine Landung positioniert sich GroLaS vor Erreichen der Bahnschwelle selbstständig unter dem anfliegenden Flugzeug und hält diesen synchronisierten Zustand auch unter Störeinflüssen, wie z.B. Windböen, bis zum Aufsetzen aufrecht.



Abb. 2: Fotomontage einer Anflugsituation mit GroLaS



Fliegen ohne Fahrwerk?

FAQs

Wie weit ist die Entwicklung von GroLaS?

- Projektstudie, die im Rahmen von „Airport 2030“ begonnen wurde und somit noch am Anfang steht.
- Klärung der grundsätzlichen Frage, ob das hinter diesem Konzept erwartete Potential ausreicht, die mit der Einführung einer solchen Technologie einhergehenden Herausforderungen zu rechtfertigen.

Für welche Flugzeuge könnte GroLaS in Frage kommen?

- Im Fokus der Projektstudie stehen zunächst Langstreckenfrachtflugzeuge.

Was ist mit Notlandungen?

- Ungeeignete Bodenbeläge oder gar unbefestigter Boden können die hohe Flächenlast der Räder nicht aufnehmen und das Fahrwerk würde erst einsinken und dann einklinken oder abbrechen.
- Befragungen von Piloten und anderen Luftfahrtexperten haben ergeben, dass das Fahrwerk von schweren Langstreckenflugzeugen bei Notlandungen auf un geeigneten Untergrund daher oftmals ohnehin nicht ausgefahren wird.

Abweichungen zu einem Ausweichflughafen?

- Großer Teil des gesamten Langstreckenflugverkehrs findet zwischen den weltgrößten Flughäfen statt.
- Aufgrund der dadurch begrenzten Anzahl von Flugrouten ist auch die Anzahl der auszustattenden Ausweichflughäfen überschaubar.

Wie kann der Pilot/Autopilot den Schlitten treffen?

- Es ist umgekehrt: GroLaS würde sich vor dem Aufsetzen vollständig mit dem Flugzeug synchronisieren.
- Der Pilot/Autopilot muss, wie bisher auch, nur die Landebahn treffen.

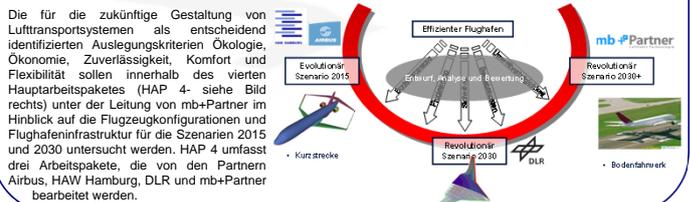


Airport 2030

Die Untersuchungen zur Bodeninfrastruktur für eine fahrwerklose Flugzeugkonfiguration finden innerhalb des vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt geführten Spitzenforschungs-Leuchtturmes (L3) „Airport 2030“ bis Ende 2013 statt. Die Partner innerhalb dieses Leuchtturmes (L3) sind unten aufgeführt.

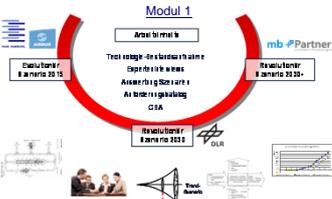
Für das Leuchtturmprojekt „Airport 2030“ sind folgende globale Ziele definiert:

- Reduktion von Emissionen und Lärm am Flughafen
- Erhöhung des Passagierkomforts am Boden
- Steigerung der Passagier- und Frachtstromkapazität
- Reduktion der Ein- und Aussteige-, Be- und Entladezeiten
- Steigerung der Pünktlichkeit des Luftverkehrs

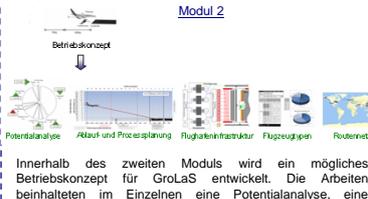


GroLaS

GroLaS steht für „Ground-based Landing-gear System“ und es handelt sich dabei um den von mb+Partner konzipierten und zu untersuchenden Ansatz eines bodengebundenen Fahrwerksystems für den Betrieb fahrwerkloser Verkehrsflugzeuge. Die im Rahmen des Spitzenforschungsprojektes „Airport 2030“ durchzuführenden Untersuchungen unterteilen sich in vier Module, auf die im Folgenden näher eingegangen wird. Das erste Modul erfolgt dabei in enger Zusammenarbeit mit den Partnern im „Airport 2030“, während die Module 2 bis 4 großenteils von mb+Partner in Zusammenarbeit mit der TUHH, dem DLR und Airbus durchgeführt werden. mb+Partner verfügt über die Rechte an der GroLaS-Technologie. Die nationale und internationale Patentierung ist erfolgt. Das GroLaS Konzept wurde mit Innovationspreisen (Lufthansa coc-Award 2009 und Intellect Preis 2009, jeweils erster Preis; Hamburg Aviation Nachwuchspreis 2013, zweiter Preis) und dem DGLR-Nachwuchspreis 2011 und 2012 prämiert. Das Konzept ist in die Airbus Vision für zukünftiges Fliegen „smarter skies“ aufgenommen worden und seit 2013 Bestandteil der IATA Technology-Roadmap.



Im ersten Modul wird der Stand der Technik auf dem Gebiet der GroLaS Technologien ermittelt. Es werden neben einer umfassenden Literatur- und Patentrecherche auch zahlreiche Expertenbefragungen von Vertretern der Bereiche Flughäfen, Flugzeugbetreiber, Flugzeughersteller, Flugverkehrs-kontrolle, Luftfahrtbehörde, Universität, Politik und Militär durchgeführt und ausgewertet. Ein weiterer Schritt als Grundlage für eine fundierte Aufstellung von Anforderungen ist die Durchführung und Auswertung eines Szenarioworkshops, aus dem die Randbedingungen für das virtuelle Einführungsjahr 2030 auf Makro-, Meso- und Mikro-Ebene hervorgehen. Der aufgestellte Anforderungskatalog enthält funktionale und technische Anforderungen auf Basis der Technologie-Bestandsaufnahme, den Expertenbefragungen und der Szenariobetrachtung. Die durchzuführende Kosten-Nutzen-Analyse (CBA) gibt Aufschluss über die Rentabilität von GroLaS in Abhängigkeit verschiedener Einführungsszenarien und Integrationsstufen.



Innerhalb des zweiten Moduls wird ein mögliches Betriebskonzept für GroLaS entwickelt. Die Arbeiten beinhalten den Einzelnen eine Potenzialanalyse, eine qualitativen Ablauf- und Prozessplanung, die Ermittlung der benötigten Flughafeninfrastruktur, die Identifikation geeigneter Flugzeugtypen und die Aufstellung möglicher Routennetze. Bei der Potenzialanalyse werden flugzeug- und bodenseitige Einsparpotentiale in Abhängigkeit verschiedener Integrationsstufen der flugzeugseitigen Schnittstelle zum Bodenfahrwerk GroLaS untersucht. In der qualitativen Ablauf- und Prozessplanung werden mögliche Betriebsabläufe und Prozesse, wie z.B. der Anflug- und Landevorgang aufgestellt. Die Aufstellung der benötigten Flughafeninfrastruktur ist u.a. für die Erstellung der Routennetzes von Bedeutung, da an unterschiedlichen Flughäfen oftmals verschiedene Randbedingungen vorzufinden sind und somit die Intensität der notwendigen Installationsarbeiten variiert. Die Selektion der Flugzeugtypen je nach genereller Eignung und voraussichtlichen Einsparpotential durch GroLaS wird für den konzeptionellen Entwurf der Bodenfahrwerke und die Aufstellung des Routennetzes benötigt. Die aufgestellten Routennetze für Fracht- und Passagierflugzeuge beziehen sich auf ein mögliches Einführungsszenario. Die im Modul 2 erarbeiteten Ergebnisse sind eine wesentliche Eingangsgröße für die Kosten-Nutzen-Analyse aus Modul 1.



Das dritte Modul „konzeptioneller Entwurf von GroLaS“ besteht aus dem Aufbau eines Digital Mock-Up (DMU) des Referenzflugzeuges, einem Schnittstellen-, Antriebs-, Struktur- und Sensorkonzept sowie einer Sicherheitsanalyse. Der Aufbau eines DMU ist für die weiteren konzeptionellen Arbeiten im Modul 3 notwendig, um auf dieser Basis Anpassungen und Kollisionsprüfungen vornehmen zu können. So wird der konstruktive Entwurf der flugzeugseitigen Schnittstelle für die Aufnahme von Zapfen am Bodenfahrwerk in die bestehende Fahrwerksanbindung des DMUs integriert. Das Antriebskonzept beinhaltet die Antriebsauslegung für den Haupt-, Quer- und Azimuttrieb sowie des Energiesystems. Das Energiesystem ermöglicht die Bereitstellung der Antriebsleistung aus regenerativen Energiequellen und die Nutzung der beim Bremsvorgang frei werdenden Energie. Das Strukturkonzept sieht drei unterschiedliche Bodenfahrwerkstypen sowie die Auslegung des Wagens und Schlittens vor. Die Positionierung von GroLaS setzt die präzise Kenntnis der Flugzeuglage und Position voraus. Diese Kenntnis soll durch das als Schlüsseltechnologie identifizierte Sensorkonzept gewonnen werden. Im Rahmen der Sicherheitsanalyse wird die konzipierte Systemarchitektur hinsichtlich möglicher Sicherheitsdefizite untersucht und entsprechend verbessert.



Bei dem vierten Modul werden die Ergebnisse aus Modul 3 und z. T. aus den Modulen 1 und 2 in ein Softwaremodell überführt. Es werden dabei die Komponenten, deren Massen- und Trägheitseigenschaften sowie Prozesse, Systeme und Störeinflüsse abgebildet und miteinander verknüpft. Für die bedarfsgerechte Regelung der Antriebe auf Basis der Sensorinformationen ist eine Reglerauslegung vorgesehen. Zusammen mit Datensätzen realer und simulierter sowie z. T. auch kritischer Anflüge soll das Softwaremodell in einer Simulationsumgebung implementiert werden. Mithilfe der innerhalb dieser Umgebung durchgeführten Simulationen wird eine Regleroptimierung ermöglicht. Für den Fall, dass positive Simulationsergebnisse erzielt werden, ist die Integration in einen Flugsimulator geplant. Hier soll eine Testreihe mit Verkehrspiloten durchgeführt werden. Die Piloten bewerten im Anschluss an die Testreihe das Anflugverfahren mit einem fahrwerklosen Flugzeug auf einem bodengebundenen Fahrwerksystem.

Weitere Informationen sind zu finden unter www.mbptech.de